

Министерство транспорта и коммуникаций
Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусская государственная академия авиации»

АВИАЦИЯ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Сборник материалов
IX Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Белорусской государственной
академии авиации

Минск, 5 декабря 2024 г.

Минск
2025

УДК 629.73(06)+656(06)+378.622.9
ББК 39.5я431 + 74.58
А20

Редакционная коллегия:
А. А. Шегидевич, к.т.н.
И. Г. Яцкевич, к.и.н.
З. В. Машарский, к.псих.н.
Л. И. Гречихин, д.ф-м.н.
С. О. Стойко
С. А. Хилькевич
И. М. Бершова

Под научной редакцией
А. А. ШЕГИДЕВИЧА

Авиация: история, современность, перспективы развития : сборник
А20 материалов IX Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Белорусской государственной академии авиации,
Минск, 5 декабря 2024 г. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь,
Белорус. гос. акад. авиации ; под науч. ред. А. А. Шегидевича. – Минск :
Национальная библиотека Беларуси, 2025. – 476, [3] с.
ISBN 978-985-7350-31-5.

В сборнике представлены материалы исследований представителей академической, вузовской и отраслевой науки, посвященные анализу современных подходов к проблемам развития авиации, путям повышения эффективности авиационного образования, науки и производства. Сборник ориентирован на курсантов, магистрантов, аспирантов и преподавателей средних и высших учебных заведений, научных сотрудников и специалистов, занимающихся вопросами и проблемами авиационной отрасли.

Публикуется в авторской редакции.

УДК 629.73(06)+656(06)+378.622.9
ББК 39.5я431 + 74.58

ISBN 978-985-7350-31-5

© Учреждение образования «Белорусская государственная академия авиации», 2025
© Оформление. Государственное учреждение «Национальная библиотека Беларуси», 2025



ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ



УДК 04.67

В. Д. Ерёмов, А. О. Крыштон, А. Н. Леончик, К. А. Шеремет

*Открытое акционерное общество «Авиакомпания «Белавиа»***РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ «АФИНА»
В ОАО «АВИАКОМПАНИЯ «БЕЛАВИА»**

На протяжении многих десятилетий в мировой гражданской авиации происходило совершенствование методов предотвращения авиационных происшествий и разработка стандартов безопасности полетов. К началу 90-х годов прошлого столетия с ростом требований к обеспечению безопасности полетов расходы авиакомпаний на обеспечение безопасности полетов также значительно увеличились, при этом, явным образом обозначились противоречия между экономическими возможностями авиакомпаний и требуемыми расходами на обеспечение безопасности полетов. Так мировым авиационным сообществом была осознана необходимость управления авиационными рисками, которая в 2006 году в документах Международной организации гражданской авиации впервые была сформулирована как Система управления безопасностью полетов (далее – СУБП).

Поэтапная разработка и внедрение СУБП в ОАО «Авиакомпания «Белавиа» (далее – Белавиа) в соответствии с международными и национальными требованиями началась в 2011 году. В процессе совершенствования СУБП Белавиа и наполнения ее информационной базы к началу 2020-х годов ожидаемо обозначились следующие основные проблемные вопросы:

- отсутствовал достаточный уровень взаимодействия и координации структурных подразделений в вопросах оценки авиационных рисков, а также разработки мероприятий по их уменьшению;

- хранение информации на бумажных носителях (сообщений по безопасности полетов от персонала) значительно усложняло ее оперативную передачу из одного структурного подразделения в другое для совместного рассмотрения и анализа;

- ежемесячный расчет величин измеримых показателей эффективности обеспечения безопасности полетов (Safety Performance Indicators) выполнялся авиационным персоналом, что занимало существенную часть рабочего времени, а также не исключало возникновения ошибок при выполнении расчетов.

Решение перечисленных проблемных вопросов могло быть выполнено лишь одним способом – цифровизацией процессов и процедур СУБП Белавиа. Поэтому в октябре 2022 года творческим коллективом, состоящим из сотрудников инспекции по безопасности полетов и службы информационных технологий авиакомпании, была начата работа по созданию автоматизированной системы управления безопасностью полетов, получившей впоследствии имя древнегреческой богини мудрости Афины.

Автоматизированная система управления безопасностью полетов «АФИНА» (далее – АСУБП АФИНА) предназначена для автоматизации деятельности персонала авиакомпании, занимающегося сбором информации о безопасности полетов, выполнением оценки авиационных рисков, мониторингом состояния безопасности полетов, разработкой мероприятий по исключению или снижению авиационных рисков, а также для информационного обслуживания руководства авиакомпании и ее структурных подразделений. АСУБП АФИНА выполнена в виде «клиент-серверного» приложения, в котором вся информация хранится на сервере авиакомпании, а доступ к системе осуществляется с любого персонального компьютера авиакомпании с помощью веб-браузера. Аутентификация выполняется с помощью логина и пароля от существующего аккаунта пользователя в корпоративной сети авиакомпании.

В АСУБП АФИНА предусмотрены аккаунты для следующих категорий должностных лиц авиакомпании (отличаются уровнями доступа и функциональными возможностями):

- генеральный директор авиакомпании (и его заместители);
- сотрудник инспекции по безопасности полетов;
- сотрудник отдела управления качеством;
- руководитель структурного подразделения;
- сотрудник структурного подразделения, выполняющий функциональные обязанности «представителя по безопасности полетов»;
- сотрудник структурного подразделения, выполняющий функциональные обязанности «ведущего эксперта по безопасности полетов»;
- сотрудник структурного подразделения, выполняющий функциональные обязанности «эксперта по безопасности полетов».

На данный момент АСУБП АФИНА включает в себя шесть модулей и три компонента, объединенных общим информационным полем. В ее состав входят:

- модуль «Система сообщений»;
- модуль «Библиотека»;
- модуль «Журнал факторов опасностей»;
- модуль «Мониторинг показателей безопасности полетов»;
- модуль «Мероприятия»;
- модуль «Анализ полетной информации»;
- компонент «Отчет о состоянии безопасности полетов»;
- компонент «Личный кабинет»;
- компонент «Контроль соблюдения требований СУБП».

Модуль «Система сообщений» предназначен для автоматизации работы сотрудников структурных подразделений при выполнении следующих задач:

- учет обязательных и добровольных (в том числе конфиденциальных) сообщений, поступающих от авиационного персонала;
- оценка и классификация информации, изложенной в поступающих сообщениях;
- определение новых факторов опасности;
- учет событий, влияющих на безопасность полетов, в расчетах значений показателей безопасности полетов;
- документирование всех действий, выполненных в связи с поступившими сообщениями.

Модуль «Библиотека» предназначен для автоматизации работы сотрудников структурных подразделений с библиотекой документов СУБП (отчетов о проверках, отчетов о расследованиях авиационных событий и т. д.) при выполнении следующих задач:

- определение новых факторов опасностей;
- учет событий, влияющих на безопасность полетов, в расчетах значений показателей безопасности полетов.

Модуль «Журнал факторов опасностей» предназначен для автоматизации работы сотрудников структурных подразделений при формировании и поддержании актуальности перечня контролируемых факторов опасностей и недостатков, которые могут обусловить возникновение авиационных событий, включая первоначальную оценку авиационных рисков, связанных с указанными факторами опасностей и недостатками.

Модуль «Мониторинг показателей безопасности полетов» предназначен для автоматического расчета значений величин показателей безопасности полетов и отображения информации о текущих уровнях авиационных рисков.

Модуль «Мероприятия» предназначен для автоматизации работы сотрудников структурных подразделений при выполнении следующих задач:

- формирование планов мероприятий по безопасности полетов;
- контроль своевременности исполнения планов мероприятий по безопасности полетов;
- учет исполнения планов мероприятий по безопасности полетов;
- оценка эффективности реализованных планов мероприятий по безопасности полетов.

Модуль «Анализ полетной информации» предназначен для автоматизации работы сотрудников структурных подразделений при выполнении следующих задач:

- загрузка данных о выполненных полетах и их параметрах;
- определение отклонений в технике пилотирования экипажей воздушных судов;
- документирование всех действий, выполненных в связи с имевшими место отклонениями в технике пилотирования экипажей воздушных судов.

Компоненты «Отчет о состоянии безопасности полетов» и «Контроль соблюдения требований СУБП» предназначены для формирования отчетных данных, отображающих текущее состояние безопасности полетов в авиакомпании, а также функционирование самой СУБП Белавиа.

Все модули и компоненты взаимосвязаны и вместе позволяют эффективно получать, анализировать и хранить информацию по безопасности полетов, проводить ее анализ, в том числе в автоматическом режиме, проводить коллективную оценку риска по факторам опасностей, вести автоматический расчет показателей, определяющих текущий уровень безопасности полетов в авиакомпании, а также добавлять информацию о запланированных и выполненных мероприятиях по обеспечению безопасности полетов.

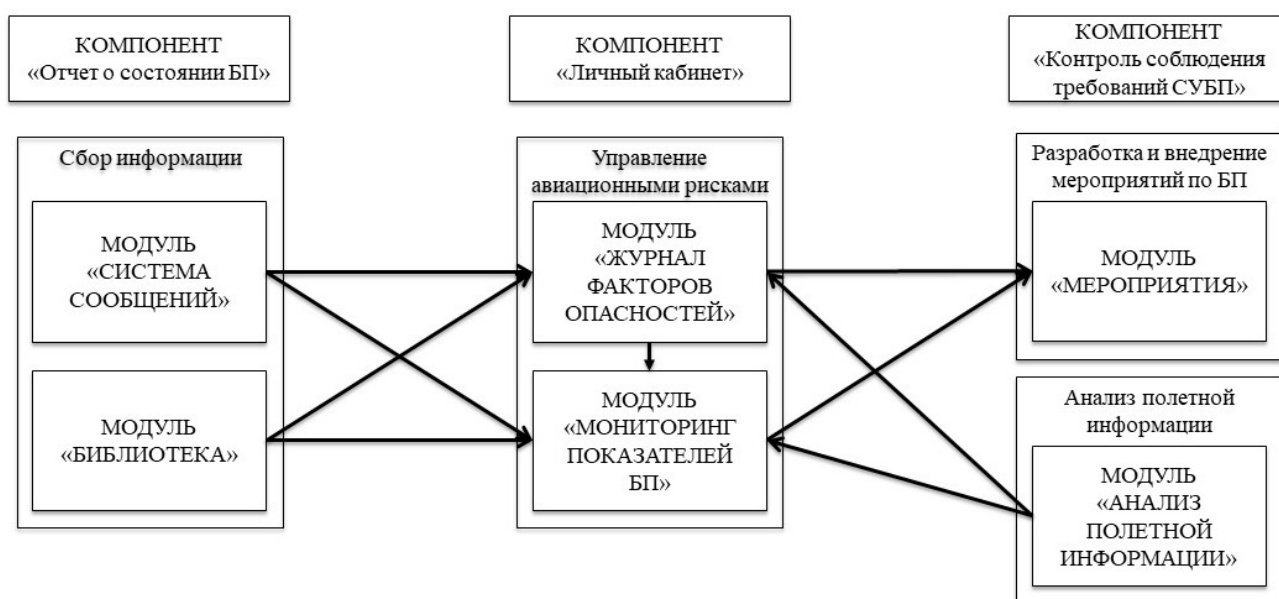


Рисунок 1 – Модули и компоненты АСУБП АФИНА

В планах на 2025 год стоит создание двух дополнительных модулей – «Надежность авиационной техники» и «Проверки (инспекции) по вопросам БП».

Как показывает практика, данная система является востребованной на всех уровнях управления авиакомпанией, а решение о создании собственной системы не было ошибочным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. – Монреаль: ИКАО, 2016. – 150 с.
2. Doc 9859. Руководство по управлению безопасностью полетов. – Монреаль: ИКАО, 2018. – 520 с.
3. IOSA Standards Manual (ISM). Edition 16, effective 1 September 2023. – Montreal – Geneva: IATA, 2023. – 692 с.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ВНУТРЕННИМИ УГРОЗАМИ В СИСТЕМЕ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Инсайдерская угроза является одной из самых серьезных и растущих проблем в области авиационной безопасности, требующей срочных мер по ее преодолению. Эффективная реакция на такие угрозы на международном уровне является ключевым условием для успешного выполнения задач глобального плана по авиационной безопасности и решения других связанных задач. Лучший способ борьбы с этой угрозой заключается во внедрении ряда действенных и последовательных нормативных мер, а также в развитии культуры безопасности не только среди сотрудников сектора воздушного транспорта, но и среди всех граждан. Одним из направлений решения проблемы внутренних угроз может стать профайлинг, который будет применяться не только для выявления потенциально опасных пассажиров, но и для профилирования сотрудников авиапредприятия [1].

Террористы постоянно ищут слабые места в системах безопасности, стремясь найти самый легкий путь к своим целям. Это может включать использование сотрудников авиационной отрасли, которые благодаря своей работе имеют доступ к защищенным объектам, охраняемым материалам или информации по безопасности. Используя таких людей, террористы могут получить тактическое преимущество для совершения актов незаконного вмешательства или содействия им. В числе потенциальных угроз могут быть как члены летного экипажа, так и работники наземных служб аэропортов и других объектов, связанных с воздушным транспортом, включая подрядчиков, временный персонал, а также работников с полным и неполным рабочим днем.

К сожалению, в авиации есть наглядные и трагичные примеры того, как внутренние угрозы переросли в теракты и катастрофы. Один из таких примеров – катастрофа авиалайнера А321, принадлежавшего авиакомпании «Когалымавиа», над Синайским полуостровом 31 октября 2015 года. В ходе расследования, было выявлено, что причиной катастрофы стал теракт. На борту воздушного судна сработало самодельное взрывное устройство мощностью до 1 килограмма в тротиловом эквиваленте. 13 сентября 2016 года было установлено, что для незаметной закладки бомбы террористы использовали сотрудника сервисной службы аэропорта Шарм-Эш-Шейха. Сначала на борт был занесен пакет с бомбой и затем его замаскировали, обложив детскими колясками и багажом пассажиров [2].



Рисунок 1 – Обломки авиалайнера А321 рейса 7К-9268

Еще одним примером того, что террористы используют инсайдеров для достижения своих целей, является авиaproисшествие на борту рейса D3 159, принадлежавшего авиакомпании Daallo Airlines. На борту самолета сработало взрывное устройство, закрепленное на теле террориста-смертника. Взрыв образовал дыру в фюзеляже лайнера, произошла разгерметизация. К счастью, пилотом удалось экстренно посадить самолет в аэропорту Могадишо, и никто из пассажиров, кроме самого террориста-смертника, не погиб.

В ходе расследования были изучены записи камер наблюдения аэропорта. На них было запечатлено, как двое мужчин, сотрудники аэропорта, передавали ноутбук террористу-смертнику. По меньшей мере 20 человек, включая правительственных чиновников и двух сотрудников авиакомпании, были арестованы по подозрению в связи с террористами [3].



Рисунок 2 – Последствия взрыва на борту рейса D3 159

Все это указывает на то, что проблема инсайдерских угроз на сегодняшний день как никогда актуальна. Не зря среди основных угроз для сферы авиации, наряду с террористами и преступниками, указываются и работники аэропорта. Конечно, предугадать кто из персонала может иметь отношение к террористическим организациям или вошел в преступный сговор очень трудно. Однако есть направление, которое достаточно давно применяется в рамках обеспечения авиационной безопасности, способно снизить риск возникновения подобных угроз.

Авиационный профайлинг – направление профайлинга, цель которого выявление по невербальным признакам пассажиров имеющих намерение совершить террористический акт на борту воздушного судна, в здании аэропорта, выявление признаков скрыто носимого оружия и взрывчатки; пассажиров, способных в силу своих психологических особенностей, совершить правонарушение либо хулиганские действия [4].

Однако данное направление может быть применительно не только к пассажирам, но и работникам аэропорта.

События 11 сентября, потрясшие весь мир, оказали огромное влияние на современные методы обеспечения авиационной безопасности. Именно после данных терактов, ИКАО подготовила документ под названием «Человеческий фактор в системе мер безопасности гражданской авиации» (DOC. 9808). В данном документе указывается, что при трудоустройстве будущие сотрудники, помимо проверки анкетных данных, должны проходить профилирование [5]. Однако данное условие применяется не везде.

В дополнении к этому, хочется отметить, что данный процесс должен носить не разовый характер, а проводится на постоянной основе. Недостаточно один раз убедиться, что принимаемый на работу сотрудник «чист». Если одна из наших основных задач, это снизить внутренние угрозы, то профайлинг сотрудников должен проводиться службой внутренней безопасности и носить регулярный характер.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что несмотря на то, что сегодня мы используем новейшие технологии в сфере авиационной безопасности и можем проследить динамику снижения актов незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации, нам не стоит расслабляться. Террористы не дремлют и тоже используют новые методы и подходы для осуществления своих целей. Как показывает статья, одним из таких направлений является задействование сотрудников аэропорта для осуществления террористического акта. Помимо это обязательно надо учитывать «человеческий фактор». Причинами, почему сотрудники аэропорта идут на сговор с преступниками могут быть недовольство социальной составляющей, своей зарплатой, конфликты внутри коллектива и многие другие аспекты. Именно поэтому постоянный процесс профайлинга не только пассажиров, но и сотрудников аэропорта, может дать нам желаемый результат. Легче предотвратить событие, чем бороться с его последствиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вторая конференция высокого уровня по авиационной безопасности (HLCAS/2). Пункт 1 повестки дня. Монреаль, 29–30 ноября 2018 года.
2. Катастрофа над Синайским полуостровом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Катастрофа_A321_над_Синайским_полуостровом#cite_note-mak02112015-76.
3. Происшествие с A321 над Могадишо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Происшествие_с_A321_над_Могадишо#cite_note-3.
4. Эриашвили, Н. Д. Профайлинг. Технологии предотвращения противоправных действий / Н. Д. Эриашвили, И. И. Аминов. – Москва, 2017. – 15 с.
5. Человеческий фактор в системе мер безопасности гражданской авиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://standart.aero/ru/icao/book/документ-9808-человеческий-фактор-в-системе-мер-безопасности-гражданской-авиации-из-1-ру-11695>.

УДК 65.012.123

К. Ю. Пономарев

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

НЕЙРОСИСТЕМЫ В ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Развитие интеллектуальных систем и их внедрение в экономику и промышленность приносят динамичный сдвиг в понимании будущей функциональной и технологической составляющей транспортного комплекса, в котором качество предоставления услуг по аэронавигационному обслуживанию является гарантом удовлетворения спроса на эффективные и безопасные авиаперевозки.

При этом четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) актуализирует внедрение современных средств автоматизации и интеллектуальных информационных систем, способных перерабатывать большие объемы данных (Big Data), использовать алгоритмы машинного обучения и нейронные сети – что на современном этапе развития международных транспортных рынков определяют необходимость формирования новых компетенций у персонала по организации воздушного движения, совершенствования технологий обслуживания воздушного движения и, в частности, развития способов взаимодействия диспетчеров УВД со средствами информационного обеспечения сложных автоматизированных систем [1].

Автоматика не только заменяет человека при выполнении механических или алгоритмизированных действий, но также позволяет осуществлять сбор и обработку данных, анализ информации, принятие решений и действия по их осуществлению. Интеллектуальная адаптивная автоматика представляет собой активную человеко-машинную систему, имеющую возможность интеллектуально адаптироваться к изменениям элементов системы – оператора и машины, а также изменениям во внешней среде – что в корне меняет роль человека как элемента человеко-машинной системы: вместо активной деятельности «в контуре управления» системы он занимает место «над контуром управления», осуществляя функции по контролю работы автоматики [2].

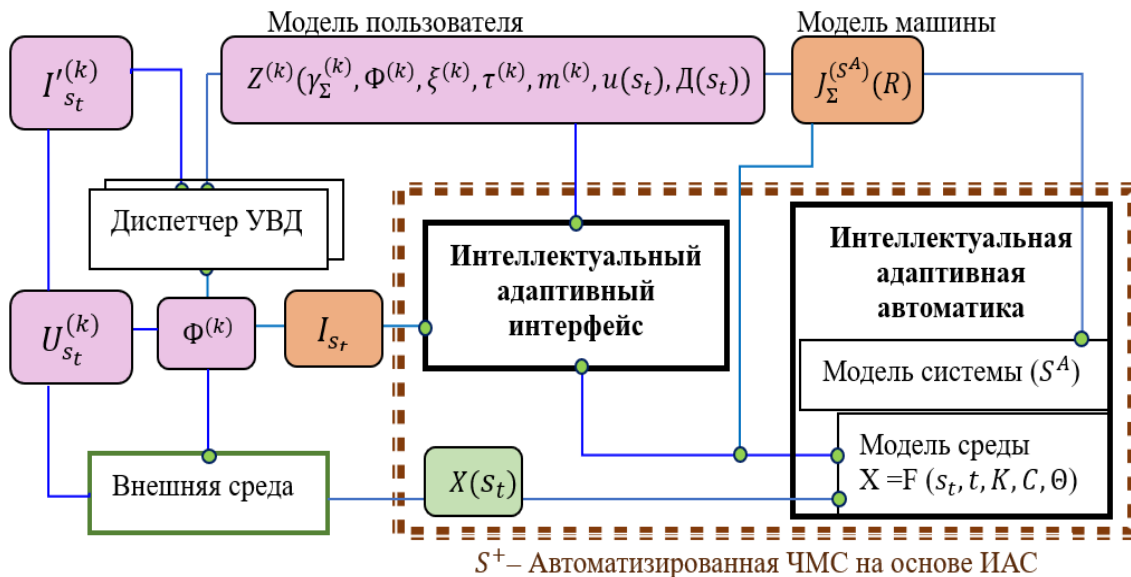


Рисунок 1 – Пример модели взаимодействия подсистем в интеллектуальной адаптивной автоматизированной человеко-машинной системе при управлении воздушным движением

Существующая практика аэронавигационного обслуживания не предоставляет возможности мгновенного перейти к обработке полетных данных и выполнению задач по обеспечению требуемого уровня безопасности полетов исключительно за счет цифровых платформ в виду, прежде всего, отсутствия должным образом проработанных моделей подсистем (учитывая их сложность и эргатичность), а также единой и целостной модели авиатранспортной системы в условиях нестабильной геополитической ситуации, жесткой конкуренции и недостаточной интероперабельности подсистем разных уровней иерархии управления.

Разработка интероперабельной интеллектуальной аэронавигационной системы предполагает передачу пользовательского опыта и его рационального взаимодействия с подсистемами в виде моделей и алгоритмов цифровым коммуникационным платформам и их аналогам. Для этого требуется подготовка особого навыка алгоритмизации процессов у специалистов, непосредственно участвующих в ее технологическом цикле – что в свою очередь ставит соответствующую задачу и перед учреждениями образования. Однако прежде следует точно определить – с каких именно подсистем и технологических процессов следует начинать передачу «человеческих» функций цифровым платформам.

Так, интеллектуальный адаптивный интерфейс позволяет учитывать изменяющиеся задания и психофизиологическое состояние человека, например, для диспетчера УВД это изменение его жизненно важных функций и волн мозговой активности в зависимости от субъективно ощущаемого риска, стресса, дефицита времени, утомления, информационной перегрузки и пр., а также при постоянно меняющихся условиях внешней среды.

Измерение и передачу данных о психофизиологических характеристиках диспетчера УВД осуществляют специальные устройства на основе ЭЭГ, окулографии, гиперсканирования и других интерфейсов типа «мозг-компьютер» (нейроинтерфейсы, рисунок 2), позволяющие преобразовывать данные об электрической или метаболической активности головного мозга в сигналы на внешнем техническом устройстве, либо управлять им [3].



Рисунок 2 – Совмещение нейроинтерфейса с оборудованием рабочего места диспетчера УВД (пример нейроинтерфейсных устройств компании ООО «Нейри»: Neiry Headband (Mind Tracker), Neiry Headphones)

Сформированная на принципе нейро-цифрового взаимодействия интеллектуальная адаптивная автоматика позволит осуществлять рациональное распределение технологических операций между автоматизированной системой и диспетчером УВД, регулируя не только уровень автоматизации процессов и потребность в персонале в зависимости от сложности задач, но и психофизиологического состояния человека, его опыта, а также степени слаженности (группы лиц, принимающих решения) рабочей смены диспетчеров УВД – что открывает возможность совершенствования процедур обслуживания и организации потоков воздушного движения, планирования и использования воздушного пространства на качественно новом уровне интероперабельности автоматизированных систем.

Таким образом, стремительное развитие нейро-интеллектуальных технологий влечет трансформирование и сферы авронавигационного обслуживания, где интероперабельность и взаимодействие, оптимальные алгоритмы и высокие компетенции будут служить прочной опорой для будущего качественного и безопасного использования воздушного пространства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пономарев, К. Ю. Метод оценки динамической воздушной обстановки на конфликтность посредством полихромного отображения объектов в инф. обесп. диспетчера УВД: дисс. ... канд. техн. наук: 2.9.6 / Г. А. Крыжановский. – СПб., 2023. – 183 с.

2. Эволюция в сфере разработки интеллектуальных систем и интеллектуальные адаптивные системы / Г. В. Коваленко [и др.] // Научный Вестник СПбГУ ГА. – 2023. – № 1 (38). – С. 5–18.

3. Докшин, Н. М. Структура комплекса для анализа психофизиологического состояния оператора АНС в целях увеличения безопасности полетов / Н. М. Докшин, В. А. Самойлов // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции. – СПб., 2023. – С. 559–563.

УДК 629.7.01

Б. Б. Сафоклов, С. А. Серебрянский, А. Б. Бельский

*Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)***ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРЕГАТОВ
ВИНТОКРЫЛЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Авиационная отрасль, как сложившаяся наукоемкая система, находится в пространстве технологического уклада «индустрии 4.0» с характерными для нее признаками.

В связи с этим внедрение технологий с инструментами на основе искусственного интеллекта, искусственных нейронных сетей в решении задач по появлению новых инновационных конструктивно-компоновочных [1] и аэродинамических решений [2], новых функциональных и схмотехнических решений в сфере авионики винтокрылых летательных аппаратов, т. е. комплексов бортового оборудования, систем управления, систем диагностики и прогностики технического состояния и др. [3] является неизбежным.

В нашем случае, подход на основе искусственной нейронной сети является продолжением запланированных научно-экспериментальных исследований подтверждения работоспособности инновационного методического подхода интеграции искусственной нейронной сети в комплексы бортового оборудования [4].

Подход прогнозирования технического состояния конструкций и агрегатов перспективных винтокрылых летательных аппаратов формируется на основе экспериментальной отработки данных диагностики системы мониторинга полунатурного стенда трансмиссии ВКЛА при помощи искусственной нейронной сети.

Из перечня контролируемых узлов и агрегатов перспективной системы с искусственной нейронной сетью для полунатурного стенда трансмиссии с колонкой несущего винта и несущего винта винтокрылого летательного аппарата был сформирован перечень объектов контроля, контролируемых параметров и методов контроля параметров, подробная информация представлена в работе [5].

Для экспериментальной системы мониторинга работоспособности было установлено 104 датчика. Схема полунатурного стенда и места размещения датчиков представлены на рисунке 1, а, «изображение полунатурного стенда для испытаний трансмиссии ВКЛА» и рисунке 1, б, «изображение полунатурного стенда для испытаний несущего винта» (а – 1 кронштейн с установленными датчиками частоты вращения, 2 кронштейн на опоре вала с установленными датчиками угловых перемещений, 3 кронштейн на промежуточном редукторе с установленными датчиками угловых перемещений, 4 кронштейн с установленными датчиками вибрации, 5 диски, 6 блок-регистратор, 7 датчик вибрации (установленный на промежуточном редукторе), 8 индуктор, 9 промежуточный редуктор, 10 хвостовой редуктор, 11 хвостовой вал, 12 главный редуктор, 13 опора хвостового вала с датчиками, 14 электрические кабели, 15 тормозное устройство; б – 16 лопасти с волоконно-оптическими датчиками деформации и температуры и тензорезисторами (рисунок 2), 17 блок-регистратор, 18 антенна, 19 бортовой вычислитель).

Подробный алгоритм получения данных диагностики и методика их анализа при помощи искусственной нейронной сети представлен в работе [5].

Полученные наборы данных системы мониторинга работоспособности каждого объекта были приняты как характеристика ресурса с целью последующей обработки искусственной нейронной сетью.

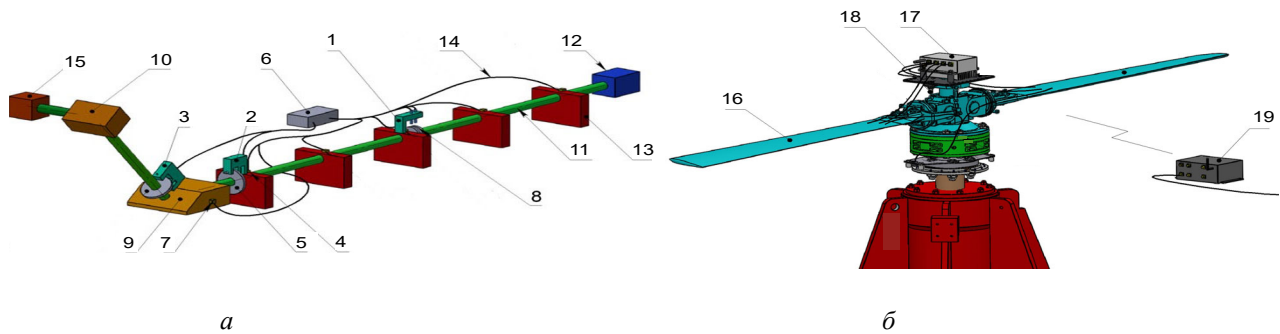
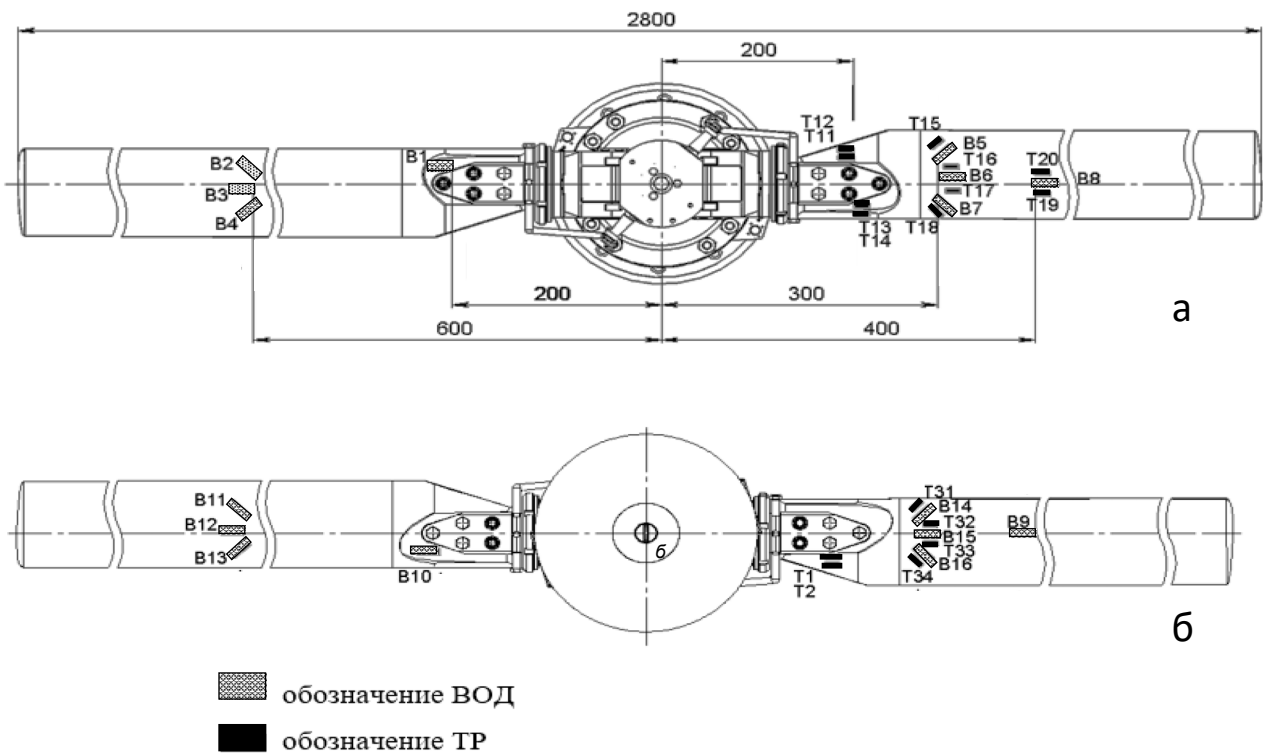


Рисунок 1 – Изображение полунатурного стенда для испытаний трансмиссии ВКЛА



a – проекция сверху; *б* – проекция снизу

Рисунок 2 – Схема размещения волоконно-оптических датчиков деформации и температуры в проекции части стенда с несущим винтом

Таким образом, задача применения искусственной нейронной сети заключается в прогнозировании времени до предельного состояния ресурса объектов контроля полунатурного стенда винтокрылого летательного аппарата без учета типа дефектов, представленного уравнением

$$P(T_{\text{пр}}) = \int_{T_{\text{пр}}}^{\infty} P(T_{\gamma}) dT_{\text{пр}}, \quad (1)$$

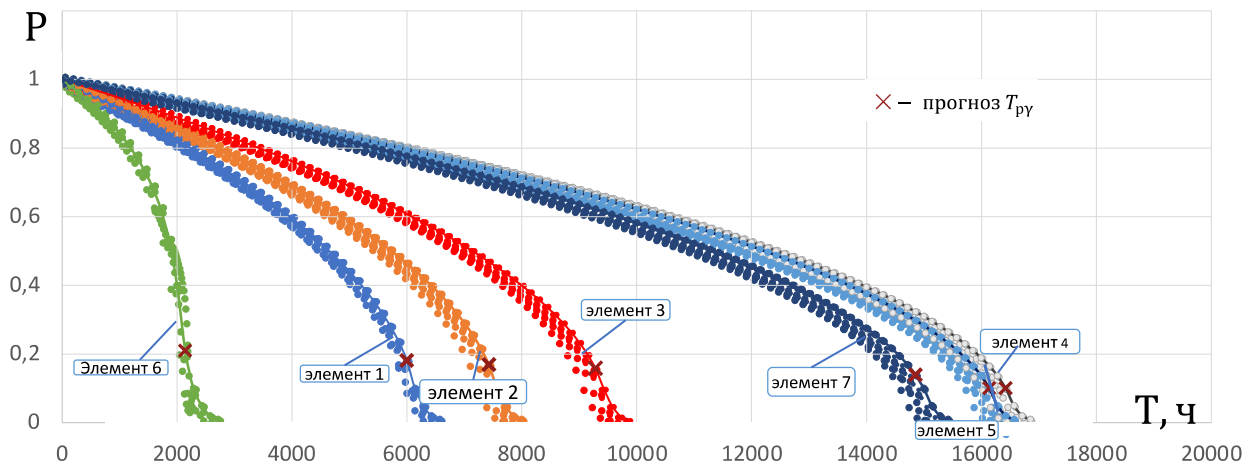
где $T_{\text{пр}}$ – наработка до предельного состояния (ресурса).

Временные последовательности X данных системы мониторинга работоспособности, полученные при моделировании на стенде дефектного состояния $P(T)$, можно записать как

$X(P(T))$. Время T_{py} – появление значений $X(P(T))$ принимается за момент наступления неисправности и считается значением ресурса конкретного объекта полунатурного стенда.

Было принято, что прогнозирование оставшегося срока полезного использования для объектов полунатурного стенда на основе набора прогнозных данных $T_{py} = (D_{CMP})$ моделируется на основе работы искусственной нейронной сети в полетных часах. Как

рассмотреть возможность применения метода прогнозирования ресурса объектов полунатурного стенда на основе работы искусственной нейронной сети в полетных часах.



Полученные результаты экспериментальной отработки метода предиктивной диагностики системы мониторинга для полунатурного стенда винтокрылого летательного аппарата, заключающегося в прогнозировании ресурса объектов контроля, позволяют сформировать направление дальнейших исследований применения искусственного интеллекта при моделировании предиктивной модели технического обслуживания винтокрылых летательных аппаратов в частности, и как директивного инструмента для проектирования и производства винтокрылых летательных аппаратов в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bel'skii, A. B. Forecasting the Technical Condition of Rotorcraft Units Based on Neural Network Modeling / A. B. Bel'skii, O. A. Esipovich, B. B. Safoklov // Russian Aeronautics. – 2023. – № 66 (4). – P. 633–644.
2. Бельский, А. Б. Экспериментальное апробирование применения искусственных нейронных сетей в системах диагностики для оценки и прогнозирования технического состояния агрегатов винтокрылых летательных аппаратов // А. Б. Бельский, О.А. Есипович, Б. Б. Сафоклов // Известия вузов. Авиационная техника. – 2024. – № 1. – С. 109–115.
3. Serebryansky S., Shkurin M. Predictive Assessment of the Development of Unmanned Aviation System / S. Serebryansky, M. Shkurin // Journal of Engineering Science and Technology Review. – 2022. – Vol. 15, Iss. 6. – P. 149–154.
4. Долгов, О. С. Диагностика и прогнозирование ресурса взлетно-посадочных устройств с использованием искусственных нейронных сетей / О. С. Долгов, Б. Б. Сафоклов, А. А. Смагин // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2022. – № 2. – С. 3–10.

О СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ НА ПЕРИОД ДО 2035 ГОДА

В соответствии с поручением Премьер-министра Республики Беларусь Национальная академия Беларуси совместно с заинтересованными разрабатывает Стратегию развития беспилотных систем на период до 2035 года (далее – Стратегия) и Комплексную программу развития беспилотных систем до 2030 года (далее – Комплексная программа).

Известно, что в современных условиях формирования техносферы белорусская экономика остается высокочрезвычайно затратной и в силу своего открытого характера подвержена сильному негативному влиянию внешних факторов. Высокая материалоемкость и зависимость от поставок импортных сырьевых и энергетических ресурсов, значительный износ основных средств формируют добавочную себестоимость, импортную зависимость производимой продукции, снижают конкурентоспособность субъектов хозяйствования и белорусских товаров на внутреннем и внешних рынках [1].

Разработка и производство беспилотных систем (далее – БС) является отраслью высоких технологий. Приоритеты исследований и разработок данной отрасли отражают глобальные тренды научно-технического развития, а также интересы общества, государства и бизнеса. Ключевым показателем уровня развития науки и инноваций – наукоемкость ВВП [2]. В развитых странах мира наукоемкость составляет 2,5–3 % от ВВП, что является одним из ведущих факторов достижения технологического лидерства. В Беларуси наукоемкость ВВП в последние годы находится на уровне не выше 1,0 %, что ниже порогового значения. Планирование науки и инноваций есть единство научно-технического и экономического планирования, а в условиях ограниченных ресурсов определяющим в этом единстве является экономическое планирование.

Среднегодовой темп роста мирового рынка БС традиционно формируют страны Азии, Северной Америки и Европы.

Более 80 % на мировом рынке занимают БЛА мультироторного и вертолетного типа, летательные аппараты самолетного и других типов занимают оставшуюся часть рынка. Структуру мирового рынка беспилотной авиации по отраслевому признаку в большей степени формирует сектор оказания услуг с помощью БАС. Другие сегменты рынка – производство БАС и их составных частей, в том числе разработка программного обеспечения, занимают не более 20 % рынка.

Основные национальные интересы Республики Беларусь в экономической сфере, наряду с другими, предусматривают внедрение перспективных технологий в экономику страны, развитие цифровых технологий, развитие экономики и других сфер, основанное на современных знаниях и научно-технологическом потенциале, а также создание инновационных технологий, обеспеченность различных сфер деятельности общества и государства научными кадрами [1, 2].

В этих противоречивых условиях нельзя допустить консервативного пути развития отечественных БС. Поэтому предлагается придать модульный характер стратегии развития БС (модульная стратегия) на основе на основе располагаемых и формирующихся базовых отечественных технологий с учетом зависимости от импорта и востребованности БС в обеспечении национальной безопасности, социально-экономического развития и экспортного потенциала страны. Под модулями понимаются субъекты деятельности и процессы развития БС по стратегическим направлениям.

В соответствии со сложившимися предпосылками, долгосрочностью действия Стратегии, а также ее модульным характером и общеизвестными факторами обеспечения конкурентоспособности отечественных БС, переход к новым технологическим укладам и производствам, их масштабированию выступает основой целеполагания перспективного

развития целостной тетрады БС в условиях глобальной конкуренции. Под тетрадой БС понимается весь «парк» основных БС, используемых по предназначению, государственный (четвертый) сектор их создания (воспроизводства), в том числе образовательные услуги и «человеческий капитал», промышленный комплекс производства (воспроизводства) БС и совокупность эксплуатирующих их организаций с соответствующей инфраструктурой и нормативно-правовым обеспечением. Существование и развитие тетрады отечественных БС охватывается следующими направлениями:

- производство БЛА различного назначения;
- производство наземных беспилотного транспорта;
- создание над- и подводного беспилотных аппаратов;
- подготовка кадров;
- развитие инфраструктуры для использования БС;
- безопасность движения наземных БС;
- безопасность беспилотного судоходства;
- безопасность беспилотного плавания малоразмерных судов;
- эксплуатация БЛА.

Стратегия является отраслевым документом стратегического планирования, определяющим развитие и формирование в Республике Беларусь перспективного облика беспилотных технических систем на период до 2035 года, создание инфраструктуры отрасли БС, в том числе для безопасного применения БС и наращивания ее «человеческим капиталом».

Стратегия охватывается долгосрочной стратегией формирования и развития модели белорусской экономики, основанной на интеллекте, – «Беларуси Интеллектуальной».

В Стратегии и Комплексной программе используются следующие основные термины и определения: беспилотная система, беспилотное транспортное средство, робот и др. Под БС понимается класс (вид, направление) техники, представляющий собой совокупность функционально и организационно взаимосвязанных образцов, составных частей и/или элементов для использования по предназначению без экипажа и обслуживающего технического персонала на борту. Беспилотное транспортное средство – техническое средство, предназначенное для перевозки людей и/или грузов, функционирующее без экипажа на борту или без штатного персонала, обслуживающего транспортное средство в движении (перемещении). Робот – автоматическая машина (устройство) или исполнительный механизм, программируемый по двум или более степеням подвижности, обладающие определенной степенью автономности и способные перемещаться во внешней среде с целью выполнения задач по предназначению.

Наблюдается устойчивый рост инвестиций в проекты БС. Инвестиции США и Китая занимают 75 % от всего объема инвестиций.

В авиационной среде, на данный момент, БАК входят в число самых перспективных классов техники. Они используются в силовых ведомствах, а также применяются в гражданском коммерческом секторе. Лидирующими отраслями в мире по объему заказанных услуг с применением БЛА являются энергетический сектор, строительство и сельское хозяйство. Самыми популярными видами работ, осуществляемых с помощью БЛА, являются работы в области геодезии и картографии, патрулирование объектов и съемочные работы.

На рынке БЛА традиционно лидируют США и КНР. Соединенные Штаты Америки лидируют по оказанию услуг с помощью БЛА, а КНР является мировым лидером по производству БАК. По оценке экспертов, более 80 % в мире БАК произведено в КНР.

Целевые показатели Стратегии развития БС отражают основные составляющие направлений развития БС по следующим группам:

1. Производство БЛА, наземного беспилотного транспорта, над- и подводного транспорта.
2. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.
3. Создание инфраструктуры для использования БС.
4. Подготовка кадров для создания и эксплуатации БС.
5. Обеспечение безопасности применения БС.

6. Совершенствование нормативно-правовой базы.

Целевыми показателями 1-й группы являются количества произведенных БЛА, наземного беспилотного транспорта, над- и подводных беспилотных аппаратов за период до 2030 года, 2-й группы – количества выполненных НИОКР по исследованиям и разработке БЛА, наземного беспилотного транспорта, над- и подводных беспилотных аппаратов за период до 2030 года, 3-й группы – количества восстановленных, созданных и модернизированных объектов инфраструктуры для беспилотных воздушных и космических систем, наземного беспилотного транспорта, над- и подводных беспилотных аппаратов за период до 2030 года, 4-й группы – количества подготовленных специалистов для разработки и производства БС и для их эксплуатации за период до 2030 года, 5-й группы – количества средств (устройств) подавления БЛА, участков (зон) использования наземного беспилотного транспорта, оборудованных мест для применения над- и подводных аппаратов, 6-й группы – количество разработанных необходимых нормативных правовых актов в сфере БС за период до 2030 года. Номинальные значения целевых показателей Стратегии развития беспилотных систем приведены в Комплексной программе развития БС на период до 2030 года, посредством которой реализуется Стратегия.

Комплексная программы развития БС на период 2026–2030 годы реализуется по следующим направлениям:

Подпрограмма 1» Организация производства беспилотных систем» (БЛА различного назначения, наземный беспилотный транспорт, над- и подводные беспилотные аппараты).

Подпрограмма 2» Разработка беспилотных аппаратов, систем и комплектующих» (Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки).

Подпрограмма 3» Развитие инфраструктуры для использования беспилотных систем.

Подпрограмма 4» Кадровое обеспечение развития беспилотных систем».

Подпрограмма 5» Стандартизация, оценка соответствия и нормативно-правовое обеспечение производства и применения беспилотных систем».


Подпрограмма 6 «Безопасность».

Генеральным результатом реализации Стратегии должно стать создание такой высокоэффективной и конкурентоспособной отрасли экономики, как отрасль БС, которая позволит сохранить и развить в Беларуси высококвалифицированный «человеческий потенциал», отечественные междисциплинарные интеллектуальные технологии и способы производства, обеспечивающие новое качество экономического роста и реформирование экономики.


СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2024. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 01.10.2024.

2. Национальная стратегия устойчивого социально- экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Минск, 2024. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 30.09.2024.



СЕКЦИЯ 1.
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
В АВИОНИКЕ, СИЛОВЫХ УСТАНОВКАХ
И КОНСТРУКЦИЯХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ



УДК 658.2

А. М. Абдувалиев

*Ташкентский государственный транспортный университет
(г. Ташкент, Республика Узбекистан)*

АВТОМАТИЗИЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ МЕХАНООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА СТАНКАХ С УСТРОЙСТВОМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Современный уровень развития авиационного механообрабатывающего мелкосерийного производства в значительной степени определяется используемыми материалами, технологией и парком металлорежущих станков. Одним из ее основных характеристик является большая номенклатура обрабатываемых деталей, т. е. широкий диапазон изменения размеров и обрабатываемых материалов и соответствующее им разбросом размеров, различием твердости и жесткости деталей.

В настоящее время повышение производительности и эффективности при механообработке деталей воздушных судов в мелкосерийном производстве достигается применением станков с устройством числового программного управления (УЧПУ). Однако, отсутствие информации об истинных состояниях внешних технологических воздействий или параметров процесса механообработки препятствует возможности автоматического обеспечения высокого качества деталей на станках с УЧПУ.

Особенностью рыночных отношений является постоянное повышение конкурентоспособности и качество продукции. Для этого необходимо повышать производительность, т. е. сокращать время всего производственного цикла производства путем рациональной автоматизации. Отличное качество продукции обеспечивается следующими основными факторами: значительным уровнем технологического оборудования с высокой точностью, стабильностью обработки, системой контроля качества продукции на всех этапах технологического процесса, начиная от входного контроля до выходного контроля готовых изделий. Таким образом, главной целевой задачей работ по автоматизации производства является приоритет достижения более высокого качества продукции при минимальных затратах времени и высокой производительности обработки.

Актуальность данной работы характеризуется и тем, что перспективы развития авиакосмической отрасли, характеризующиеся обработкой сложных, точных и дорогих деталей и производством современных станков с УЧПУ, в Республике Узбекистан обуславливают необходимость и целесообразность применения систем многопараметрического контроля и управления технологическими процессами механообработки деталей в наибольшей степени влияющий на качество продукции.

Научные исследования, направленные на создание методов, алгоритмов и программных обеспечений процесса контроля и управления технологическими процессами механообработки на станках с ЧПУ в условиях автоматизации производства проводятся в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира США, Великобритании, Японии, России, Франции, Китая, Италии, Германии, Белоруссии и других.

В публикациях международных компаний и научных центров, таких как GERMО, Ямазаки, Renishaw, Московским государственным техническим университетом им. Н. Э. Баумана, Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (Россия), Московском государственном техническом университете «Станкин» (Россия), Институте машиноведения им. А. А. Благонравова (Россия), в Ташкентском государственном транспортном университете (Узбекистан) и других отмечается, что развитие систем контроля и управления происходит в направлении совершенствования с учетом требований современных производственных отношений, выпуска конкурентной и качественной продукции.

В результате исследований, проведенных по разработке и достижений методов контроля и управления технологическими процессами механообработки считается целесообразным проведение исследований по совершенствованию их, системному подходу и разработки системы многопараметрического контроля и управления, с учетом решения оптимизационных задач связанной со структурой, алгоритмов и методов с учетом влияния внешних технологических воздействий и параметров процесса механообработки.

В настоящее время на станках с УЧПУ применяют методы контроля, обеспечивающие заданную точность тех или иных параметров технологических процессов механообработки авиационных деталей. Однако в научных исследованиях задача системно и взаимосвязано на всех этапах технологического процесса, начиная от входного контроля заготовок до выходного контроля готовых деталей, с учетом технических характеристик станков с УЧПУ, влияния входящих технологических факторов, параметров процесса механообработки и особенностями функционирования автоматических производственных система не рассмотрена [1].

Исходя из этого не исследованы оптимизационные задачи: методы автоматического контроля, автоматического подхода измерительных головок, алгоритмы движения измерительных головок, модели контроля и идентификации базовых поверхностей, методы и алгоритмы управления установкой детали и методы выбора оптимальных режимов резания, обеспечивающие высокую точность, производительность и эффективность технологического процесса механообработки деталей [2].

В связи с вышеотмеченным возникает необходимость дальнейшего совершенствования и создания эффективных систем многопараметрического контроля и управления технологическими процессами механообработки на станках с ЧПУ в автоматических производственных системах.

Таким образом, целью данной работы состоит в повышении точности, производительности и эффективности процесса механообработки деталей воздушных судов с применением системы многопараметрического контроля и управления на станках с УЧПУ.

На основе поставленной задачи и проведенных экспериментальных исследований получены следующие научные и практические результаты:

- разработана структура система многопараметрического контроля и управления технологическими процессами механообработки деталей для станков с УЧПУ гибких производственных систем;
- разработана математическая модель контроля и идентификации погрешности установки корпусных деталей на станках с УЧПУ;
- оценена погрешность измерительных головок в процессе автоматического контроля погрешности установки деталей;
- разработаны методы автоматического контроля входного, текущего, выходного и статистического контроля деталей и решена задача выбора методов автоматического подхода измерительных головок в зависимости от диапазона погрешности установки;
- решена задача выбора метода обработки результатов измерений для идентификации базовых поверхностей деталей в зависимости от отклонения формы и диапазона погрешности их установки;
- разработана система адаптивного управления процессом резания на основе измерения термоэлектродвижущей силы на станках с УЧПУ.

Таким образом, внедрение в производство результатов научных исследований по разработке системы многопараметрического контроля и управления обеспечит повышение точности, производительности и эффективности технологических процессов механообработки деталей воздушных судов на станках с УЧПУ в условиях автоматизации производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдувалиев, А. М. Система многопараметрического контроля и управления технологическими процессами в условиях автоматизации производства / А. М. Абдувалиев //

Ресурсосберегающие инновационные технологии в литейном производстве: междунар. научно-техн. конфер., Ташкент, 2024 г. – Ташкент, 2024. – С. 176–178.

2. Абдувалиев, А. М. Исследование методов определения оптимальных режимов резания для станков с устройством числового программного управления гибких производственных систем / А. М. Абдувалиев // Инновация и комплексная переработка минерального сырья – актуальные составляющие диверсификации экономики: материалы междунар. научно-практич. конфер., Алматы, 2024 г. – Алматы, 2024. – Т. 2. – С. 97–99.

УДК 621.45.038

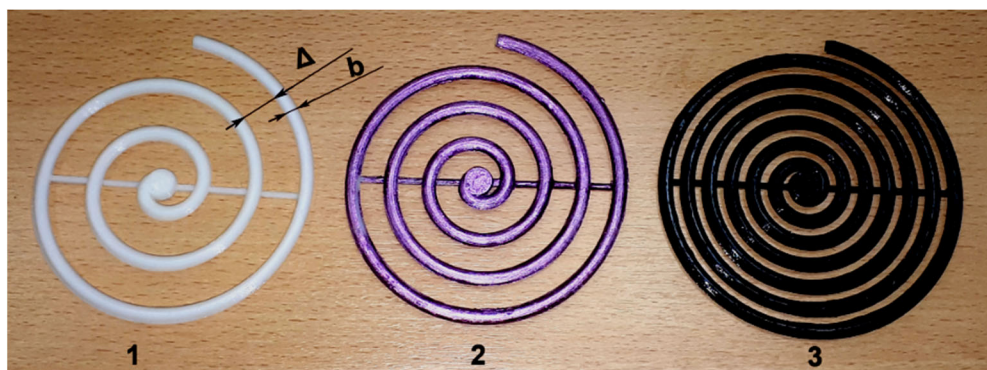
С. Е. Белова, Р. Р. Дехьян Нахджаван Тапэ, А. Н. Сутягин

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

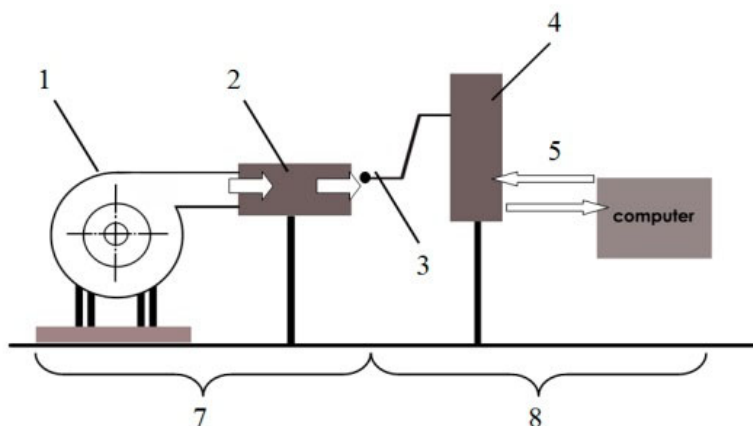
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ СПИРАЛИ АРХИМЕДА С ЦЕЛЬЮ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТУРБУЛИЗАТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Практикой проектирования охлаждаемых лопаток турбин ГТД предусмотрено расположение во внутренних каналах турбулизаторов различных форм (штырьки, ребра, матрица и т. д.). Турбулизация потока позволяет увеличить интенсивность теплоотдачи, тем самым способствуя более эффективной работе охладителя и снижению температуры лопатки.

С целью определения эффективности спирали как турбулизатора было выполнено экспериментальное исследование обтекания единичных Архимедовых спиралей разной геометрии и комплекта из трех Архимедовых спиралей (рисунок 1). Модели спиралей, созданные в Unigraphics NX, напечатаны на 3D-принтере. Исследовались спирали разной геометрии. Эксперимент проводился на открытой аэродинамической трубе (рисунок 2), в выходном сечении сопла которой была установлена модель спиралевидного турбулизатора. Аэродинамическая труба с низконапорным вентилятором позволяла получить приведенную скорость потока в выходном сечении $\lambda = 0,09 \dots 0,1$. Эксперимент проводился при атмосферном давлении $B = 99725$ Па и температуре $T_{в} = 297$ К. С целью нивелирования влияния различных факторов на процесс обтекания модель спирали устанавливалась в выходном сечении сопла аэродинамической трубы в цилиндрическом канале (рисунок 3).



1 – спираль 1; 2 – спираль 2; 3 – спираль 3;
 Δ – расстояние между витками; b – ширина витка; n – количество витков
Рисунок 1 – Модели спиралей



1 – двигатель; 2 – модель; 3 – приемник давления; 4 – ввод и вывод информации; 5 – контроллер;
6 – компьютер; 7 – аэродинамическая труба; 8 – измерительный блок

Рисунок 2 – Схема экспериментального стенда

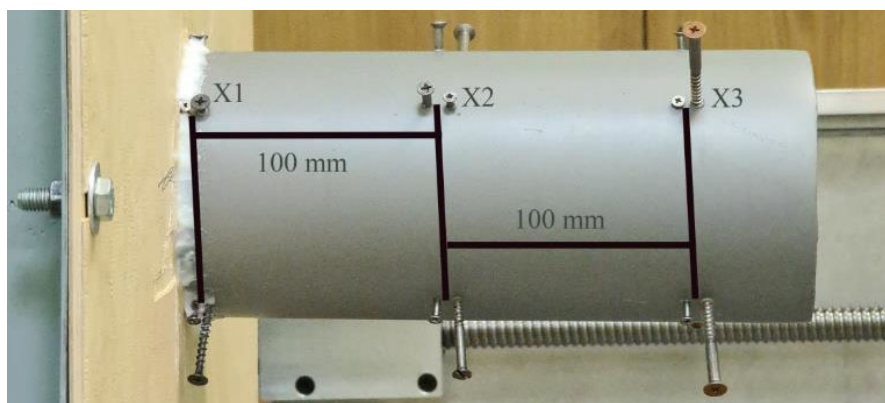


Рисунок 3 – Цилиндрический канал с тремя положениями спирали (X1, X2 и X3)

Измерение давления за спиралью проводилось с помощью компьютеризированного измерительного блока, позволяющего передвигать приемник давления (трубка Пито) по заранее составленной программе. Приемник давления двигался по радиусу спирали. Для каждого радиуса приемник передвигается влево, а затем останавливается в 10 точках по направлению от центра к периферии. После прохода каждого радиуса приемник давления перемещался в центр. Измерения давления автоматически записывались для разных радиусов.

Исследование обтекания трех спиралей позволило сделать выводы о высокой степени турбулизации потока за спиралью. Установка спирали во внутреннем канале лопатки непосредственно рядом с передней кромкой позволит создать интенсивно закрученный поток, который будет распространяться вверх по передней кромке, что поспособствует увеличению эффективности охлаждения.

Проведенное исследование структуры течения через спираль показало, что этот тип турбулизатора позволяет получить более высокий уровень турбулизации потока, что приведет к более эффективному отводу тепла (рисунок 4).

Сравнение распределения избыточного давления за спиралью в случае использования одной спирали и комбинации трех спиралей показало ряд важных результатов. Очевидно, что сочетание трех спиралей снижает давление потока почти в два раза. Одна спираль позволяет получить более высокую турбулентность потока при приемлемом уровне давления. Причем точки локальных максимумов и минимумов показывают закрутку воздушного потока в направлении закрутки спирали (рисунок 5).

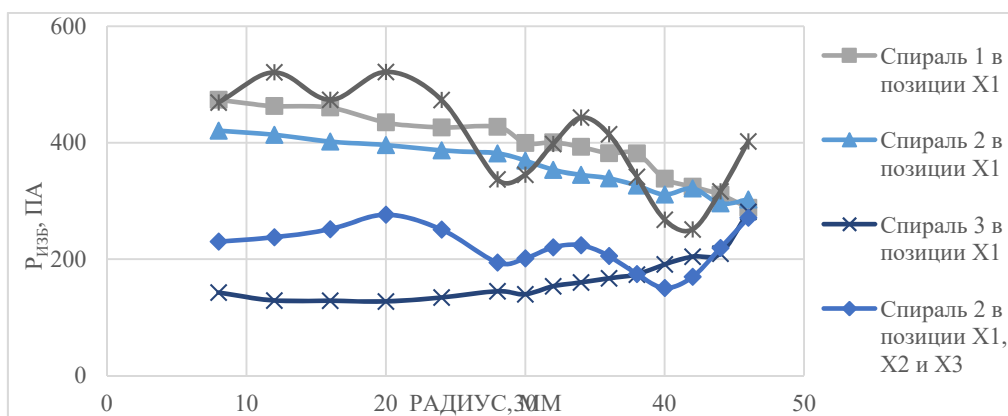


Рисунок 4 – Сравнение изменения избыточного давления по радиусу спиралей

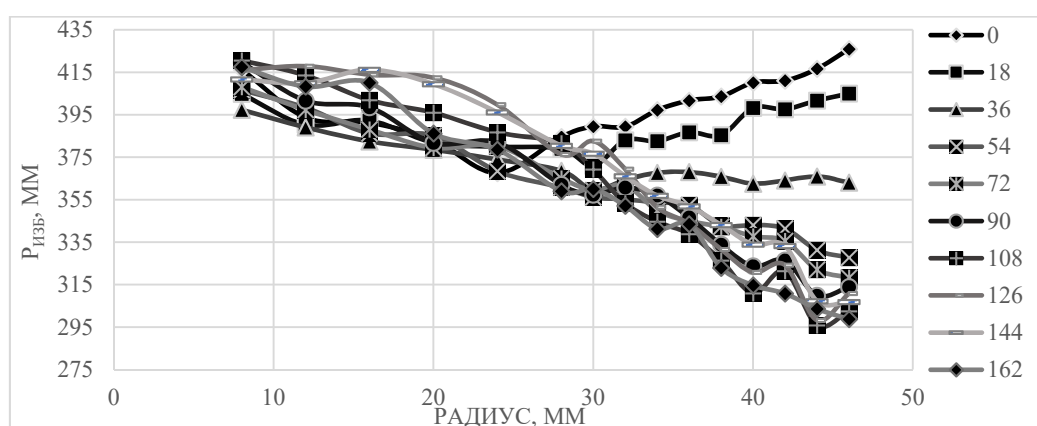


Рисунок 5 – Изменение давления по 10 радиусам спирали № 3

Вихревые структуры, сходящие с соседних витков, в некоторых зонах спирали очень быстро объединяются в одну. Это дает более сильные пульсации давления в периферийных зонах спирали.

Было также исследована зависимость степени неравномерности потока за спиралью от расстояния между спиралью и приемником давления. Исследование проводилась для спирали № 2, расстояние до приемника менялась от 40 мм до 240 мм. Осредненные результаты измерения давления по радиусу, расположенному под углом 110, 111 и 112 градусов, представлены на рисунке 6.

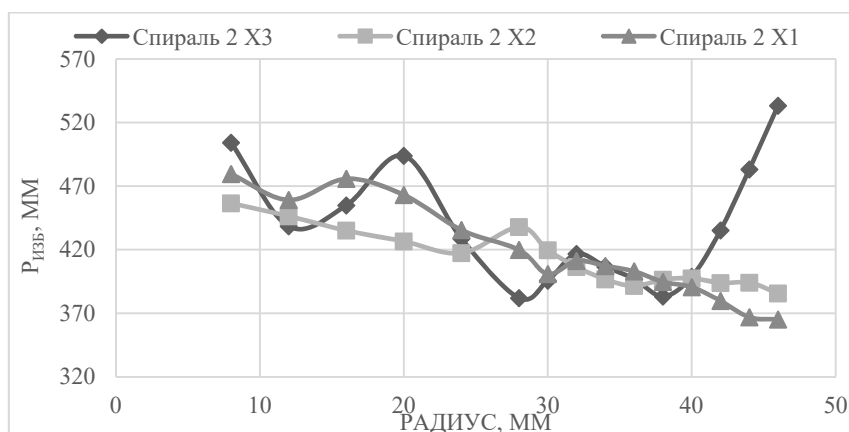


Рисунок 6 – Изменение давления по радиусу спирали № 2, установленной последовательно в позициях X1, X2 и X3 (осреднение по углам 110, 111 и 112 градусов)

На основании данного эксперимента получена эмпирическая зависимость позволяющая оценить степень неравномерности давления за спиралью на некотором расстоянии до нее.

$$\Delta P = 40,783e^{0,0043x},$$

где ΔP – максимальная разница между локальными максимумом и минимумом давления, Па;
 x – расстояние от спирали, мм.

Данная зависимость позволит определять эффективность спирали с соотношением $\Delta/b = 2,05$, а также рассчитывать расстояние между спиральями при использовании комплекта спиралей.

УДК 369.2

Д. Е. Бичуков, В. Л. Николаенко

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ «СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ» В АВИАЦИИ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Выбор материалов для авиастроения – это сложный процесс, требующий баланса между прочностью, легкостью, стоимостью и другими характеристиками. Современная авиация использует широкий спектр материалов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. При выборе материалов в авиации учитываются такие факторы, как прочность, легкость, стоимость, технологичность, коррозионная стойкость, жаропрочность.

С целью создания наилучшего летательного аппарата по всем возможным параметрам используются как традиционные, так и внедряются и разрабатываются современные материалы.

К традиционным относятся различные сплавы: алюминиевые, стальные, титановые (рисунок 1).



Рисунок 1 – Лопатки компрессора, выполненные из титана

К современным материалам относятся композиционные, приобретающие в последние годы наибольшую популярность. Они состоят из армирующего волокна (углеродного, стеклянного, арамидного) и полимерной матрицы. Они обладают высокой прочностью при малом весе, что позволяет создавать более легкие и топливоэффективные самолеты. Композиты широко используются для изготовления крыльев (рисунок 2), фюзеляжа и других элементов конструкции [1].



**Рисунок 2 – Крыло, выполненное из сотового заполнителя переменной высоты
Расчет элементов конструкций в авиации**

1) Прямой изгиб:

- Описание: изгиб, при котором изгибающий момент действует в плоскости, проходящей через одну из главных центральных осей инерции поперечного сечения балки.

- Причины: возникает при действии поперечных сил, например, при посадке самолета, создавая изгибающий момент в крыле или фюзеляже.

- Примеры: крыло самолета при взлете и посадке, балки шасси (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Шасси сломалось у самолета L-410 при взлете
во время тренировки в Якутске 17 апреля 2023**

2) Косой изгиб:

- Описание: изгиб, при котором изгибающий момент действует в плоскости, не совпадающей ни с одной из главных центральных осей инерции поперечного сечения балки.

- Причины: возникает при несимметричном расположении нагрузки, например, при односторонней подвеске двигателя – как следствие возникает кренящий момент у самолета, (рисунок 4), нарушение центра масс и т. д.

- Примеры: фюзеляж самолета при несимметричной загрузке.

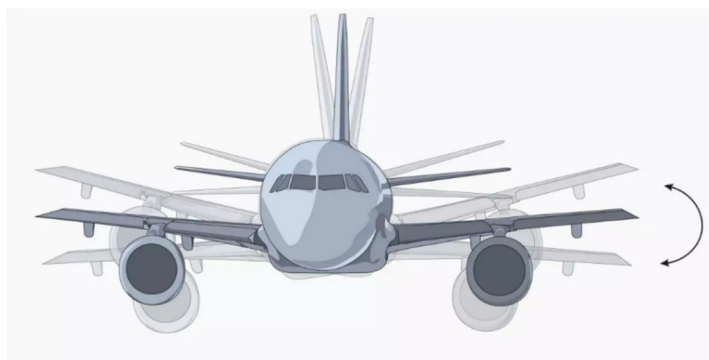


Рисунок 4 – Момент крена у самолета

3) Локальный изгиб:

- Описание: изгиб, возникающий в ограниченной зоне балки, например, в месте концентрации напряжений или вблизи отверстия.

- Причины: концентраторы напряжений, вызванные резкими изменениями геометрических характеристик балки (отверстия, вырезы), или неравномерное распределение нагрузки.

- Примеры: место крепления крыла к фюзеляжу, зона вокруг отверстия под болт, разрыв обшивки фюзеляжа (рисунок 5).



Рисунок 5 – Разрыв обшивки фюзеляжа

Изгибы могут возникать по различным причинам:

- Поперечные силы: силы, перпендикулярные оси балки, вызывают изгибающий момент и приводят к изгибу.

- Распределенные нагрузки: вес самолета, пассажиров и груза распределяется по поверхности крыла и фюзеляжа, создавая изгибающие моменты.

- Динамические нагрузки: маневрирование, турбулентность, посадка и взлет вызывают динамические нагрузки, приводящие к переменным изгибающим моментам.

- Температурные нагрузки: разница температур между верхней и нижней поверхностями крыла может вызывать изгиб.

Как следствие, изгиб приводит к деформации балки, а порой и ее к полному разрушению.

Для обеспечения прочности и надежности конструкции самолета необходимо проводить расчеты на прочность и жесткость балок с учетом всех возможных видов изгибов. При этом используются методы сопротивления материалов, а также современные методы компьютерного моделирования.

Основные методы расчета:

- Метод сечений: позволяет определить внутренние силовые факторы (изгибающие моменты, поперечные силы) в любом сечении балки.

- Метод начальных параметров: используется для расчета балок с переменным сечением и сложной нагрузкой.

- Метод конечных элементов: позволяет моделировать сложные конструкции и анализировать напряженно-деформированное состояние с высокой точностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гиясов, Б. И. Трехслойные панели из полимерных композиционных материалов: учебное пособие / Б. И. Гиясов, Н. Г. Серёгин, Д. Н. Серёгин – М. : Издательство АСВ Москва, 2015. – 64 с.

2. РИА НОВОСТИ: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20230417/samolet-1865860353.html>. – Дата доступа: 05.11.2024.

УДК 544.421

С. В. Василевич, С.О. Стойко, К. Б. Подболотов

Белорусская государственная академия авиации

ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ

Исследование термохимических каталитических процессов было проведено в изотермических условиях. Скорость термического гомогенного разложения масел определялась следующим образом. Образец масла массой 1,000 г наливался в лабораторную керамическую емкость и помещался в печь SNOL7,2/1300 (ОАО «Умега», Российская Федерация), позволяющую поддерживать постоянную температуры среды в интервале температур 200–1300 °С с точностью ± 2 °С. При исследовании термокаталитического разложения также в лабораторную емкость, содержащую образец масла, насыпалось 0,100 г каталитического материала. Образцы масел выдерживались в печи при заданной постоянной температуре. После выдержки в течение установленного периода времени кювета извлекалась из печи и взвешивалась на электронных весах Pioneer PA214C 210/0.1mg (OHAUS Corporation) с дискретностью 0,1 мг.

Степень конверсии определялась по формуле

$$\alpha = \frac{(m_0 - m_t)}{m_0}, \quad (1)$$

где m_0 – исходная масса образца масла, г; m_t – масса образца в момент времени t , г.

Для исследования применены синтезированные на основе составов с использованием глицина в качестве восстановителя при $\varphi - 2,5$ и количестве моль нитрата аммония на 1 моль молибдата аммония 10 (катализатор 1) и 30 (катализатор 2) моль.

Для определения механизма (модели) реакции термокаталитического разложения рассчитывались значения интегральной кинетической функции моделей $g(\alpha)$ к значению времени реакции [1–7].

Для выявления механизма реакции термоконверсии вычислялось значение коэффициент корреляции (R^2) для линейной аппроксимации зависимостей интегральных функций для каждой модели от времени. Так как известно, что $g(\alpha) = k \cdot t$, а константа скорости (k) не зависит от времени (t), то условием корректности выбранной модели является $R^2 \rightarrow 1$.

Анализ экспериментальных данных, установленных в настоящей работе, показал, что кинетика термического разложения авиационных масел в изотермическом процессе, в условиях выполненных исследований для всех случаев определяется уравнением Аврами – Ерофеева ($R^2 > 0,995$):

$$[-\ln(1 - \alpha_t)]^n = kt, \quad (2)$$

где n – некоторый показатель, равный 0,5; k – константа скорости формальной реакции разложения вещества, мин^{-1} ; t – время выдержки образца при температуре разложения, мин.

Значение константы скорости, усредненное по всем экспериментальным точкам, можно рассчитать по формуле

$$k = \frac{\sum_{i=1}^m k_i}{m}, \quad (3)$$

где k_i – вычисленное значение константы скорости ($k_i = g(\alpha)/t_i$) в момент времени t_i , m – число экспериментальных точек.

Преобразование уравнения (2) позволяет рассчитать значения степени разложения авиационного масла

$$X_t = 1 - \exp(-(k \cdot t)^{1/n}). \quad (4)$$

В таблице 1 приведены усредненные значения константы скорости гомогенной и каталитической термоконверсии масел, рассчитанные с использованием формулы (3)

Таблица 1 – Усредненные значения константы скорости термического разложения авиационного масла ТН-600, мин⁻¹

Тип исследования	Температура, °С			
	250	300	350	400
Гомогенное разложение	0,001668	0,009094	0,047410	0,165257
В присутствии образца 1	0,005043	0,022370	0,057910	0,183391
В присутствии образца 2	0,010642	0,037542	0,085472	0,240459

На рисунке 1 представлены экспериментальные и расчетные значения степени гомогенного термического разложения авиационного масла ТН-600 при температурах 250, 300, 350 и 400 °С.

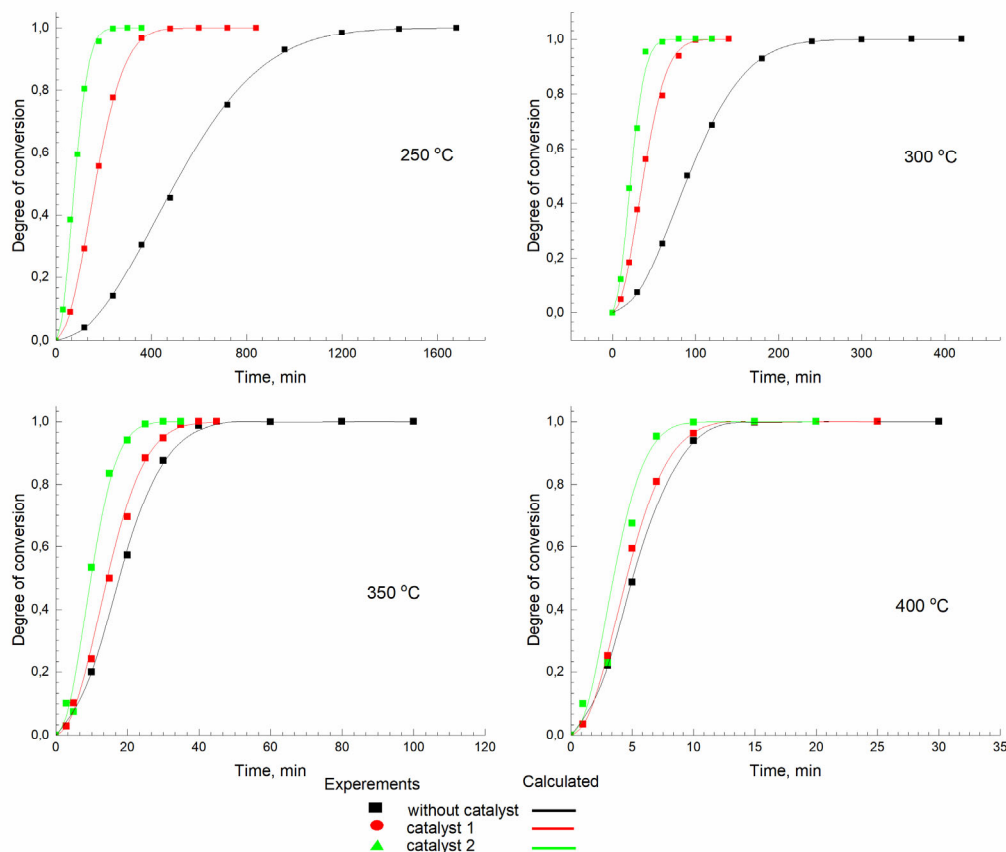


Рисунок 1 – Графики зависимости степени разложения образца масла ТН-600

Хорошее согласование экспериментальных и расчетных значений указывает на правильность и корректность выбранной модели и расчетных параметров.

Для процессов были определены значения энергии активации. Так как константа скорости определяется из уравнения Аррениуса ($k = A \cdot \exp(E/RT)$), линейная аппроксимация графика зависимости логарифма константы скорости от величины обратной температуры даст выражение $\ln(k) = \ln A - E/RT$. Для этого были построены Аррениусовские зависимости логарифма константы скорости ($\ln(k)$) от обратной величины абсолютной температуры ($1/T$).

При аппроксимации данных линейной функцией, получены следующие уравнения:
- для гомогенного процесса

$$\ln k = -\frac{10874}{T} + 14,359 (R2 = 0,9992); \quad (5)$$

- в присутствии образца 1

$$\ln k = -\frac{8266}{T} + 10,536 (R2 = 0,9964); \quad (6)$$

- в присутствии образца 2

$$\ln k = -\frac{7161,8}{T} + 9,155 (R2 = 0,9958). \quad (7)$$

В таблице 2 приведены значения рассчитанных энергии активации и предэкспоненты для рассматриваемых случаев.

Таблица 2 – Значения Аррениусовских параметров

Тип исследования	E , кДж/моль	A , мин ⁻¹	R^2
Гомогенное разложение	90,41	$1,72 \cdot 10^6$	0,9992
Катализатор 1	68,72	$3,76 \cdot 10^4$	0,9964
Катализатор 2	59,54	$9,46 \cdot 10^3$	0,9958

В соответствии с этими величинами Аррениусовское выражение для константы скорости разложения авиационного масла ТН-600 запишется в виде:

- при гомогенном процессе разложения: $k = 1,72 \cdot 10^6 \cdot \exp(-90410/RT)$;
- в присутствии образца 1: $k = 3,76 \cdot 10^4 \cdot \exp(-68720/RT)$.
- в присутствии образца 2: $k = 9,46 \cdot 10^3 \cdot \exp(-59540/RT)$.

Из приведенных данных видно, что энергия активации термokatалитического разложения авиационного масла ТН-600 в присутствии катализатора 2 ниже, чем при их гомогенном разложении на 30,87 кДж/моль и константа скорости разложения масел в присутствии этого катализатора в среднем в 3,44 раза больше.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kissinger, H. E. Reaction kinetics in differential thermal analysis / H. E. Kissinger // Anal. Chem. – 1957. – Vol. 29. No. 11. – P. 1702–1706.
2. Friedman H. Kinetics of thermal degradation of char-forming plastics from thermogravimetry. Application to a phenolic plastic // J. Polym. Sci., Part C. 1964. Vol. 6, p. 183–195.
3. Flynn J. H. A. A quick, direct method for determination of activation energy from thermogravimetric data / J. H. Flynn, L. Wall // Polym. Lett. – 1966. – Vol. 4. – P. 323–328.
4. Ozava, T. A new method of analyzing thermogravimetric data / T. Ozava // Bull. Chem. Soc. Jpn. – 1965. – Vol. 38, No. 11. – P. 186–189.
5. Coats, A. W. Kinetics parameters from thermogravimetric data / A. W. Coats, J. P. Redfern // Nature. 1964. Vol. 201. P. 68–69.
6. Criado, J. V. Kinetic analysis of DTA data from master curves / J. V. Criado // Thermochim. Acta. – 1978. – Vol. 24, No. 1. – P. 186–189.
7. Малько, М. В. Кинетика пиролиза древесной биомассы в изотермических условиях / М. В. Малько, С. В. Василевич // Известия национальной академии наук Беларуси. Сер. физико-технических наук. – 2019. – № 3. – С. 321–331.

УДК 629.5.064

В. А. Волков

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ТЕНДЕНЦИИ К ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК

Гражданская авиация является одной из ключевых отраслей экономики любой страны, обеспечивая не только транспортировку пассажиров и грузов, но и способствуя развитию туризма, бизнеса и международных связей. В последние годы российская гражданская авиация сталкивается с множеством вызовов, которые требуют не только адаптации к новым условиям, но и переосмысления подходов к проектированию и производству авиационной техники. В 2023 году, в условиях изменяющейся международной политической обстановки и экономических санкций, актуальность темы развития силовых установок в гражданской авиации России становится особенно заметной.

Одной из главных проблем, с которой сталкивается российская авиация, является высокая степень технологической зависимости от иностранных производителей. Это касается не только самих самолетов, но и их силовых установок, которые зачастую производятся за пределами страны.

Импортозамещение в российском авиастроении – это не просто важная стратегия, но и необходимая мера для преодоления зависимостей от иностранного производства. На данный момент значительная часть пассажирских коммерческих перевозок осуществляется с использованием иностранных самолетов, что составляет 67,1 % от всего авиапарка, и на них приходится 95 % пассажирооборота. К 2030 году планируется увеличить число отечественных воздушных судов, таких как Як-42 и Superjet 100, до 1395 единиц, тогда как количество иностранных самолетов должно сократиться до 319.

Современные тенденции в области силовых установок в гражданской авиации России связаны с активным развитием гибридных технологий, направленных на повышение экологической эффективности и снижение выбросов. В последнее время наблюдается значительный интерес к разработке гибридных силовых установок (далее – ГСУ), которые сочетают в себе газотурбинные двигатели и электрические моторы. На Международном авиационно-космическом салоне МАКС-2021 был представлен макет такой силовой установки, который подчеркнул актуальность направлений в этой области. ГСУ обладают потенциалом для решения основных проблем современной авиации, включая экологические влияния, что делает их перспективными для использования в будущих моделях самолетов.

Центральный институт авиационного моторостроения (далее – ЦИАМ) активно занимается разработками ГСУ и энергетических систем с высокими параметрами, включая возможность применения водородных технологий, что может существенно снизить углеродный след авиации. Ожидается, что в следующих научно-исследовательских этапах будут разработаны более мощные гибридные установки, обладающие мощностью в 1,5–2 МВт, что значительно расширит их применение в аэрокосмической отрасли, позволяя создавать самолеты для 80–100 пассажиров. Современные силовые установки для гражданской авиации сталкиваются с множеством проблем и вызовов, требующих оперативного и инновационного подхода в разработке. Одна из главных тенденций заключается в переходе на гибридные силовые установки (ГСУ), которые предлагают возможность снизить уровень выбросов и повысить экономичность топлива. Центральный институт авиационного моторостроения (ЦИАМ) активно работает над проектированием и испытанием ГСУ для региональных самолетов, спроектированных на 30 мест, что демонстрирует успехи в этой области.

Сложности, связанные с конструкцией современных авиадвигателей, часто возникают из-за необходимости оптимизации процессов, что напрямую влияет на безопасность полетов. В частности, имеет значение работа двигателей при различных климатических условиях.

Долговечность силовых установок и их адаптация к техногенным изменениям среды требуются для поддержания нормального функционирования в условиях низких температур и высокой влажности.

Одной из актуальных проблем является использование редукционных систем в современных двигателях. Например, двигатель PW1100G, который устанавливается на Airbus A320neo, имел множество преждевременных удалений из-за их неисправностей, что сводит к необходимости тщательной работы над редукторами и камерами сгорания. Эти проблемы служат наглядным примером того, как недостатки конструкции могут негативно отразиться на общей надежности авиасистем.

Рынок демонстрирует растущий интерес к экологически чистым технологиям, направленным на уменьшение углеродного следа. Исследования показывают, что гибридные силовые установки могут играть ключевую роль в достижении этих целей, так как они образуют сетевой транспортный контур, использующий как традиционные, так и альтернативные источники энергии. В частности, адаптация таких установок к требованиям рынка даст возможность значительно сократить время на разработку и внедрение на действующие маршруты.

Для удовлетворения новых рыночных запросов потребуется оптимизация конструкции двигателей. Например, уменьшение числа лопаток в турбонасосных двигателях может привести к более малому расходу охлаждающего воздуха и, как следствие, к улучшению общего коэффициента полезного действия двигателя. Это, в свою очередь, скажется на общих эксплуатационных расходах и приведет к повышению эффективности: уменьшения веса и снижению затрат на обслуживание.

Важным аспектом разработки новых силовых установок является использование эффективных технологий обработки материалов, которые обеспечивают надежность и долговечность компонентов. Последние исследования в этой области указывают на потенциал новых методов обработки, способствующих созданию более легких и прочных элементов, что критически важно для авиатехники. Таким образом, переход на новые подходы в проектировании и производстве позволит значительно улучшить характеристики двигателей.

На пути к созданию надежных и экономичных силовых установок важно учитывать и вызовы, связанные с логистикой поставок. Импортозамещение стало серьезной стратегией, помогающей России сократить зависимость от внешних поставщиков и наладить локальные производства. Это позволит не только создать рабочие места в стране, но и снизить риски при реализации проектов.

В завершение, можно отметить, что современные силовые установки ставят перед разработчиками множество задач и вызовов, включая необходимость адаптации к новым стандартам экологии, улучшение конструкции для повышения надежности и долговечности, а также интеграцию новых технологий с целью обеспечения стабильной работы в различных условиях. Решение этих вопросов определяет будущее авиации и ее способность отвечать на требования современного рынка.

Перспективы развития силовых установок в гражданской авиации России выглядят многообещающими. С учетом текущих трендов и внедряемых технологий, можно ожидать, что в ближайшие годы отечественные производители смогут предложить конкурентоспособные решения, которые будут соответствовать современным требованиям безопасности и эффективности. Важно, чтобы государство продолжало поддерживать инициативы в области научных исследований и разработок, а также стимулировало инвестиции в эту стратегически важную отрасль.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Из АЭС в самолеты: как проходит импортозамещение... [Электронный ресурс] // trends.rbc.ru – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/6566560e9a794772aa9ce5c7>.
2. Особенности импортозамещения в авиастроительной отрасли [Электронный ресурс] // maginnov.ru – Режим доступа: https://maginnov.ru/assets/files/volumes/2023.01/innovation_01-2023_for-site-45-50.pdf.
3. «Мощность практически утраивается»: в России создается новый... [Электронный ресурс] // russian.rt.com – Режим доступа: <https://russian.rt.com/russia/article/1394359-ciam-gsu-gibrid-samolyot>.
4. Новейший российский авиационный двигатель уникален – только... [Электронный ресурс] // auto.rambler.ru – Режим доступа: <https://auto.rambler.ru/news/53722004-noveyshiy-rossiyskiy-aviatsionnyu-dvigatel-unikalen-tolko-vot-ne-goditsya-dlya-samoletov>.
5. Новейший российский авиационный двигатель уникален – только... [Электронный ресурс] // svpressa.ru – Режим доступа: <https://svpressa.ru/science/article/437125>.
6. Обзор проблем создания сверхзвукового пассажирского самолета нового поколения в части силовой установки [Электронный ресурс] / А. Д. Алendarь [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2023. – №1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-problem-sozdaniya-sverhzhukovogo-passazhirskogo-samolyota-novogo-pokoleniya-v-chasti-silovoy-ustanovki>. – Дата доступа: 12.11.2024.
7. Гибридная силовая установка – будущее авиации [Электронный ресурс] // na-journal.ru – Режим доступа: <https://na-journal.ru/11-2023-elektrotehnika/7031-gibridnaya-silovaya-ustanovka-budushchee-aviacii>.
8. Перспективы и проблемы развития авиационных газотурбинных... [Электронный ресурс] // moluch.ru. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/110/26840>.
9. Диссертация на тему «Исследование и разработка авиационной...» [Электронный ресурс] // www.dissercat.com. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-razrabotka-aviatsionnoi-gibridnoi-vspomogatelnoi-silovoi-ustanovki-na-toplivn>.

УДК 621.438+666.3-16

Ю. А. Грибков, В. П. Гончаренко

Военная академия Республики Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ КЕРАМИКИ В ГОРЯЧИХ УЗЛАХ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Одним из перспективных направлений совершенствования современных авиационных газотурбинных двигателей (далее – ГТД) является применение в высокотемпературных элементах турбин конструкционной керамики на основе нитрида кремния [1].

Свойствами, характеризующими данную керамику, являются:

- высокая жаропрочность, позволяющая сохранить свои характеристики до температур 1700–1800 К. При температурах более 1300 К ее прочность выше, чем у современных хромоникелевых сплавов;
- устойчивость к окислению и другим видам химических воздействий, что очень важно для деталей горячей части ГТД, работающих в условиях агрессивной среды;
- исключительно высокая твердость и устойчивость к эрозии;
- низкая плотность, обеспечивающая облегчение конструкции до 40 % от веса такой же металлической;

- низкие модуль упругости, коэффициент литейного расширения. При одинаковых температурных неравномерностях это способствует возникновению меньших температурных напряжений, чем в металлах и сплавах;

- использование доступного и дешевого сырья [2, 3].

Применение керамики в авиадвигателестроении рассматривается специалистами, прежде всего, как направление работ по увеличению температуры газа перед турбиной ($T^*_Г$) и улучшению на этой основе тактико-технических характеристик перспективных ГТД боевых самолетов, в которых будут реализованы $T^*_Г = 1800–2000$ К и более. Обеспечить необходимую эффективность охлаждения металлических элементов турбин в условиях сверхзвукового полета, когда хладоресурс охлаждающего воздуха будет снижен, очень сложно [4]. И решение этой проблемы без применения керамики может быть невозможным [1].

С другой стороны, использование конструкционной керамики для отдельных элементов конструкции турбины при освоенных уровнях $T^*_Г$ способно улучшить эксплуатационные характеристики ГТД, таких как удельные тяга и расход топлива [5].

Проводились экспериментальные исследования на газодинамическом стенде конвективно-охлаждаемых составных сопловых лопаток ТРДДф РД-33, у которых носок выполнен из керамики на основе нитрида кремния (рисунок 1) [6].

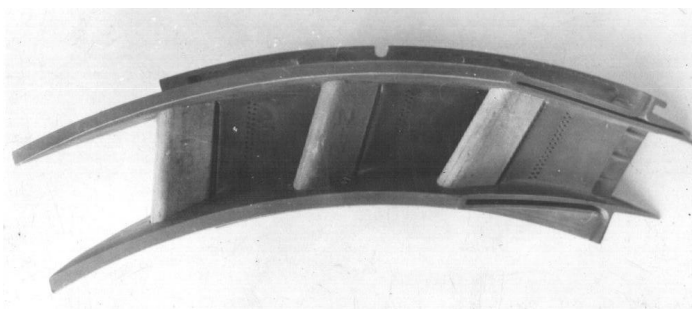


Рисунок 1 – Сектор соплового аппарата турбины высокого давления ТРДДф РД-33 с керамическими вставками

В процессе натурального эксперимента проведено 60 циклов температурного нагружения объекта исследования. Резкое повышение $T^*_Г$ за 1,5–2 секунды осуществлялось увеличением подачи топлива в камеру сгорания газогенератора. Максимальная температура газа в цикле нагружения составляла 1570 К. Время выдержки температуры на верхней площадке цикла составляло 27–29 секунд. Температура охлаждающего воздуха $T^*_В$ составляла 400 К. После демонтажа керамических носков из соплового аппарата был проведен анализ их технического состояния. Разрушений керамических элементов не обнаружено.

Таким образом, проведенные экспериментальные натурные исследования на газодинамическом стенде, реализующим современный уровень температурного нагружения турбин авиационных двигателей, показали принципиальную возможность создания работоспособных сопловых лопаток газовых турбин с охлаждаемыми керамическими носками.

Предварительные результаты расчетов эксплуатационных характеристик показали, что модернизация узла турбины ТРДДф РД-33 в виде применения составных сопловых лопаток с керамическими охлаждаемыми носками без изменения параметров рабочего процесса позволяет улучшить удельные параметры, такие как удельная тяга и удельный расход топлива.

Помимо улучшения ряда эксплуатационных параметров авиационных ГТД, о которых сказано выше, необходимо остановиться на ремонтно-восстановительной стороне предлагаемой модернизации элементов газовых турбин, потому что одной из основных причин выхода из строя авиационной техники, аварий и катастроф являются повреждения газовых турбин, полученные вследствие разрушения их сопловых лопаток.

Особенно актуальной эта проблема приобретает в условиях боевых действий, когда авиационная техника интенсивно используется для выполнения задач по предназначению. Повреждения элементов газовых турбин возникают, во-первых, в условиях высоких температурных и нестационарных циклических тепловых и силовых воздействий. Во-вторых, возрастает вероятность попадания посторонних предметов в тракт авиационного двигателя из-за повреждений взлетно-посадочных полос при их обстрелах и бомбардировках.

По оценкам ряда специалистов в условиях интенсивных боевых действий с применением современных систем ПВО «жизненный» цикл истребителя колеблется от 10 до 20 боевых вылетов. Проведенные нами расчеты составных конструкций сопловых аппаратов с элементами конструкционной керамики дают основание предполагать об их возможной работоспособности на данный период.

Создав ремкомплект модернизированных сопловых аппаратов для замены поврежденных, появится возможность восстанавливать авиационные ГТД от термоциклических, боевых и прочих повреждений в кратчайшие сроки и с минимальными затратами. Модульная конструкция большинства авиационных ГТД это позволяет. Данную работу могут выполнять представители завода-изготовителя, специально созданные ремонтные бригады, а также и специалисты технико-эксплуатационных частей авиационных баз.

Для широкого использования керамических материалов в ГТД необходимо усовершенствовать керамику как материал, отвечающий требованиям воспроизводимости стабильных механических свойств с уровнем, обеспечивающим надежную работу высоконагруженных элементов газовых турбин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Никитский, А. А. Применение керамических материалов в горячих узлах ГТД. Анализ работ зарубежных фирм / А. А. Никитский // Труды ЦИАМ. – 1980. – № 923. – С. 25–28.
2. Гнесин, Г. Г. Бескислородные керамические материалы / Г. Г. Гнесин. – Киев : Техніка, 1987. – 152 с.
3. Эванс, А. Г. Конструкционная керамика / А. Г. Эванс, Т. Г. Лонгтон. – М. : Металлургия, 1980. – 256 с.
4. Нечаев, Ю. И. Авиационные турбореактивные двигатели с изменяемым рабочим процессом для многорегимных самолетов / Ю. И. Нечаев, В. Н. Корольков, А. С. Полев. – М. : Машиностроение, 1988. – 176 с.
5. Михайлюк, С. И. Методика расчета надежности керамических деталей / С. И. Михайлюк, А. В. Братко // Летательные аппараты и авиационные двигатели. – 1989. – Вып. 7. – С. 28–33.
6. Грибков, Ю. А. Газодинамический стенд для исследования теплового состояния лопаток высокотемпературных газовых турбин / Ю. А. Грибков, В. В. Самулеев, С. И. Михайлюк // Летательные аппараты и авиационные двигатели. – 1992. – Вып. 13. – С. 65–67.

УДК 629.17

А. С. Гринюк, А. В. Косицын

Военная академия Республики Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

На протяжении всей истории человечества война являлась неизменной составляющей его эволюции. Военная сила и сегодня остается важнейшим аргументом в отношениях между государствами, а военная наука – основой этой силы и ее движущим фактором. В процессе

боевых действий военная мысль стремительно развивается: создаются новые образцы вооружения, модернизируются и улучшаются уже существующие, на практике применяются разработки и научные труды в области тактики и стратегии войск. Специальная военная операция (далее – СВО), проводимая Российской Федерацией, также принесла в военную науку новые веяния. На первое место вышло использование технических средств, контролируемых человеком на расстоянии. Беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА), FPV-дроны, роботизированные комплексы прочно заняли свое место в современном боевом столкновении. Согласно сводке Министерства обороны РФ о ходе проведения СВО (по состоянию на 10.09.24) было уничтожено 31341 БПЛА, ввиду чего остро встает вопрос о наращивании усилий в производстве мобильных, простых в эксплуатации и дешевых беспилотных средств поражения [1].

Основной частью любого БПЛА является двигатель, поэтому создание конструктивно упрощенного, безотказного, недорогого двигателя – приоритетная задача на текущий период. В данной работе рассмотрены основные типы двигателей, устанавливаемые на БПЛА самолетного типа, их особенности, преимущества и недостатки на основе данных из открытых источников и сети Интернет.

Начиная с середины XX века, в двигателях средней и небольшой мощности распространение получили четырехтактные поршневые двигатели внутреннего сгорания (далее – ДВС). Четырехтактный двигатель – это поршневой двигатель внутреннего сгорания, в котором рабочий процесс в каждом из цилиндров совершается за два оборота коленчатого вала, то есть за четыре хода поршня (такта). Четырехтактный цикл известен как цикл Отто, а четырехтактный двигатель, использующий свечи зажигания, называется двигателем Отто.

Применение ДВС целесообразно на БПЛА разведывательного, ударного типа, а также для выполнения пограничного патрулирования и наблюдения за действиями противника.

Широкое распространение в беспилотной авиации получили турбовинтовые двигатели (далее – ТВД). ТВД – это воздушно-реактивный двигатель (далее – ВРД) непрямой реакции, в котором основная часть энергии горячих газов используется для привода воздушного винта через понижающий частоту вращения редуктор, и лишь небольшая часть энергии составляет выхлоп реактивной тяги. Наличие понижающего редуктора обусловлено необходимостью уменьшения скоростей обтекания концов лопастей до дозвуковых.

Использование ТВД возможно на разведывательно-ударных высотных дронах длительного автономного применения.

В последние годы все большую популярность у конструкторов БПЛА набирают ТРД. Это газотурбинные двигатели, в которых химическая энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию струй газов, вытекающих из реактивного сопла. Рабочие процессы ТРД описываются термодинамическим циклом Брайтона.

По сравнению с моделями, оснащенными поршневыми и турбовинтовыми двигателями, реактивные БПЛА имеют больший взлетный вес, лучшую тяговооруженность, способны нести увеличенную полезную нагрузку. По высоте и дальности применения они в большинстве случаев превышают показатели даже пилотируемых летательных аппаратов такой же массы. Но, наряду с большим количеством плюсов имеются и значительные минусы, а именно: высокая стоимость, повышенные эксплуатационные требования, уязвимость перед средствами противовоздушной обороны противника. Тяжелые БПЛА с ТРД имеют высокий потенциал в качестве высотных разведчиков и ударных дронов, способны вести радиоэлектронную борьбу.

В зависимости от задач, стоящих перед БПЛА, меняется и тактика их использования. Для длительной разведки местности в основном используют современные энергонасыщенные изделия, способные нести на себе большую полезную нагрузку в виде разнообразной аппаратуры, что в свою очередь многократно увеличивает их стоимость и цикл производства.

Ударные БПЛА и дроны-камикадзе тактически правильно использовать массово и одновременно с целью перенасыщения средств ПВО противника. Вследствие чего данные БПЛА и их двигатели должны удовлетворять следующим условиям: быть дешевыми, массовыми

в производстве, конструктивно упрощенными и быстрособираемыми. Всем этим требованиям без сомнения отвечает пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (далее – ПуВРД).

ПуВРД – это одна из трех разновидностей ВРД, особенностью которого является пульсирующий режим работы, максимально упрощенная конструкция и небольшой вес. Но, как и у любого объекта у ПуВРД (рисунок 1) имеются и отрицательные свойства. Двигатели просты с инженерной точки зрения, но очень сложны с точки зрения изученности происходящих в них газодинамических процессов, решаемых путем моделирования [2, 3].

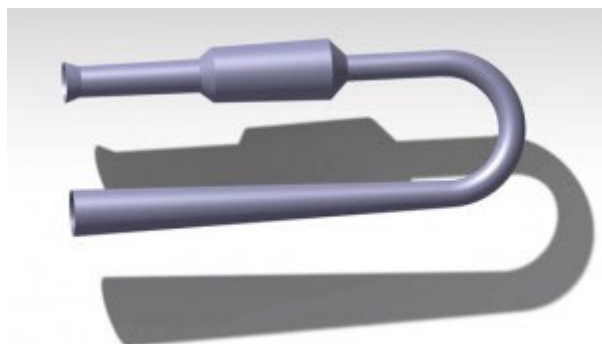


Рисунок 1 – 3-D модель бесклапанного ПуВРД

Хотя на данный момент и не существует единого подхода к моделированию рабочего процесса двигателя, все же можно использовать пять основных [4]:

- акустический подход для описания рабочего процесса использует аналогию с акустическими резонаторами, в которых имеют место стоячие волны. Для описания распространения и взаимодействия волн в проточной части ПуВРД применяются уравнения линейной и не линейной акустики;

- в основу механического подхода заложена аналогия с механическими колебательными системами типа масса – пружина, поэтому здесь, как правило, вводится допущение о сосредоточенных параметрах;

- в газодинамическом подходе к моделированию рабочего процесса ПуВРД рабочий цикл условно разделяется на элементарные процессы – фазы. Далее на основе аналитических зависимостей газовой динамики, исходя из представления о квазистационарности течения в элементарном процессе, определяются параметры в начальный и конечный момент элементарного процесса;

- вихревая теория на данный момент является наименее развитой и обоснованной. Здесь рабочий процесс ПуВРД рассматривается с точки зрения природы вихревых течений в камере сгорания;

- для комплексного описания рабочего цикла двигателя необходимо применять подход, основанный на теории нестационарного движения газа, которым является волновой подход к моделированию рабочего процесса ПуВРД.

Современная наука решает эти задачи методами компьютерного математического моделирования. Они позволяют уменьшить время решения задачи, уйти от натурных испытаний и первоначально заменить их математическими расчетами в программных комплексах. На данный момент времени имеется масса программного обеспечения, способного решать задачи аэро- и гидродинамики, механики жидкостей и газов, горения и детонации. В качестве примера авторами выполнено конечно-элементное моделирование камеры сгорания в среде STAR-CD, проведен нестационарный газодинамический анализ, выполнена постпроцессорная обработка полученных результатов.

Полученные результаты полезны и необходимы при проектировании камер сгорания авиационных двигателей простейших ПуВРД. Использование пакета STAR-CD во взаимодействии с экспериментальным методом на уменьшенных копиях рабочих экземпляров двигателей

представят полную картину принципа действия ПуВРД и наиболее полно оценят создаваемый объект. Использование современных технологий уменьшит время изготовления и массового внедрения БПЛА с ПуВРД в воинских подразделениях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Министерство обороны Российской Федерации: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pda.mil.ru/>. – Дата доступа: 10.09.2024.
2. Бородин, В. А. Авиамодельный пульсирующий воздушно – реактивный двигатель / В. А. Бородин. – М: Издательство ДОСААФ, 1951. – 97 с.
3. Бородин, В. А. Пульсирующие воздушно – реактивные двигатели летающих моделей самолетов / В. А. Бородин. – М: Издательство ДОСААФ, 1968. – 102 с.
4. Сейфетдинов, Р. Б. Рабочий процесс пульсирующих воздушно-реактивных двигателей: Методы моделирования / Р. Б. Сейфетдинов. – Тольятти: LAP LAMBERT. Academic Publishing, 2011. – 132 с.

УДК 621.822.841.1

С. О. Стойко, Б. В. Манько, В. М. Ашкин, Н. С. Дыдик, Е. А. Шапорова

Белорусская государственная академия авиации

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКА

Обеспечение безопасности полетов, *надежности и энергоэффективности авиационной техники* является важнейшим требованием, предъявляемым к эксплуатации воздушных судов. Безопасность полетов в значительной степени определяется надежностью летательных аппаратов и безотказной работой авиационных двигателей, что, в свою очередь, зависит от их технического состояния. В процессе эксплуатации, под воздействием различных факторов, в том числе экстремальных нагрузок, высокотемпературных режимов, агрессивных сред и других сложных условий работы, исходное техническое состояние ухудшается, возрастает вероятность возникновения отказов [1–3].

Статистика авиационных происшествий свидетельствует о том, что их причиной чаще всего становятся нарушения работы двигателей, в частности появление посторонних частиц в системе смазки узлов трения [4], что может быть следствием повреждения трущихся поверхностей. В ходе эксплуатации газотурбинных двигателей (далее – ГТД) наблюдается износ элементов узла трения, появление посторонних частиц в системе смазки узлов трения, что приводит к возникновению дефектов шарикового и/или роликового подшипника (далее – РП) основных опор [5–7]. На сегодняшний день в гражданской авиации Республики Беларусь эксплуатируются самолеты с силовыми установками Д-30КП-2, которые стоят на «особом контроле» из-за срабатывания датчика сигнализации о наличии «стружки в масле», что свидетельствует о повышенном износе и возможном образовании дефектов РП опоры.

Теоретическое и экспериментальное изучение технического состояния авиационных компонентов, в частности подшипниковых узлов, применяемых в опорах двигателей, анализ полученных результатов поможет обеспечить безопасность полетов в ходе эксплуатации и будет способствовать созданию более надежных узлов и деталей летальных аппаратов при их проектировании.

Целью настоящей работы является исследование надежности и долговечности однорядного радиально-роликового подшипника турбины низкого давления авиационного турбореактивного двигателя Д-30КП2.

На настоящее время существует ряд ГОСТов, регламентирующих методы расчета долговечности подшипников качения. Также производители подшипников предлагают

собственные разработанные методики расчета долговечности, учитывающие индивидуальные особенности производства и личный опыт эксплуатации и обслуживания [7–11]. Различия между существующими методиками определения долговечности заключаются принципиально либо в учете поправочных коэффициентов, которые зависят от особенностей и условий эксплуатации, либо в методах их определения. Каждый производитель старается дать рекомендации к определению поправочных коэффициентов исходя из статистики экспериментальных и эксплуатационных данных. Можно заметить, что в ряде методик не учитываются некоторые факторы, в других методиках разнятся диапазоны данных. Таким образом, анализ существующих методик позволяет определить более точную картину влияния того или иного фактора на долговечность работы, с целью дальнейшего применения полученных данных для создания собственной методики, ориентированной на конкретные условия эксплуатации.

Анализируемый подшипник не является стандартным готовым изделием, в связи с чем были сняты его геометрические размеры:

- наружный диаметр обоймы подшипника $d_{но} = 169,9$ мм;
- внутренний диаметр обоймы подшипника $d_{во} = 139,1$ мм;
- толщина обоймы подшипника $S_o = 37,2$ мм;
- наружный диаметр сепаратора $d_{нс} = 147,4$ мм;
- внутренний диаметр сепаратора $d_{вс} = 124,8$ мм;
- толщина сепаратора $S_c = 30,7$ мм;
- диаметр ролика $d_p = 14,9$ мм;
- длина ролика $l_p = 20$ мм;
- количество роликов $z = 20$ штук;
- частота вращения $n = 10810$ об/мин;
- осевая нагрузка $F_a = 10355$ Н;
- угловая нагрузка $F_\theta = 392,5$ Н.

Выполним расчет нагрузок на подшипник. Номинальная долговечность подшипников определяется по формуле

$$L_h = 1,2 \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P} \right)^P,$$

где C – динамическая грузоподъемность, Н; P – эквивалентной нагрузки, Н; n – частота вращения, об/мин; P – показатель степени ($P = 3$ – для шариковых подшипников; $P = 3,33$ – для роликовых подшипников).

Для полного анализа долговечности по формуле найдем недостающие параметры.

Эквивалентная динамическая нагрузка (P) для радиально-роликовых подшипников определяется как нагрузка, которую подшипник может выдержать при работе в условиях постоянного радиального нагрузочного действия. Эта нагрузка рассчитывается исходя из размеров подшипника, его конструкции и способности выдерживать нагрузки.

Эквивалентная нагрузка находится по формуле [9]:

$$P = (XVF_r + YF_a)K_bK_t,$$

где F_r – постоянная по величине и направлению радиальная нагрузка, Н; F_a – постоянная по величине и направлению осевая нагрузка, Н; X – коэффициент радиальной нагрузки; Y – коэффициент осевой нагрузки; V – коэффициент вращения; K_b – коэффициент безопасности; K_t – температурный коэффициент.

Для вычисления эквивалентной нагрузки мы брали табличные значения коэффициента радиальной нагрузки X , коэффициента осевой нагрузки Y , коэффициента осевой нагрузки V ; коэффициента безопасности K_b и температурного коэффициента K_t из справочника [10].

- коэффициент вращения при вращении внутреннего кольца подшипника относительно направления нагрузки $V = 1$, а в случае вращения наружного кольца $V = 1,2$;

- коэффициент радиальной нагрузки $X = 0,56$; коэффициент осевой нагрузки $Y = 1,45$;
- температурный коэффициент K_T при температуре работы подшипника $300\text{ }^\circ\text{C}$ будет равен $1,65$;

- коэффициент безопасности K_6 при условиях повышенной надежности в таких областях применения как центрифуги и сепараторы будет равна $1,5\text{--}1,8$ ($K_T = 1,7$).

Осевая нагрузка F_a нам известна из проведенных замеров.

Для вычисления эквивалентной нагрузки нам не хватает значения радиальной нагрузки.

Радиальная нагрузка на радиально-роликовые подшипники воздействуют перпендикулярно оси вращения подшипника, т. е. в направлении от центра подшипника к его наружному кольцу. Эта нагрузка вызывает деформацию и сжатие роликов и подшипниковых дорожек, и является одним из основных видов нагрузок, с которыми сталкиваются подшипники при работе.

Радиальную нагрузку можем найти по формуле:

$$F_r = F_a \cos(\beta) + F_\theta \sin(\beta),$$

где F_a – осевая нагрузка, направленная вдоль оси вала подшипника, Н; F_θ – угловая нагрузка, вызванная моментом силы относительно оси вала, Н; β – угол между радиальной осью подшипника и направлением осевой нагрузки ($\beta = 45^\circ$).

Это уравнение позволяет учитывать влияние осевой и угловой нагрузок на радиальную нагрузку в роликовом подшипнике. Важно правильно распределить нагрузки для обеспечения надежной работы подшипника и предотвращения его деформации или повреждения.

Осевая и угловая нагрузки F_a и F_θ нам известны из проведенных замеров. Подставим их значения и получим радиальную нагрузку:

$$F_r = F_a \sin(\beta) + F_\theta \sin(\beta) = 10355 \frac{\sqrt{2}}{2} + 392,2 \frac{\sqrt{2}}{2} = 7600 \text{ Н.}$$

Мы получили радиальную нагрузку и теперь имеем все параметры для нахождения эквивалентной динамической нагрузки.

Подставим в формулу полученные данные и находим эквивалентную нагрузку:

$$P = (XVF_r + YF_a)K_6K_T = (0,56 \cdot 1,2 \cdot 7600 + 1,45 \cdot 10355) \cdot 1,65 \cdot 1,7 = 56441,372 \text{ Н.}$$

Динамическая грузоподъемность радиально-роликовых подшипников представляет собой максимальную статическую нагрузку, которую подшипник может выдерживать без постоянной деформации элементов подшипника. Это понятие связано с эквивалентной динамической нагрузкой, но динамическая грузоподъемность относится к статическим условиям нагрузки, когда нагрузка является постоянной и неизменной.

Динамическая грузоподъемность можно найти по формуле:

$$C = K \cdot C = K \cdot \left(f_c \cdot l_p^{\frac{7}{9}} \cdot z^{\frac{3}{4}} \cdot d_p^{\frac{29}{27}} \right),$$

где C – коэффициент динамической грузоподъемности, Н; K – коэффициент; l_p – расчетная длина ролика, мм; z – количество роликов; d_p – диаметр ролика, мм; f_c – коэффициент динамической грузоподъемности (который берется и рассчитывается в справочном каталоге [9]).

Для вычисления Динамическая грузоподъемность мы брали табличные значения коэффициента K и f_c :

- Коэффициент, учитывающий соотношение динамической грузоподъемности по справочнику-каталогу равен $K = 55$.

- Коэффициент f_c равен 7,42.

Из данных проведенных замеров нам известны расчетная длина ролика ($l_p = 20$ мм) количество роликов ($z = 20$ штук), диаметр ролика ($d_p = 15$ мм).

Подставим в формулу полученные данные и найдем динамическую грузоподъемность:

$$C = K \cdot C = K \cdot \left(f_c \cdot l_p^7 \cdot z^3 \cdot d_p^{29} \right) = 40 \cdot \left(7,42 \cdot 20^7 \cdot 20^3 \cdot 15^{29} \right) = 55 \cdot 13199,83 = 725990,65 \text{ Н.}$$

Мы получили динамическую грузоподъемность и теперь имеем все параметры для нахождения номинальной долговечности подшипника.

Номинальная долговечность подшипника указывает на количество оборотов (или часов работы), которые подшипник может проработать при определенных условиях нагрузки и скорости вращения до того момента, когда 10 % подшипников в тестируемой группе находятся вне эксплуатационной способности из-за усталостных повреждений.

Номинальная долговечность подшипника зависит от множества факторов, включая конструкцию подшипника, тип нагрузки (радиальная, аксиальная, сочетание радиальной и аксиальной), тип смазки, скорость вращения, условия сборки, эксплуатации и температурные условия.

Источниками нагрева в подшипниковых узлах являются: тепловыделение трения в подшипниках и контактных уплотнениях; теплоподвод от воздуха, проникающего в масляные полости; теплопередача через стенки масляной полости и передача тепла теплопроводностью от элементов двигателя, сопряженных с подшипниковыми узлами.

Тепловыделение за счет трения в подшипнике может достигать ~ 50 % от суммарного теплоподвода к маслу в опоре, причинами которого являются:

- трение между слоями кристаллической решетки материала подшипника при взаимной деформации тела качения и дорожки качения в пятне контакта;
- проскальзывание тел качения в пятне контакта;
- трение тел качения в гнездах сепаратора, а в роликоподшипниках трение торцов роликов о направляющие бортики колец, и др.

Рассчитаем долговечность, в зависимости от температуры в интервале 50–300 °С, изменяя температурный коэффициент K_T :

$$L_h = 1,2 \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P} \right)^P = 1,2 \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{(XVF_r + YF_a) K_6 K_T} \right)^P.$$

Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии температур подшипникового узла на долговечность его элементов (рисунок 1).

Поскольку рабочие температуры в узлах трения опор авиадвигателя находятся в интервале от 130–170 °С до 200–230 °С в зависимости от режима работы, а при останове двигателя достигают и 250–270 °С, то работоспособность подшипникового узла снижается.

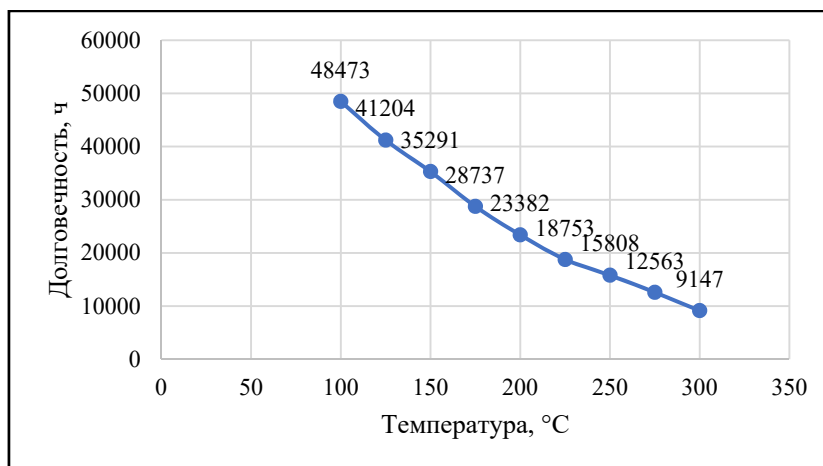


Рисунок 1 – График зависимости долговечности от температуры эксплуатации подшипника

Бездефектная эксплуатация подшипников для авиационной отрасли – очень важная ответственная задача, решение которой позволит перейти на эксплуатацию авиационной техники по состоянию, что будет способствовать повышению экономической эффективности авиаперевозок в целом. В ходе работы были получены параметры долговечности однорядного радиально-роликового подшипника турбины низкого давления авиационного турбореактивного двигателя Д-30КП2 аналитическим методом. Полученные результаты будут полезны при разработке методики прогнозирования работоспособности подшипникового узла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ влияния надежности на безопасность полетов по типу ВС. – М. : Госцентр безопасности полетов, 2009. – 48 с.
2. Шапорова, Е. А. Обоснование комплексной оценки технического состояния ГТД на основе трибодиагностики [Текст] / Е. А. Шапорова, А. Г. Капустин, С. О. Стойко // Авиационный вестн. – 2021. – № 4. – С. 55–62.
3. Гречишников, О. В. Обеспечение работоспособности роликового подшипника [Текст] / Гречишников О. В., Балакин А. Ю., Росляков А. Д. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2013. – № 3(41). – С. 48–56.
4. Беломытцев, О. М. О совершенствовании методики расчета авиационных подшипников качения ГТД [Текст] / Беломытцев О. М. // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2021. – № 67. – С. 35–42.
5. Петрова, Т. В. Анализ разрушения радиального вала отбора мощности двигателей семейства CFM56 [Текст] / Петрова Т. В. // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. – 2019. – № 3. – С. 130–137.
6. Обеспечение показателей ресурса и надежности ГТД стационарного применения [Текст] / Ю. М. Ануров [и др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 51. – С. 4–8.
7. Шапорова, Е. А. Оценка возможности диагностики технического состояния узлов трения авиационного двигателя по результатам исследования масла [Текст] / Е. А. Шапорова, С. О. Стойко, С. В. Василевич // Nonlinear Dynamics and Applications. – 2023. – Vol. 29. – P. 495–500.
8. Аксенов, Н. К. Исследование теплового состояния подшипников опор перспективных авиационных двигателей [Текст] / Н. К. Аксенов, Н. И. Петров, А. А. Струков // Вестник двигателестроения. – 2008. – № 3. – С. 69–72.
9. Бейзельман, Р. Д. Подшипники качения [Текст]: справочник / Р. Д. Бейзельман, Б. В. Цыпкин, Л. Я. Перель. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1975. – 572 с.

10. Нарышкин, В. Н. Подшипники качения [Текст]: Справочник-каталог / под ред. В. Н. Нарышкина и Р. В. Коросташевского. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.

11. Перель, Л. Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор [Текст]: справочник / Л. Я. Перель. – М. : Машиностроение, 1983. – 543 с.

УДК 629.7.05

А. Е. Жулев

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОНОМНОСТИ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Автоматизация воздушного транспорта – это процесс внедрения технологий, позволяющих уменьшить или полностью исключить участие человека в управлении воздушными судами (далее – ВС) и связанными с ними процессами. От автопилотов, которые уже несколько десятилетий являются стандартом, до перспективных систем автономного полета – автоматизация трансформирует авиационную индустрию, обещая повышение безопасности, эффективности и доступности воздушных перевозок [1].

Рассмотрим историю системы автоматического управления (далее – САУ) и текущее состояние автоматизации ВС:

Первые САУ на ВС позволяли только стабилизировать воздушное судно по углам: тангажа, крена и курса. Современные ВС оснащены сложными системами автоматизации, которые помогают пилотам на всех этапах полета: от руления и взлета до посадки и остановки. Автопилот способен поддерживать заданную высоту, скорость, курс и другие параметры полета, освобождая пилотов от рутинных задач и позволяя им сосредоточиться на принятии решений в нестандартных ситуациях. Системы предупреждения столкновений, автоматического торможения и управления тягой также играют важную роль в повышении безопасности полетов [2].

Ключевыми аспектами текущей автоматизации ВС являются:

1. Автопилот, включающий в себя следующие функции: поддержание заданной скорости, высоты и курса; автоматический взлет и посадка; следование по заданному маршруту; автоматическое управление тягой.

2. Система управления полетом «FlyByWire» – это система управления летательным аппаратом, обеспечивающая передачу управляющих сигналов от органов управления в кабине экипажа (например, от ручки управления ВС, педалей руля направления) к исполнительным приводам аэродинамических поверхностей (рулей и взлетно-посадочной механизации крыла) в виде электрических сигналов.

3. Система предупреждения о близости земли «GPWS» (Ground Proximity Warning System) – это система, предупреждающая пилотов об опасном сближении с землей, особенно в условиях плохой видимости или при отклонении от курса. С 1996 года на воздушные суда устанавливается усовершенствованная система предупреждения о близости земли «EGPWS» (Enhanced Ground Proximity Warning System).

4. Система предупреждения столкновений «TCAS» (Traffic Collision Avoidance System). TCAS отслеживает положение других воздушных судов вблизи и предупреждает пилотов о потенциальной опасности столкновения. В случае необходимости, система выдает рекомендации по маневрированию для предотвращения столкновения.

5. Автоматическое управление торможением «Autobrake» – система, автоматически регулирующая тормозное усилие при посадке, обеспечивая эффективное торможение и сокращая тормозной путь.

6. Электронная система пилотажных приборов «EFIS» (Electronic Flight Instrument System) – то интегрированная система отображения полетной информации в кабине самолета, основанная на электронных дисплеях.

7. Системы управления двигателями «FADEC» (Full Authority Digital Engine Control System) – это система автоматизированного управления параметрами впрыска топлива, воздуха и зажигания в работе авиадвигателя для поддержания оптимальных характеристик работы авиадвигателя с минимальным расходом топлива [3].

Рассмотрим современные тенденции развития в области автономности ВС. Будущее воздушного транспорта связано с развитием технологий автономного полета. Беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА), уже широко используемые в военных и коммерческих целях, демонстрируют потенциал автономных систем. В перспективе, аналогичные технологии могут быть применены и к пассажирским ВС, что приведет к созданию полностью автономных пассажирских авиалайнеров. Но тема автономности ВС – одна из самых перспективных и сложных в современной авиации. Она подразумевает создание систем, способных полностью или частично заменить пилота в управлении ВС, начиная от планирования маршрута и заканчивая посадкой [4].

Сперва определимся, в чем отличается автоматизации ВС от автономности.

Автоматизированные системы работают по predetermined алгоритмам. В нештатных ситуациях, не предусмотренных программой, может потребоваться вмешательство человека для корректировки работы или перехода на другой режим.

Автономность – это вид автоматизации, обладающий дополнительными свойствами. Она подразумевает способность системы самостоятельно принимать решения и адаптироваться к изменяющимся условиям без участия человека. Автономная система способна обучаться на основе данных, анализировать ситуацию и выбирать оптимальный курс действий. Она может реагировать на непредвиденные события и корректировать свою работу без вмешательства человека, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта [5].

Существуют различные уровни автономности ВС, от простейших систем помощи пилоту до полностью автономных систем, не требующих вмешательства человека. Ниже приведена упрощенная классификация:

0 уровень: полное ручное управление.

1 уровень: помощь пилоту (например, автопилот, удерживающий заданную высоту или курс).

2 уровень: частичная автоматизация (например, автоматическое выполнение некоторых этапов полета, таких как взлет или посадка).

3 уровень: условная автономность (система автоматизирует некоторые этапы полета, но пилот обязан контролировать ситуацию и быть готовым вмешаться в управление в случае необходимости).

4 уровень: высокая автономность (система способна самостоятельно справляться с большинством нештатных ситуаций).

5 уровень: полная автономность (ВС полностью управляется системой без участия человека) [6].

Разработка автономных систем управления ВС опирается на ряд ключевых технологий:

1. Использование искусственного интеллекта (далее – ИИ). ИИ используется для обучения систем распознаванию образов, принятию решений в сложных ситуациях и адаптации к изменяющимся условиям. Машинное обучение играет ключевую роль в обработке больших объемов данных и прогнозировании поведения ВС.

2. Компьютерное зрение. Системы компьютерного зрения позволяют ВС «видеть» окружающую обстановку, распознавать препятствия, другие ВС и наземные объекты.

3. Сенсорика. Различные сенсоры, такие как GPS, радары, лидары и инерциальные навигационные системы, предоставляют системе информацию о местоположении, скорости, высоте и других параметрах полета.

4. Связь. Надежная и высокоскоростная связь необходима для обмена данными между ВС и наземными службами по управлению воздушным движением.

5. Системы предотвращения столкновений. Эти системы используют данные с сенсоров и информацию о других ВС для предотвращения столкновений в воздухе [7].

Проанализируем преимущества и недостатки автономного управления ВС.

К преимуществам можно отнести повышение безопасности за счет снижения рисков, связанных с человеческим фактором. Автономные системы не подвержены усталости, стрессу и ошибкам в оценке ситуации, которые являются причиной большинства авиационных происшествий. Также автономное управление способствует экономической эффективности, позволяя оптимизировать расход топлива, увеличить пропускную способность воздушного пространства (благодаря возможности безопасного сокращения дистанции между ВС, так как они имеют более оптимизированное планирование за счет оптимизации маршрута) и снизить затраты на персонал. Наконец, автономность расширяет возможности использования ВС, позволяя применять их для доставки грузов в труднодоступные районы, мониторинга окружающей среды, выполнения поисково-спасательных операций и других задач, а также открывает перспективы для создания новых типов ВС, оптимизированных под конкретные задачи.

К недостаткам или проблемам автономного управления ВС относятся:

Технические сложности включают в себя обеспечение надежности ПО, от которого напрямую зависит безопасность полетов. Ошибки в коде или сбои могут привести к катастрофе. Кибербезопасность также является первостепенной задачей, так как кибератаки представляют серьезную угрозу, потенциально вызывая потерю управления или изменение маршрута. Кроме того, автономные системы должны эффективно реагировать на непредвиденные ситуации, такие как сложные погодные условия, отказы оборудования или столкновения с птицами. Разработка соответствующих алгоритмов – сложная задача. Не менее сложными и ресурсоемкими являются процессы сертификации и тестирования автономных ВС.

Правовые и этические вопросы возникают в связи с определением ответственности в случае аварии. Кто виноват: производитель, оператор или разработчик ПО? Широкое внедрение автономных ВС требует высокого уровня доверия со стороны общества, что необходимо обеспечить разъяснительной работой и доказательствами безопасности и надежности этой технологии.

Экономические факторы включают высокую стоимость разработки автономных систем. Кроме того, замена пилотов может привести к потере рабочих мест в авиационной индустрии.

Инфраструктура также требует внимания. Для работы автономных ВС может потребоваться модернизация аэропортов и систем управления воздушным движением (УВД). Интеграция автономных ВС в существующую систему УВД представляет собой сложную задачу [8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электродистанционная система управления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электродистанционная_система_управления. – Дата доступа 13.11.2024.

2. Электронно-цифровая система управления двигателем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронно-цифровая_система_управления_двигателем. – Дата доступа 14.11.2024.

3. Electronic flight instrument system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_flight_instrument_system. – Дата доступа 14.11.2024.

4. Система предупреждения столкновения самолета в воздухе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_предупреждения_столкновения_самолетов_в_воздухе. – Дата доступа 14.11.2024.

5. Система предупреждения о близости земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_предупреждения_о_близости_земли. – Дата доступа 13.11.2024.

6. Гусейнова, С. О. Автоматизация в кабине самолета. Уровни автоматизации. Предназначение автоматизации [Электронный ресурс] / С. О. Гусейнова, Р. С. Кротов, Б. Д. Одилов. – Режим доступа: <https://scilead.ru/article/3249-avtomatizatsiya-v-kabine-samoletaurovni-avtom>. – Дата доступа: 14.11.2024.

7. Конструкция и эксплуатация воздушных судов для пилотов и бортиженеров. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/14459805/page:16/>. – Дата доступа: 14.11.2024.

8. Новости стандартов SAE: обновление графического стандарта J3016 для автоматизированного вождения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>. – Дата доступа: 14.11.2024.

УДК 629.735.3

С. В. Синявская, Е. А. Суконкина, Д. Р. Карбышев

Белорусская государственная академия авиации

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОЛЕТОВ AIRBUS A320 И АН-26

Авиационная индустрия занимает важнейшее место в современной транспортной системе мира, обеспечивая быстрые и надежные способы перемещения людей и грузов на большие расстояния. В этой связи особенно актуально изучение конструктивных особенностей и функциональных характеристик кабин самолетов, которые оказывают непосредственное влияние на безопасность, экономичность и удобство эксплуатации воздушного судна. В данном контексте ключевым представляется сравнительный анализ кабин Airbus A320 и Ан-26, двух знаковых моделей авиационной техники, представляющих разные подходы и эпохи в самолетостроении. Работа направлена на выявление отличий и сходств конфигурации и оборудования кабины пилотов и пассажиров данных самолетов. Основная цель исследования заключается в сравнительном анализе эргономики, технологичности, удобства и безопасности кабин Airbus A320 и Ан-26. В рамках работы планируется детальный обзор исторических аспектов разработки конструкций, анализ применяемых в кабинах современных технических решений и оценка их влияния на эффективность эксплуатации самолетов.

Благодаря системному подходу, включающему изучение технической документации, экспертных оценок и практических операций, предполагается выявить сильные и слабые стороны кабин обоих самолетов, что позволит дать рекомендации по их оснащению и модернизации. Таким образом, данное исследование не только способствует углублению знаний о влиянии конструктивных аспектов на общую эффективность воздушных судов, но и помогает определить направления для дальнейшего совершенствования авиационной техники с акцентом на повышении удобства и безопасности. Проведем сравнительную характеристику кабин двух самолетов гражданской авиации двух стран различного поколения (таблица 1).

Сравнивая два типа самолета, можно сделать вывод, что Ан-26 и Airbus A320 имеют сходства в своей конструкции и возможностях. Они были разработаны для разных целей и применяются в разных частях мира. Оба самолета являются надежными и эффективными в своих задачах.

Выбор между Ан-26 и Airbus A320 зависит от конкретных потребностей. Ан-26 подходит для транспортных задач, особенно в условиях ограниченной инфраструктуры, где требуется высокая грузоподъемность и способность к посадке на неподготовленные площадки. Airbus A320 – это успешный пассажирский самолет с высоким уровнем комфорта, безопасности и эффективности, предназначенный для регулярных рейсов.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика кабин пилота самолета

Критерий сравнения	Ан-26 (СССР)	Airbus A320 (Франция)
1	2	3
Общая характеристика	<p>АН-26, также известный как «Curl» по классификации НАТО, представляет собой советский многоцелевой военно-транспортный самолет, который был специально разработан для обеспечения тактической воздушной перевозки. Он впервые поднялся в воздух в 1969 году и с тех пор освоил широкую область применения благодаря своим выдающимся характеристикам. Основные технические параметры самолета включают максимальную взлетную массу в 24,5 тонны и возможность транспортировки до 5,5 тонн груза или 38–40 военнослужащих в полном снаряжении</p>	<p>Airbus A320 – семейство среднемагистральных узкофюзеляжных самолетов для авиалиний малой и средней протяженности, разработанных европейским консорциумом «Airbus S.A.S». Он стал первым массовым пассажирским самолетом, на котором была применена электродистанционная система управления. По сравнению с другими авиалайнерами сходных размеров, серия А-320 отличается просторным пассажирским салоном с большими полками для ручной клади, большой грузоместимостью нижней (грузовой) палубы и широкими люками для загрузки багажа</p>
Период введения в эксплуатацию	<p>АН-26 официально введен в эксплуатацию в 1970 году и активно использовался как в военной, так и в гражданской авиации на протяжении последующих десятилетий. Производство продолжалось до 1985 года, в течение которого самолет завоевал репутацию надежного и универсального транспортного средства</p>	<p>Официально программа самолета А320 началась в марте 1984 года. Первый полет опытный самолет А320 с двигателями CFM56-5А1 совершил 22 февраля 1987 года. В конце февраля 1988 года самолет был сертифицирован в Европе, а в декабре – в США. В марте 1988 года авиакомпания Air France получила первый самолет</p>
Приборные панели	<p>Конструктивно приборная доска состоит из трех, не связанных между собой плоских панелей: левой (ЛППД), средней (СППД) и правой (ПППД). Каждая панель крепится к элементам конструкции через стандартные амортизаторы. Над приборной доской установлен козырек, который служит для защиты от солнечных бликов шкал приборов, установленных на доске;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 авиагоризонта; - 2 указателя курсов; - 2 барометрических высотомера; - 1 радиовысотомер; - 2 указателя скорости; - 2 вариометра; - 2 тахометра; - 2 указателя температуры выхлопных газов; - 2 указателя давления масла; - 2 индикатора расхода топлива; - 1 автоматический радиокompас (АРК); - 1 система ближней навигации (СП-50); - 2 радиостанции; - индикатор давления гидравлической системы; - индикатор состояния пневматической системы; - система автоматического управления; - панель контроля автопилота; - погодный радар 	<p>Вместо привычных механических стрелочных приборов информация о положении самолета, его двигателей и других агрегатов выводится на шесть экранов приборной панели. На них отображается вся информация о работе систем самолета. Классические самолетные штурвалы в кабине пилотов Airbus A320 были заменены боковыми джойстиком, сигналы с которых обрабатываются бортовым компьютером. Все необходимые кнопки выведены на панель сбоку, а не в разные стороны центральной панели.</p> <p>Внутри самолета Airbus A320 минимизировано и количество рычагов – они выглядят как небольшие ручки;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 дисплеев; - 2 боковых пульта управления; - электронная система пилотажных приборов; - автопилот; - система резервных приборов; - индикатор шасси; - индикатор аккумулятора давления и тормозов
Модификации	<p>АН-26Б АН-26М АН-26Ш АН-26РЭ АН-263 АН-26П</p>	<p>Airbus A320 neo Airbus A318 Airbus A319 Airbus A321</p>

В целом, Ан-26 и Airbus A320 являются двумя великими достижениями авиационной индустрии. Благодаря своим модификациям, оба самолета продолжают служить гражданским целям по всему миру.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малухин, И. В. А320 и вся его семья: учеб. пособие для авиасимуляторов и тренажеров / И. В. Малухин – СПб., 2020 – 207 с.
2. Гурьянова, Е. М. Конструкция и летная эксплуатация самолета Ан-26: конспект лекций / Е. М. Гурьянова – Ульяновск : УВАУ ГА(И), 2010 – 98 с.

УДК 629.7.025.84

М. А. Каучакова

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИНГЛЕТОВ С ПЕРЕМЕННЫМ УГЛОМ ОТКЛОНЕНИЯ

Винглеты или законцовки крыла различных типов являются распространенным средством повышения топливной экономичности на современных воздушных судах. Анализ аэродинамического сопротивления типичного транспортного самолета показывает, что лобовое сопротивление, вызванное подъемной силой, может составлять до 40% от общего лобового сопротивления в крейсерских условиях и 80–90 % от общего лобового сопротивления в условиях взлета и набора высоты. Поэтому снижение лобового сопротивления, вызванного подъемной силой, имеет первостепенное значение для повышения эффективности самолета. Данное исследование актуально для современного авиастроения, так как представленный в проекте материал позволит улучшить летно-технические характеристики самолета, уменьшая волновое сопротивление, и тем самым увеличивая его топливную эффективность.

На рисунке 1 видно, что при полете над линией пересечения двух поляр, общее лобовое сопротивление крыла с винглетами ниже, чем общее лобовое сопротивление крыла без винглет и наоборот. Следовательно, чтобы обосновать использование винглет в гипотетической ситуации, проиллюстрированной на этом рисунке, мы должны посмотреть на характеристики крыла при заданных условиях полета. Таким образом, если крыло должно было большую часть времени работать в крейсерских условиях, использование винглет не оправдано с точки зрения общего снижения лобового сопротивления. С другой стороны, если крыло должно работать в условиях набора высоты (светло-серая область на рисунке 1), использование винглет оправдано с аэродинамической точки зрения, поскольку крыло создает меньшее сопротивление при заданной подъемной силе. Поэтому эффективно будет применить винглеты с изменяемым углом наклона от плоской конфигурации до вертикальной и наоборот.

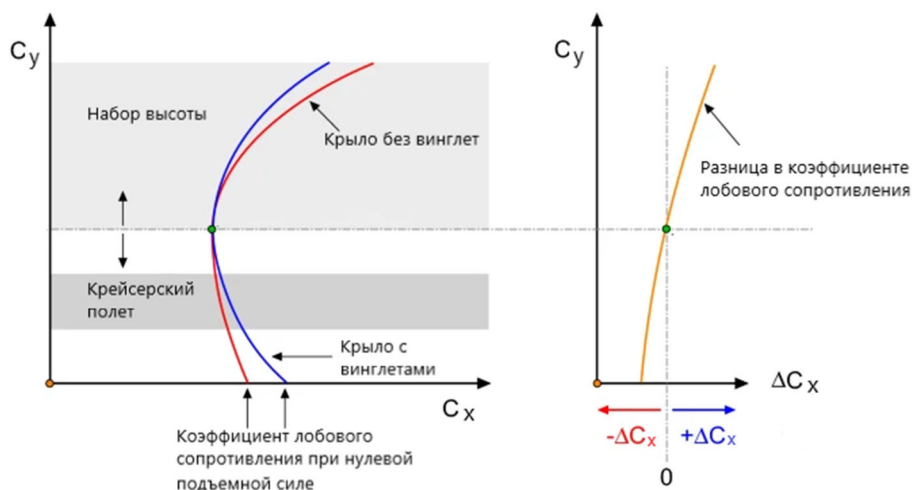


Рисунок 1 – Поляры двух гипотетических крыльев: с винглетами и без

Рассмотрим влияние угла наклона винглета на аэродинамические характеристики крыла (рисунки 2, 3). На них мы наблюдаем, что при одинаковом угле стреловидности, изменение угла наклона от 0° до 45° оказывает незначительное влияние на поляры. Однако при изменении угла наклона от 45° до 80° существует тенденция к смещению поляр вниз, что является следствием снижения аэродинамических характеристик, которое вызвано двумя факторами: повышенным паразитным сопротивлением, создаваемым винглетом при больших углах наклона, и уменьшением перепада давления в направлении законцовок крыла. Из представленных на рисунках 2 и 3 результатов следует, что наибольшее снижение лобового сопротивления при низком числе Маха достигается при использовании винглет с углом наклона, равным 80° . Однако такая конфигурация винглет значительно снижает максимальный C_{ya} что не желательно для достижения необходимого подъема, особенно во время взлета.

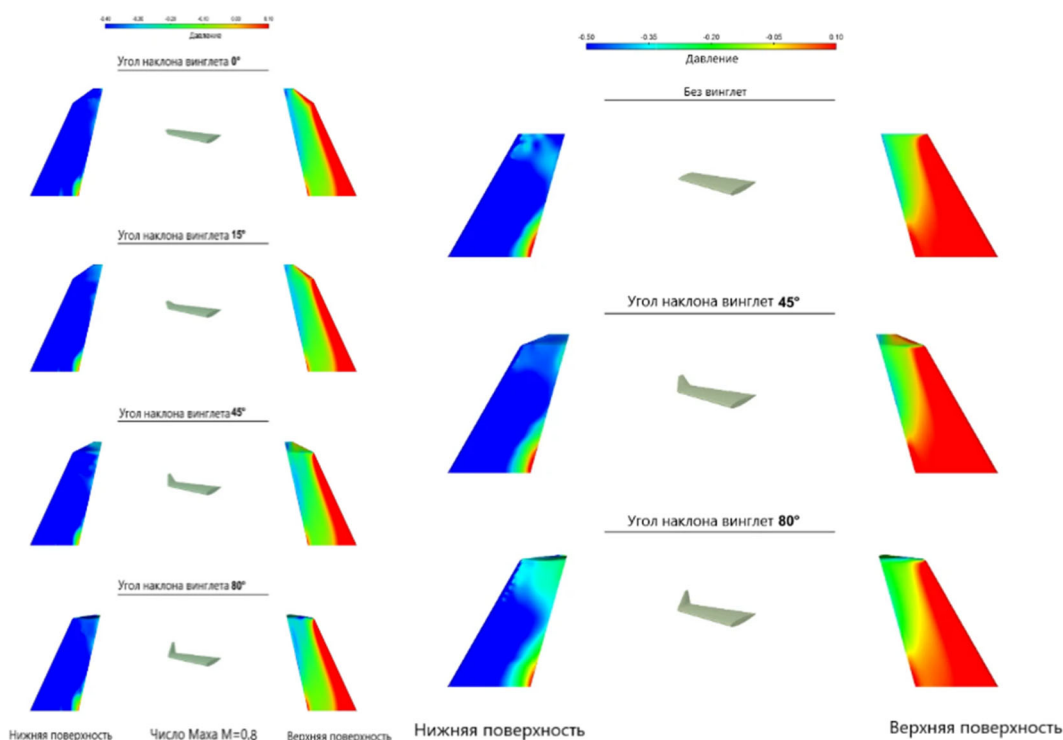


Рисунок 2 – Распределение давления над и под крылом при $Ma = 0,8$ и $Ma = 0,3$

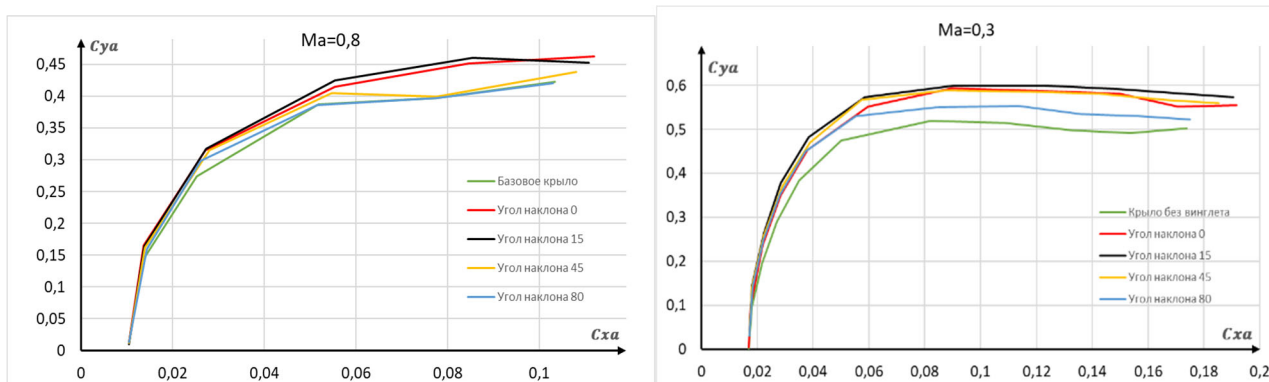


Рисунок 3 – Поляры для крыльев с винглетами разного угла наклона при $Ma = 0,8$ и $Ma = 0,3$

На основе представленного анализа очевидно, что не существует единой конфигурации винглета, которая могла бы обеспечить оптимальное снижение индуктивного сопротивления на всех режимах полета. На основе нашего и проводимых ранее исследований [1, 2] можно сделать вывод о том, что конфигурация винглета с углом стреловидности 60° является наилучшей. Предложим рекомендации по настройке винглетов на разных этапах полета с учетом улучшения аэродинамических характеристик по сравнению с крылом без винглетов (рисунок 4).



Рисунок 4 – Рекомендации по настройке винглета на различных этапах полета

Для оценки аэродинамики винглетов воспользуемся методом предложенным автором статьи [3]. Вычислим k_{WL} , обратная величина которой называется собственной аэродинамическая эффективность винглета:

$$k_{WL} = 2 \frac{h}{b} \frac{1}{\sqrt{k_{e,WL,v} - 1}}, \quad (1)$$

где h – высота винглета, b – размах крыла, $h_h = h \cos \theta$ – высота винглета при ненулевом угле развала, $k_{e,WL,v} = \frac{k_{e,WL,total}}{\left(1 + 2 \frac{h_h}{b}\right)^2}$ – вклад винглетов в эффективность размаха крыла с винглетом,

$k_{e,WL,total} = \frac{1}{1 + \frac{k_{D,WL}}{k_{Di}}}$ – полная аэродинамическая эффективность винглета, $k_{D,WL} = \frac{\Delta C_{D,WL}}{C_D}$ –

относительное общее приращение лобового сопротивления из-за установления винглетов,

$\Delta C_{D,WL}$ – общее приращение лобового сопротивления из-за винглетов,
 $k_{Di} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{(V/V_{md})^4}}$ – относительная величина индуцированного сопротивления,

V – истинная скорость, V_{md} – истинная скорость при минимальном сопротивлении.

Заметим, что для классических винглетов аэродинамическая эффективность будет меняться в зависимости от режима полета. Использование же винглетов с переменным углом отклонения позволит сохранять оптимальными значения аэродинамической эффективности во время всего полета. В таблице 1 приведены значения данных коэффициентов для различных типов воздушных судов. Аэродинамическая эффективность указана усредненно для всех режимов полета.

Таблица 1 – Сравнение собственной аэродинамической эффективности винглетов различных моделей

№	Тип воздушного судна	h/b	h_h/b	$k_{e,WL,total}$	$k_{e,WL,v}$	k_{WL}	$1/k_{WL}$
1	B747-400	6,25 %	4,00 %	1,096	0,940	–	–
2	B737-800	7,58 %	2,14 %	1,105	1,016	18,94	5,3 %
3	MD-11	5,57 %	0,44 %	1,096	1,077	2,95	33,9 %
4	A320 neo	6,79 %	0,00 %	1,111	1,111	2,51	39,8 %
5	A380 plus	5,89 %	1,50 %	1,111	1,047	5,06	19,8 %
6	Самолет с винглетами изменяемого угла наклона	5,63 %	0,53 %	1,103	1,016	2,05	48,8 %

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Zhang, L. Optimization and analysis of winglet configuration for solar aircraft / L. Zhang, D. Ma, M. Yang // Chinese Journal of Aeronautics. – 2020. – № 2. – P. 230–242.
- Москаленко, В. О. Исследование аэродинамических характеристик с законцовками различной формы / В. О. Москаленко, А. И. Цой, А. А. Недогарок // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2019. – Вып. 10. – С. 25–32.

УДК 621.452.32

Н. Н. Ковалева, А. А. Давыдов

*Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СКВОЗНОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОБРАБОТКЕ ИСПЫТАНИЙ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В настоящее время возросла потребность в беспилотных летательных аппаратах различного назначения, на которых, в качестве силовой установки, предполагается использовать малоразмерные газотурбинные двигатели тягой от 100 до 200 кгс. Совершенствование способов проектирования двигателей данного класса позволит сократить сроки и уменьшить стоимость разработки, что является критически важным.

В основе методологии проектирования современных газотурбинных двигателей лежит применение численного моделирования рабочих процессов всех составляющих элементов конструкции. Переход к сквозному моделированию является одним из способов совершенствования существующих методик проектирования. Такой подход позволит исключить ошибки в определении газодинамических характеристик потока и, частично или

полностью, заменит итерационный подход при определении характеристик двигателя, при котором присутствуют неточности при передаче данных между изолированными моделями с последующим итерационным подбором граничных условий.

Для малоразмерных газотурбинных двигателей предлагаемый способ моделирования является наиболее актуальным, в виду того, что незначительное увеличение времени сквозного моделирования компенсируется большей точностью, в отличие, например, от двухконтурных двигателей, для которых увеличение времени моделирования и размерности будет несоизмеримо по сравнению с изолированными моделями.

В статье приводится описание сквозного моделирования рабочего процесса для малоразмерного ТРД с одноступенчатым центробежным компрессором, противоточной кольцевой камерой сгорания, одноступенчатой неохлаждаемой турбиной и сужающимся соплом. Аналогичный ТРД рассматривается в работах [1, 2].

Объектом исследования является малоразмерный одновальный турбореактивный двигатель с одноступенчатым центробежным компрессором, противоточной кольцевой камерой сгорания, одноступенчатой неохлаждаемой осевой турбиной и сужающимся нерегулируемым соплом. Конструктивная схема рассматриваемого малоразмерного двигателя приведена на рисунке 1.

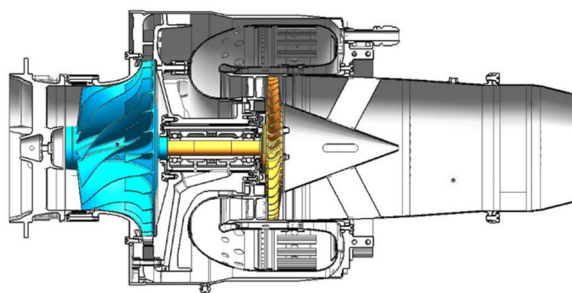


Рисунок 1 – Конструктивная схема малоразмерного газотурбинного двигателя

В качестве метода моделирования использовался стационарный RANS-подход. Инструмент исследования – программный комплекс вычислительной газовой динамики ANSYS CFX-20 R2.

Конечно-элементная модель камеры сгорания выполнена в модуле Meshing программного комплекса ANSYS Workbench. Сгенерирована неструктурированная тетрагональная сетка с пятью призматическими слоями в пристеночной области и дополнительными сгущениями в области форсунки и стенок жаровой трубы. Для компрессора, турбины и сопла в качестве сеткопостроителя выбран автоматический блочно-структурированный сеточный генератор для турбомашин NUMECA Autogrid5.

При сквозном моделировании требуется минимальный набор исходных данных: параметры атмосферы, расход топлива и частота вращения ротора. Пример геометрии расчетной области при сквозном моделировании с наложением граничных условий приведен на рисунке 2.

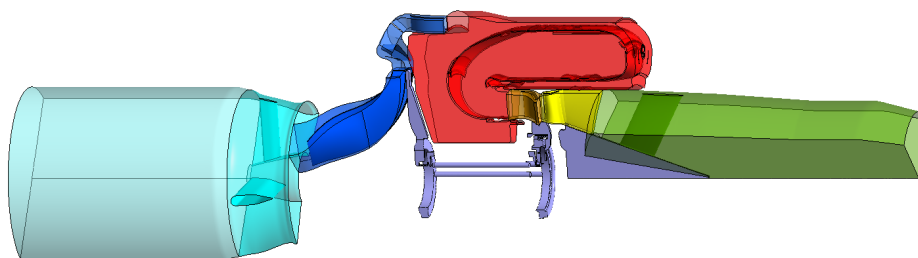


Рисунок 2 – Геометрия расчетной области при сквозном моделировании

Пример результатов сквозного численного моделирования рассматриваемого малоразмерного двигателя показан на рисунке 3.

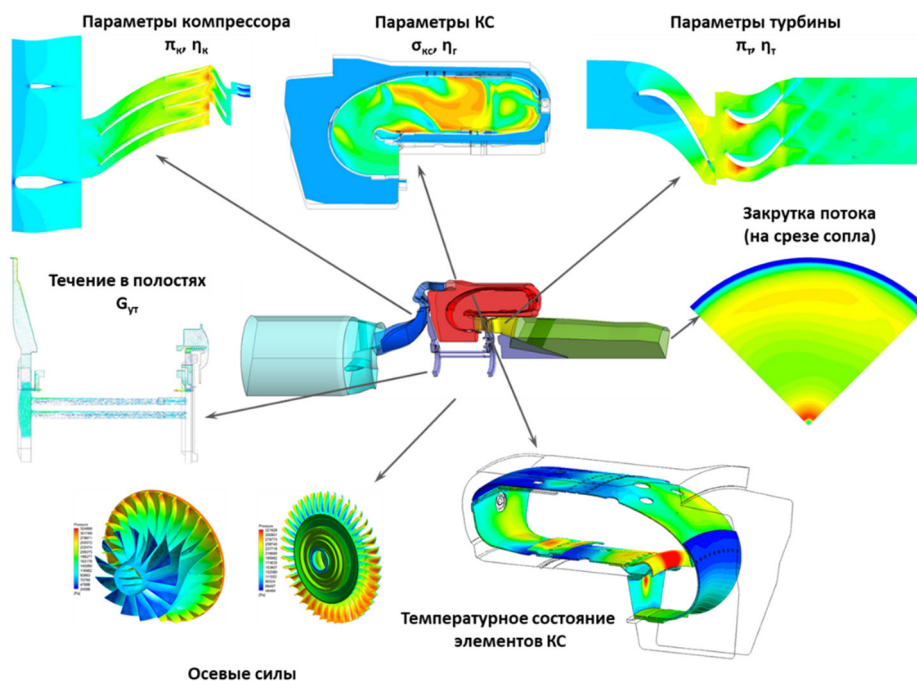


Рисунок 3 – Пример выделения результатов расчета узлов малоразмерного двигателя из сквозной математической модели

Задачи, которые можно решить при помощи данного подхода к моделированию следующие:

1. Определение параметров потока в сечениях проточной части на всех режимах, в том числе на режимах запуска. Характеристики узлов определяются при помощи общепринятых подходов [3]. Реализация обработки результатов расчета стандартная для подобных задач.

Результаты моделирования без учета теплообмена (что значительно сокращает объем расчетной задачи) качественно согласуются с результатами испытаний по тяге двигателя и степени повышения давления в компрессоре, но различаются по температурам в проточной части. При этом с увеличением режима работы разница по расходу и по температурам в проточной части увеличиваются. Моделирование с принятыми допущениями занижает расход воздуха и завышает температуру за камерой сгорания и в большей степени температуру за турбиной. Таким образом, на тягу двигателя действуют противоположные факторы: увеличение скорости истечения из сопла и уменьшение расхода воздуха через двигатель из-за увеличения температуры в горле соплового аппарата турбины.

С точки зрения баланса давлений сквозное моделирование удовлетворительно согласуется с экспериментальными данными, описывает особенности реального двигателя. Отсутствие теплового потока через стенки модели увеличивает температуру потока, причем различие в результатах определения температур растет по тракту модели.

2. Определение расходов в соответствующих внутренних полостях. При этом оцениваются величины утечек из проточной части. Моделирование вторичных полостей необходимо для формирования отборов воздуха из проточной части при создании термодинамической модели двигателя.

3. Определение осевой силы ротора. В процессе реализации аванпроекта двигателя рассчитывается величина осевой газовой силы. На практике это реализуется в одномерной постановке путем решения задачи течения газа в полостях при наличии вращающихся стенок. Решение данной задачи требует учета распределения окружной составляющей скорости по

радиусу полости и коэффициентов трения на поверхности дисков и стенок. Для режимов работы полостей малоразмерных двигателей такие данные в открытой печати отсутствуют. Если для центробежного течения приближенное одномерное решение задачи позволяет получить результаты согласующиеся с результатами других авторов, то для центростремительного течения данный подход сопровождается значительными погрешностями. Кроме того, создание одномерной расчетной модели требует задания коэффициентов расхода отверстий. Величины коэффициентов расхода при боковом истечении из потока для рассматриваемых условий в открытой печати также отсутствуют. Сквозное трехмерное моделирование позволяет их определить. Значения величин осевой силы, полученные с использованием результатов распределения давления по поверхностям деталей, согласуются с решением описанной задачи, что говорит о применимости сквозного численного моделирования для решения задач такого рода.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования сквозного моделирования рабочего процесса при проектировании малоразмерных двигателей.
2. Использование сквозного моделирования позволяет сократить объем расчетных работ и быстрее верифицировать одномерные методики проектирования двигателя.
3. Сквозное моделирование позволяет решать не только задачу газодинамического и теплового расчета узлов, но и достаточно широкий круг задач, связанных с системами двигателя.
4. Реализация сквозного моделирования без учета теплообмена приводит к адекватным результатам с точки зрения баланса давлений двигателя. При этом происходит завышение значений температур, особенно в горячей части.
5. Развитие данной методики предполагает построение математической модели двигателя с учетом теплообмена, а также влияния различных настроек, например, модели турбулентности, на точность моделирования, что является темой дальнейших исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Осипов, И. В. Разработка малоразмерных ГТД различного типа на базе унифицированного газогенератора / И. В. Осипов, В. С. Ломазов // *Авиационные двигатели*. – 2019. – №4 (5). – С. 10–18.
2. Дадоян, Р. Г. Формирование облика рекуператора для малоразмерного ГТД с регенерацией тепла / Р. Г. Дадоян, А. Е. Михайлов, Д. А. Ахмедзянов // *Вестник УГАТУ*. – 2021. – Т. 25, № 1. – С. 35–40.
3. К вопросу выбора методики моделирования рабочего процесса малоразмерного газотурбинного двигателя / В. В. Вятков [и др.] // *Известия ВУЗов. Авиационная техника*. – 2023. – № 4. – С. 112–118.

УДК 629.7.05.67: 629.7.045.44

Р. В. Козловский, Г. В. Козловский, В. А. Юшкова

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)*

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С НЕПОДВИЖНЫМИ НЕВЫСТУПАЮЩИМИ ПРИЕМНИКАМИ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА

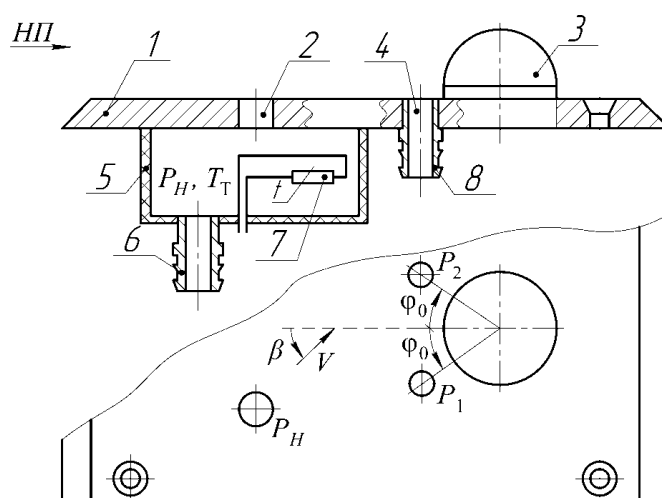
Полеты различных классов самолетов и других летательных аппаратов осуществляются в пределах атмосферы, и для пилотирования, автоматического управления и обеспечения безопасности движения необходима информация о параметрах вектора истинной воздушной

скорости, высотно-скоростных параметрах полета и параметрах окружающей воздушной среды, определяющих аэродинамику, динамику и безопасность полета [1, 2].

Для измерения воздушных сигналов самолета и других летательных аппаратов широко используются системы воздушных сигналов, основанные на комбинации аэрометрического, аэродинамического и флюгерного методов контроля параметров набегающего воздушного потока с помощью распределенных по фюзеляжу и вынесенных в набегающий воздушный поток приемников статического и полного воздушных давлений, флюгерных датчиков аэродинамических углов атаки и скольжения, приемников температуры заторможенного набегающего воздушного потока, которые пневмопроводами и электрическими кабелями связаны с бортовым вычислителем, определяющим текущие значения воздушных сигналов и формирующим выходные сигналы системы всем потребителям [3, 4]. При этом выступающие приемники и датчики первичной информации, пневмопровода и электрические кабели связи с бортовым вычислителем усложняют конструкцию, увеличивают массу и стоимость традиционных систем воздушных сигналов, а также нарушают аэродинамику обтекания фюзеляжа и увеличивают заметность траектории движения летательного аппарата. Это ограничивает область применения традиционных систем воздушных сигналов на сверхлегких самолетах, малоразмерных, беспилотных и дистанционно пилотируемых летательных аппаратах различного класса и назначения. Разрабатываемые системы воздушных сигналов, построенные на основе вихревого [5], ионно-меточного [6] и ультразвукового [7, 8] методов измерения параметров набегающего потока также не снимают полностью ограничения применения традиционных систем воздушных сигналов.

В основу построения рассматриваемой системы воздушных сигналов с одним неподвижным невыступающим приемником положен широко используемый на самолетах плиточный (фюзеляжный) приемник статического давления с аэродинамически компенсатором погрешности восприятия статического давления, обусловленной искажением невозмущенного набегающего воздушного потока в месте его расположения при движении самолета и обтекании фюзеляжа [9, 10].

Для получения информации о воздушных сигналах, определяющих параметры движения летательного аппарата относительно окружающей воздушной среды, на обтекаемой (скользящей) поверхности плиты 1 фюзеляжного приемника (рисунок 1) расположено отверстие 2 для восприятия статического давления P_H и аэродинамический компенсатор 3. Вблизи поверхности аэродинамического компенсатора симметрично относительно оси фюзеляжного приемника под углом φ_0 расположены два отверстия 4 для восприятия давлений P_1 и P_2 .



НП – набегающий воздушный поток

Рисунок 1 – Конструктивная схема фюзеляжного приемника параметров набегающего воздушного потока

При установке на фюзеляже ось симметрии плиточного (фюзеляжного) приемника статического давления расположена параллельно продольной оси летательного аппарата, относительно которой отсчитывается измеряемый местный аэродинамический угол β , определяющий направление набегающего воздушного потока в месте установки приемника. Место расположения отверстия 2 для восприятия статического давления P_H относительно аэродинамического компенсатора определяется из условия компенсации методической погрешности восприятия статического давления P_H , обусловленной искажением невозмущенного набегающего воздушного потока при движении и обтекании фюзеляжа по результатам летных испытаний образцов системы на конкретный тип летательного аппарата для конкретного места установки на фюзеляже плиты фюзеляжного приемника с использованием известной технологии [11].

Для устранения возможных пульсаций статического давления в месте расположения приемного отверстия 2 на скользящей поверхности фюзеляжного приемника воспринимаемое давление P_H поступает в термостатированную от внешней среды глухую камеру торможения 5. Сглаженное статическое давление P_H через штуцер 6 подается в измерительную схему системы воздушных сигналов. В камере торможения расположен проводниковый терморезистор 7, регистрирующий температуру T_T торможения набегающего воздушного потока на данной высоте H .

Воспринимаемые на скользящей поверхности вблизи аэродинамического компенсатора давления P_1 и P_2 через штуцеры 8 также передаются в измерительную схему системы воздушных сигналов с одним неподвижным невыступающим приемником.

В измерительной схеме воспринимаемые давления P_H , P_1 и P_2 , а также сопротивления проводникового терморезистора с помощью соответствующих пневмоэлектрических датчиков и мостовой схемы преобразуются в электрические информативные сигналы, поступающие на вход вычислителя, который определяет и выдает выходные сигналы по измерительным воздушным сигналам бортовым потребителям. Воспринимаемые давления P_H , P_1 и P_2 , а также температура T_T торможения набегающего воздушного потока являются исходными данными для определения выходных сигналов системы воздушных сигналов с неподвижным невыступающим приемником в соответствии с приведенными далее моделями.

Как показано в монографии [12], давления P_1 и P_2 , воспринимаемые на скользящей поверхности вблизи аэродинамического компенсатора в виде полусферы радиусом r_0 , установленные на небольшом по высоте цилиндрическом основании того же радиуса, определяются аналитическими моделями вида

$$\left. \begin{aligned} P_1 - P_H = \Delta P_1 &= \eta \frac{\rho_H V^2}{2} [4 \cos^2(\varphi_0 - \beta) - \eta - 2] = \eta \frac{\rho_H V^2}{2} [4(1 - \sin^2(\varphi_0 - \beta)) - \eta - 2]; \\ P_2 - P_H = \Delta P_2 &= \eta \frac{\rho_H V^2}{2} [4 \cos^2(\varphi_0 + \beta) - \eta - 2] = \eta \frac{\rho_H V^2}{2} [4(1 - \sin^2(\varphi_0 + \beta)) - \eta - 2], \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $\eta = (r_0/r)^2$ – безразмерный конструктивный параметр аэродинамического компенсатора, определяющий радиус r_0 полусферы и радиус r расположения отверстий для восприятия давлений P_1 и P_2 ; $\rho_H V^2/2$ – скоростной напор (динамическое давление) набегающего воздушного потока со скоростью V , равной истинной воздушной скорости V_B полета самолета; β – угол скольжения, $\varphi_0 = 45^\circ$.

Тогда аналитические модели определения угла β направления набегающего воздушного потока, равного местному аэродинамическому углу в плоскости расположения плиточного приемника, и определения скорости V набегающего воздушного потока, равной по величине истинной воздушной скорости V_B , определения числа Маха M и приборной скорости $V_{пр}$ будут иметь вид

$$\beta = \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{\eta}{2} \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{|\Delta P_1 - \Delta P_2|} \right), \quad (2)$$

$$V_B = \sqrt{\frac{|\Delta P_1 + \Delta P_2| P_0 T_H}{\eta^2 \rho_0 T_0 P_H}}, \quad (3)$$

$$V_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{|\Delta P_1 + \Delta P_2|}{\eta^2 \rho_0}}, \quad (4)$$

$$M = \sqrt{\frac{|\Delta P_1 + \Delta P_2| P_0}{\eta^2 \rho_0 P_H T_0 k g R}}, \quad (5)$$

где $\rho_0 = 1,225 \text{ кг/м}^3$, $T_0 = 288,15 \text{ К}$, $P_0 = 101325 \text{ Па}$ – массовая плотность воздуха, абсолютная температура и абсолютное (барометрическое) давление воздушной среды на высоте $H = 0$ стандартной атмосферы [13], $k = 1,4$ – показатель адиабаты воздуха; $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; $R = 29,27125 \text{ м/К}$ – газовая постоянная.

По значениям статического давления P_H и температуре наружного воздуха T_H определяется плотность воздуха ρ_H на данной высоте H , барометрическая высота (до 11 км) H и вертикальная скорость V_y по аналитическим моделям вида:

$$\rho_H = \rho_0 \frac{P_H T_0}{P_0 T_H} = \rho_0 \frac{P_H T_0}{\rho_0 \frac{T_T}{1 + 0,2\xi M^2}} = \rho_0 \frac{P_H T_0}{\rho_0 \frac{T_T}{1 + \frac{0,2\xi |\Delta P_1 + \Delta P_2| P_0}{\eta^2 k g R \rho_0 T_0 P_H}}}, \quad (6)$$

$$H = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P_H}{P_0} \right)^{\tau R} \right], \quad (7)$$

$$V_y \approx \frac{1}{4\tau_0} \left[H(t_i) - H(t_i - 2\tau_0) + H(t_i - \tau_0) - H(t_i - 3\tau_0) \right], \quad (8)$$

где $t = 0,0065 \text{ К/м}$ – температурный градиент, t_i – текущий момент времени измерения барометрической высоты H ; τ_0 – фиксированный интервал времени между отсчетами.

При необходимости измерения угла атаки дополнительный плиточный (фюзеляжный) приемник с аэродинамическим компенсатором устанавливается на фюзеляже в плоскости измерения угла атаки. Аналитическая модель для угла атаки аналогична модели (2).

Однако при изменении угла скольжения происходит отклонение измеренного значения местного угла атаки из-за искажения воздушного потока в месте расположения плиточного приемника с аэродинамическим компенсатором. Для устранения влияния угла скольжения на измеренное значение местного угла атаки используют два датчика угла атаки, расположенные на правом и левом борту фюзеляжа. Такой подход целесообразно использовать и в системе воздушных сигналов с неподвижным не выступающим приемником. При этом угол атаки самолета или другого летательного аппарата определяется как полусумма местных углов, измеренных на правом и левом бортах фюзеляжа.

Таким образом, по воспринимаемым неподвижным невыступающим приемником давлениям P_H , P_1 , P_2 и температуре торможения T_T в измерительных каналах системы

воздушных сигналов, построенной на базе неподвижного невыступающего приемника, определяются все воздушные сигналы самолета или другого летательного аппарата по разработанным и известным аналитическим моделям.

Существенное уменьшение числа средств измерения параметров набегающего воздушного потока и встроенный вычислитель упрощают конструкцию, снижают массу и стоимость рассматриваемой системы, не нарушают аэродинамику и не увеличивают заметность траектории движения самолета или других летательных аппаратов, определяют конкурентные преимущества и расширяют перспективы и возможные области применения системы воздушных сигналов с неподвижным невыступающим приемником.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макаров, Н. Н. Системы обеспечения безопасности функционирования бортового эргатического комплекса: Теория, проектирование, применение / Н. Н. Макаров; под ред. докт. техн. наук В. М. Солдаткина. – М. : Машиностроение, 2009. – 760 с.
2. Макаров, Н. Н. Средства информационной поддержки экипажа воздушного судна / Н. Н. Макаров. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. – 440 с.
3. Измерители аэродинамических параметров летательных аппаратов: учебное пособие / Г. И. Ключев[и др.]. – Ульяновск : УлГГТУ, 2005. – 509 с.
4. Солдаткин, В. М. Авиационные приборы, измерительно-вычислительные системы и комплексы: Принципы построения, алгоритмы обработки информации, характеристики и погрешности / В. М. Солдаткин. – Казань : Изд-во Казан. гос. ун-та, 2014. – 526 с.
5. Ефремова, Е. С. Построение и погрешности системы воздушных сигналов на основе вихревого метода / Е. С. Ефремова, В. М. Солдаткин // Изв. вузов. Приборостроение. – 2020. – № 8. – С. 756–762.
6. Солдаткин, В. М. Теоретические основы построения системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником потока / В. М. Солдаткин, В. В. Солдаткин, Д. Д. Крылов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2017. – № 7. – С. 495–502.
7. Мифтахов, Б. И. Модели и анализ методических погрешностей панорамного датчика аэродинамических углов и воздушной скорости с неподвижным приемником и ультразвуковыми измерительными каналами / Б. И. Мифтахов // Изв. вузов. Авиационная техника. 2023. – № 1. – С. 116–120.
8. Мифтахов, Б. И. Анализ точности электронной системы пространственного измерения воздушных параметров движения летательного аппарата с неподвижным приемником набегающего потока / Б. И. Мифтахов // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2023. – № 3. – С. 127–134.
9. Фюзеляжный приемник статического давления с аэродинамическим компенсатором: а. с. 271140 / Б. М. Абрамов, В. А. Смольцов, М. И. Перова. – Оpubл. 12.05.1970.
10. Фюзеляжный приемник статического давления: а. с. 339815 / Б. М. Абрамов. – Оpubл. 24.05.1975.
11. Харин, Е. Г. Технология летных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением комплекса бортовых траекторных измерений / Е. Г. Харин, И. А. Копылов. – М. : МАИ-Принт, 2012. – 356 с.
12. Солдаткин, В. М. Методы и средства измерения аэродинамических углов летательных аппаратов / В. М. Солдаткин. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2001. – 448 с.
13. ГОСТ 4401-81. Атмосфера стандартная. Параметры. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 179 с.

УДК 531:629.7

А. В. Комлач, В. Л. Николаенко

*Белорусская государственная академия авиации***ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В АВИАЦИИ**

Равномерный прямолинейный горизонтальный полет.

В прямолинейном горизонтальном полете на самолет действуют четыре силы – подъемная сила, сила тяжести, тяга и лобовое сопротивление.

Сила тяжести приложена в центре тяжести и направлена вертикально вниз. Силу тяжести также называют весом самолета.

Подъемная сила приложена в центре давления (далее – СР), расположена в плоскости симметрии самолета и направлена под прямым углом к траектории полета (направлению набегающего потока воздуха).

Примем, что тяга направлена вперед по направлению траектории полета, а лобовое сопротивление – в противоположную сторону.

Условием равномерного горизонтального полета является равновесие данных сил. Подъемная сила должна быть отрегулирована для соответствия текущему весу самолета, а тяга двигателя подобрана для компенсации лобового сопротивления.

Аэродинамическое качество (отношение подъемной силы к лобовому сопротивлению) у современных самолетов находится в диапазоне от 10 до 20. То есть подъемная сила в 10–20 раз больше лобового сопротивления.

Линии действия сил тяги и лобового сопротивления находятся вблизи друг друга, поэтому момент, создаваемый этой парой сил очень мал и в данном случае не рассматривается.

Расположение центров давления и тяжести меняется в процессе полета. Центр давления перемещается вперед при увеличении угла атаки, а центр тяжести перемещается из-за выработки топлива, перемещения пассажиров и грузов по салону. Обычно, центр давления находится впереди центра тяжести на малых скоростях, давая кабрирующий момент, и сзади центра тяжести на больших скоростях, давая пикирующий момент.

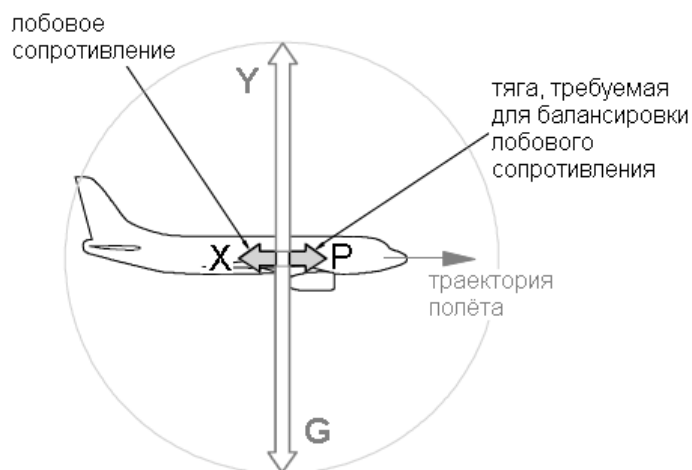


Рисунок 1 – Схема сил в горизонтальном полете

Для горизонтального полета при неизменном весе самолета требуется поддержание постоянной подъемной силы. Если скорость полета при этом не меняется, то полет осуществляется на подобранном постоянном угле атаки. Если же скорость меняется, то для сохранения постоянства подъемной силы угол атаки должен изменяться.

Зависимость требуемого угла атаки от приборной скорости при условии постоянства подъемной силы показана на рисунке 2.

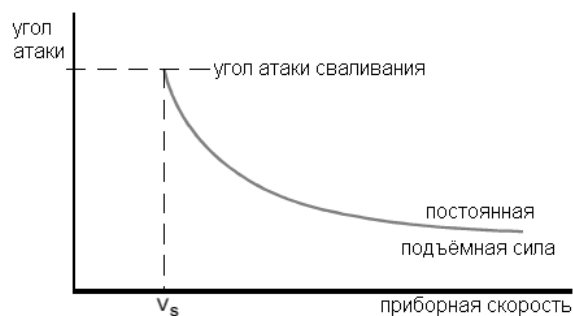


Рисунок 2 – График зависимости угла атаки от приборной скорости

Для сохранения скорости в горизонтальном полете тяга должна быть равна лобовому сопротивлению самолета. Если скорость самолета больше наивыгоднейшей, то лобовое сопротивление самолета увеличивается при увеличении скорости.

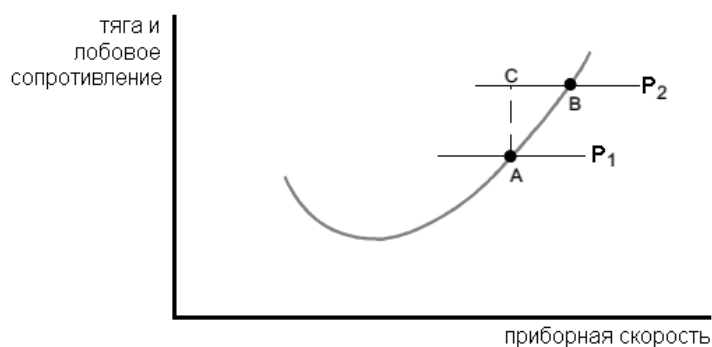


Рисунок 3 – Кривая Жуковского

Чтобы лететь со скоростью, обозначенной на рисунке точкой А, требуется тяга P_1 , а для полета в точке В – тяга P_2 .

Если тягу увеличить от P_1 до P_2 , когда самолет находится в точке А, то тяга станет больше лобового сопротивления, самолет начнет разгоняться пропорционально избытку тяги АС, пока не достигнет точки В, где тяга и сопротивление вновь придут в равновесие.

Если тяга P_2 – максимально возможная, то скорость в точке В является максимальной скоростью, которую можно достичь в горизонтальном полете.

Установившийся набор высоты – прямолинейное движение самолета вверх с постоянной скоростью. Схема сил, действующих на самолет при установившемся наборе высоты с углом наклона траектории θ , показана на рисунке 4.

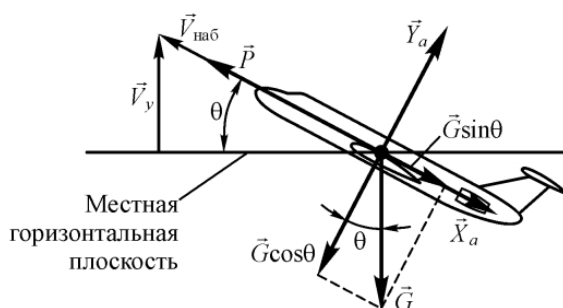


Рисунок 4 – схема действия сил на самолет во время набора высоты

Вес самолета разложен на две составляющие относительно траектории полета: нормальную (перпендикулярную) составляющую $G\cos\theta$, противодействующую подъемной силе, и продольную составляющую $G\sin\theta$, действующую в том же направлении, что и лобовое

сопротивление. Условия равновесия сил: тяга должна быть равна сумме лобового сопротивления и траекторной составляющей веса самолета, а подъемная сила должна быть равна нормальной составляющей веса:

$$\left. \begin{aligned} P &= X_a + G \sin \theta, \\ Y_a &= G \cos \theta, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где P – тяга, создаваемая двигателями самолета, X_a – лобовое сопротивление, G – сила тяжести, Y_a – подъемная сила, создаваемая крылом самолета.

Чем больше угол наклона траектории, тем меньше потребная подъемная сила, и тем больше потребная тяга из-за возрастающей траекторной составляющей веса.

Возможности самолета по набору высоты зависят от располагаемого избытка тяги (разницы между располагаемой тягой и лобовым сопротивлением). Чем меньше лобовое сопротивление при заданной тяге, тем больше угол набора высоты.

Установившееся снижение – прямолинейное движение самолета вниз с постоянной скоростью. На рисунке 5 показана схема сил, действующих на самолет при снижении.

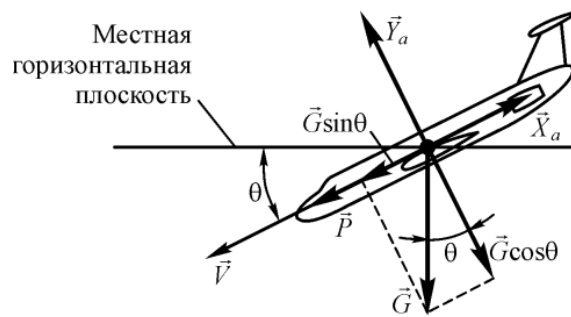


Рисунок 5 – Схема сил, действующих на самолет при снижении

Уравнения движения для установившегося снижения имеют вид

$$\left. \begin{aligned} P &= X_a - G \sin \theta, \\ Y_a &= G \cos \theta. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Если мы поделим одно уравнение на другое, то получим

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{X_a - P}{Y_a}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) видно, что установившееся снижение возможно только, если тяга меньше лобового сопротивления ($P < X_a$). Обычно снижение происходит при малых значениях тяги (при тяге малого газа), поэтому можем принять, что $P \approx 0$. Такой режим полета называется планирование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теренбик, Э. Проектирование дозвуковых самолетов / Э. Теренбик; пер. с англ. – М. : Машиностроение, 1983. – 648 с.
2. Касторский, В. Е. Основы аэродинамики и динамики полета / В. Е. Касторский. – М., 2010. – 105 с.
3. Краснов, Н. Ф. Методы аэродинамического расчета / Н. Ф. Краснов. – М., 2009. – Ч. 2. – 415 с.

УДК 629.7

С. А. Коршак, Р. В. Шиман, П. В. Виноградова

Военная академия Республики Беларусь

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ПАРАМЕТРАМ БОРТОВЫХ УСТРОЙСТВ РЕГИСТРАЦИИ

Отказы авиационных газотурбинных двигателей (далее – ГТД) оказывают немаловажное влияние на техническую безопасность полетов. Статистика аварийности в Государственной авиации Республики Беларусь за крайние 10 лет показывает, что причинами более 30 % всех авиационных событий (далее – АС) являются отказы ГТД и их систем. Появление отказов, как правило, является следствием старения парка воздушных судов, а также несоответствия (несовершенства) средств и методов контроля технического состояния применительно к современным условиям эксплуатации.

Предотвращение АС из-за неисправностей ГТД возможно за счет организации мониторинга технического состояния силовых установок воздушных судов при подготовках к полетам и наземном опробовании во время выполнения регламентных работ, путем анализа материалов объективного контроля (далее – ОК) (данных о работе двигателя регистрируемых бортовым устройством регистрации (далее – БУР) полетной информации).

В настоящее время в авиационных воинских частях контроль работоспособности силовой установки, включающей в себя два ГТД, по данным БУР осуществляется следующими способами:

1. путем качественного сравнения параметров двух двигателей на одинаковых режимах работы и в одинаковых условиях полета;
2. путем проверки соответствия параметров каждого двигателя установленным значениям по технической и эксплуатационной документации при заданных режимах работы и условиях полета. При этом не оценивается запас основных газодинамических параметров до предельного значения, вероятность отказа при выполнении следующего полета.

Первый и второй способы контроля требуют предварительного определения участков записей термогазодинамических параметров, соответствующих отдельным режимам работы ГТД. В настоящее время процесс классификации режимов работы ГТД по материалам ОК, как правило, осуществляется вручную, с участием высококвалифицированных специалистов, длительная и монотонная работа которых, с одной стороны, может привести к ошибкам классификации, а с другой – к значительным временным затратам [1].

Таким образом, автоматизированный контроль работоспособности авиационных ГТД на протяжении всего полета невозможен без автоматизации процесса классификации режимов работы ГТД по материалам ОК.

В статье [2] предложен алгоритм решения задачи классификации режимов работы авиационного ГТД по параметрам, зарегистрированным в БУР с использованием нейросетевого (далее – НС) метода.

В качестве входных данных, были выбраны параметры непосредственно характеризующие режимы работы авиационного ГТД на примере ГТД Р-95Ш самолета Су-25 [3]. В таблице 1 приведен перечень входных параметров НС для классификации режимов работы ГТД по материалам объективного контроля.

Таблица 1 – Перечень входных параметров

Наименование параметра	Условное обозначение
1. Положение ручки управления двигателем	$\alpha_{руд}$
2. Частота оборотов ротора низкого давления РНД	$N_{РНД\ лев}$
3. Частота оборотов ротора высокого давления РВД	$N_{РВД\ лев}$
4. Температура газов за турбиной	T_4
5. Нажатие кнопки запуск (разовая команда)	Кн. Зап.

Эти данные в совокупности с временной координатой t (мин) образуют входной вектор $\bar{x}(t) = \{x_1(t), x_2(t), x_3(t), x_4(t), x_5(t)\}$.

Желаемыми выходами НС в каждом случае будет двоичное представление номера идентифицированного элемента (режима работы ГТД). В таблице 2 приведен перечень классифицируемых режимов работы ГТД и желаемых выходов НС $\bar{y}(t) = \{y_1, y_2, \dots, y_7\}$.

Таблица 2 – Значения выходов НС

Распознаваемые элементы	Сигнал на выходе НС						
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1. Запуск двигателя	1	0	0	0	0	0	0
2. Установившийся режим малого газа	0	1	0	0	0	0	0
3. Разгон	0	0	1	0	0	0	0
4. Установившийся номинальный режим	0	0	0	1	0	0	0
5. Установившийся максимальный режим	0	0	0	0	1	0	0
6. Дросселирование	0	0	0	0	0	1	0
7. Остановка	0	0	0	0	0	0	1

Задача определения участков, соответствующих различным режимам работы ГТД по записям БУР относится к задачам классификации временных рядов, при обработке которых широкое применение получили НС прямого распространения с использованием временной задержки входного сигнала [3]. Таким образом, для задачи классификации режимов работы ГТД, была выбрана НС прямого распространения с одним скрытым слоем нейронов и временной задержкой входного сигнала.

На рисунке 1 в качестве примера приведена одна из сигналограмм, описывающих термодинамические процессы в ГТД типа Р-95Ш самолета Су-25 в процессе его запуска и опробования с определенными в автоматическом режиме контрольными сечениями, соответствующими началу и окончанию идентифицируемых участков (режимов работы).

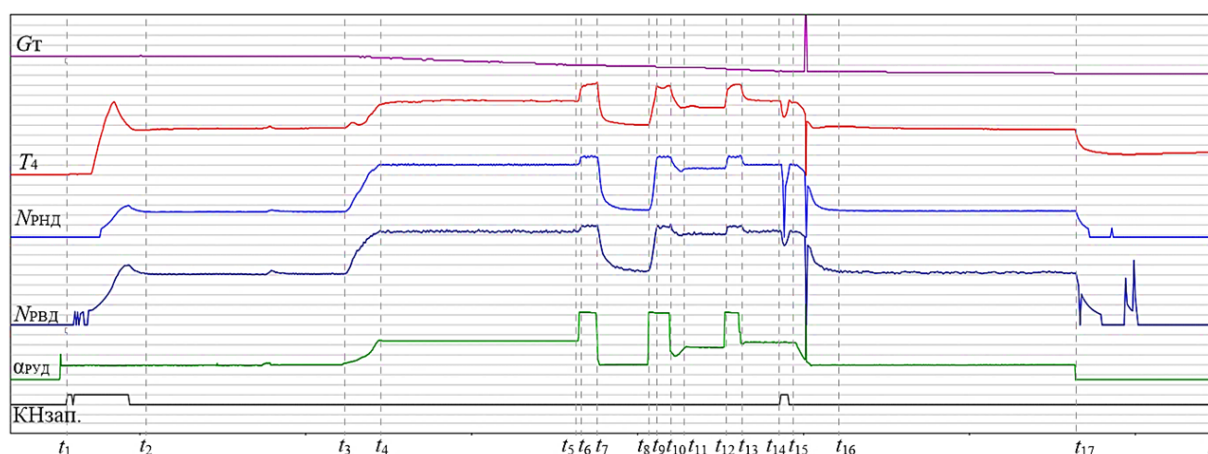


Рисунок 1 – Сигналограмма термодинамических процессов в ГТД типа Р-95Ш самолета Су-25

С использованием предложенного подхода автоматической классификации были определены участки временного ряда, соответствующие следующим режимам работы ГТД Р-95Ш самолета Су-25: $t_1-t_2, t_{14}-t_{15}$ – запуск двигателя; $t_2-t_3, t_{16}-t_{17}$ – установившийся режим малого газа; $t_4-t_5, t_{11}-t_{12}, t_{13}-t_{14}$ – установившийся номинальный режим; $t_6-t_7, t_9-t_{10}, t_{12}-t_{13}$ – установившийся максимальный режим; $t_3-t_4, t_5-t_6, t_8-t_9$ – разгон; $t_7-t_8, t_{10}-t_{11}, t_{15}-t_{16}$ – дросселирование; t_{17} – момент остановки ГТД.

Автоматизация процесса классификации режимов работы ГТД по материалам ОК, позволяет в автоматическом режиме определять значения контролируемых параметров в контрольных сечениях, что в свою очередь позволит в автоматическом режиме оценить их

соответствие требуемым значениям на протяжении всего полета, а также обеспечит возможность накопления базы данных с целью прогнозирования технического состояния.

На рисунке 2 представлена блок-схема методики автоматизированного контроля работоспособности авиационного ГТД по материалам ОК.

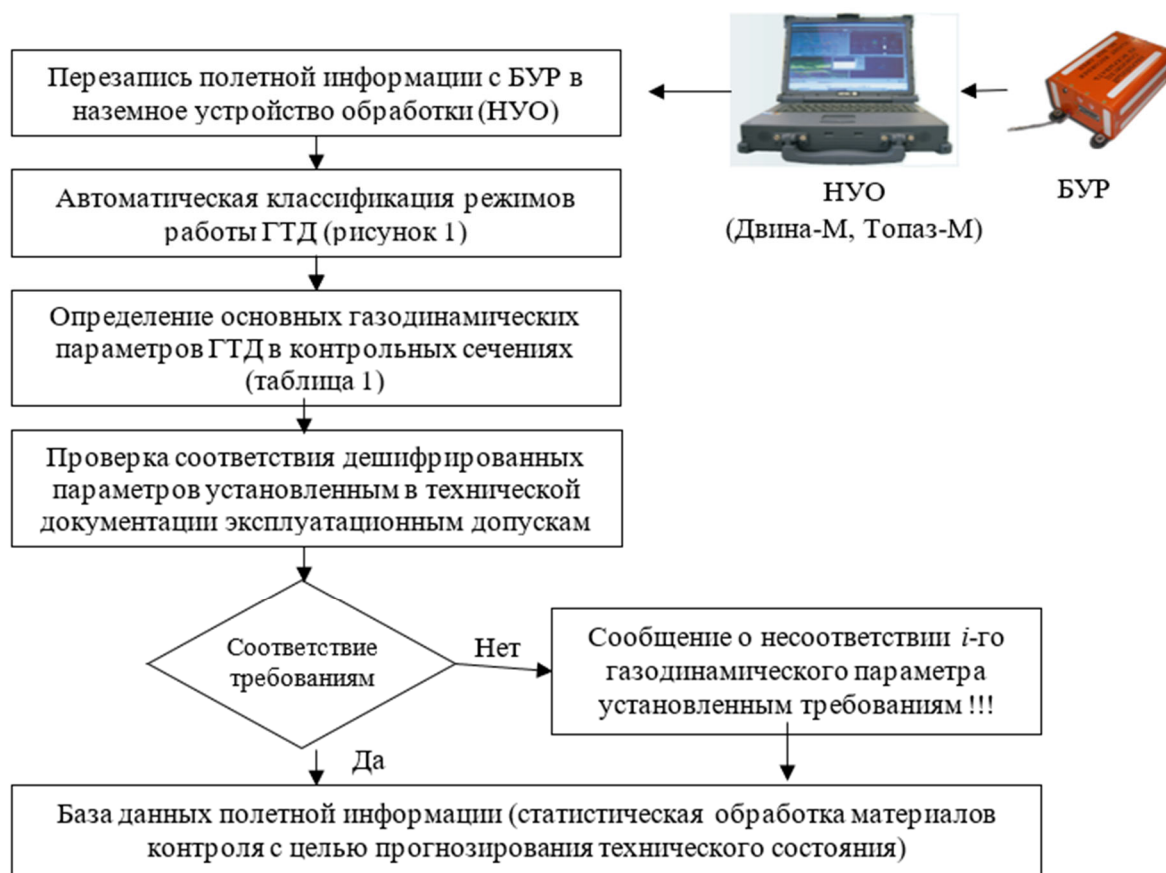


Рисунок 2 – Блок-схема методики автоматизированного контроля оценки работоспособности авиационных ГТД по материалам ОК

С разработкой классификатора, позволяющего в автоматическом режиме идентифицировать режимы работы ГТД по материалам ОК, появилась возможность автоматизировать процесс оценки работоспособности авиационных ГТД после их запуска и опробования. При этом при накоплении необходимого статистического материала (база данных полетной информации), обеспечивается возможность прогнозирования оценки работоспособности авиационных ГТД с целью прогнозирования их технического состояния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методическое пособие по объективному контролю с использованием системы «Тестер» – «Луч-71» (для изделия Т8К). – М., 1989. – 184 с.
2. Коршак, С. А. Нейросетевая модель классификации режимов работы ГТД по материалам объективного контроля / С. А. Коршак // Авиационный вестник. – 2023. – № 8. – С. 56–63.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2016. – 1104 с.

УДК 629.7

С. А. Коршак, А. А. Цапелик

Военная академия Республики Беларусь

ДИАГНОСТИКА АВИАЦИОННОГО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПО АНАЛИЗУ ФОРМЫ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Современная авиационная техника требует высоких стандартов надежности и безопасности, что обуславливает необходимость регулярной технической диагностики различных компонентов и систем. Одним из ключевых элементов, обеспечивающих стабильную работу авиационных систем, является выпрямительное устройство, в частности, модель ВУ-6Б. Эффективность его работы напрямую влияет на функционирование бортовых электроэнергетических систем, и, следовательно, на безопасность полетов.

Авиационные выпрямительные устройства ВУ-6Б предназначены для преобразования переменного напряжения 115/208 В в постоянное напряжение 28,5 В. Силовыми элементами выпрямительного устройства ВУ-6Б (рисунок 1) являются трехфазный понижающий трансформатор и мощные кремниевые диоды [1]. Трансформатор снижает уровень входного переменного напряжения до заданного значения, а диоды, включенные по соответствующей схеме, выпрямляют переменный ток в постоянный.

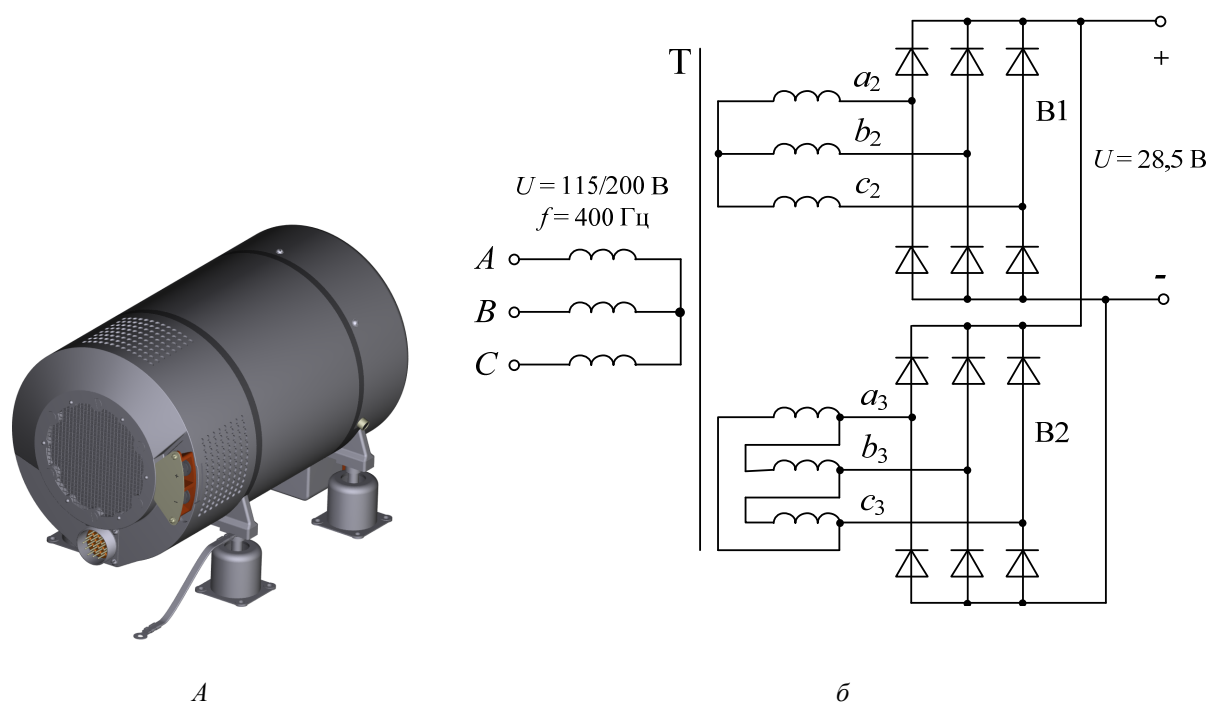


Рисунок 1 – Внешний вид (а) и функциональная схема (б) выпрямительного устройства ВУ-6Б

Техническая диагностика выпрямительных устройств традиционно основывается на методах, предполагающих визуальный осмотр, измерение электрических параметров и анализ их отклонений от норм. Однако такие методы могут быть недостаточно чувствительными к скрытым дефектам и не всегда позволяют выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях. В последние годы наблюдается активное внедрение современных технологий, включая методы машинного обучения и нейронные сети, которые открывают новые горизонты для повышения точности и эффективности диагностики. Использование нейронных сетей позволяет не только автоматизировать процесс анализа, но и выявлять сложные зависимости в данных, которые могут быть неочевидны при традиционных подходах.

Актуальным подходом к диагностике является применение нейронных сетей для анализа формы выходного напряжения выпрямительного устройства ВУ-6Б, которая в свою очередь содержит полную информацию об отказах и неисправностях основных элементов.

Различные формы сигналов выходного напряжения были получены путем имитационного моделирования функциональной схемы ВУ-6Б в среде MATLAB/Simulink при различных отказах и неисправностях его элементов (понижающего трансформатора Т, диодов (12 шт.) выпрямительных мостов В1 и В2 (рисунок 1)). На рисунке 2 приведены графики напряжений исправного выпрямительного устройства.

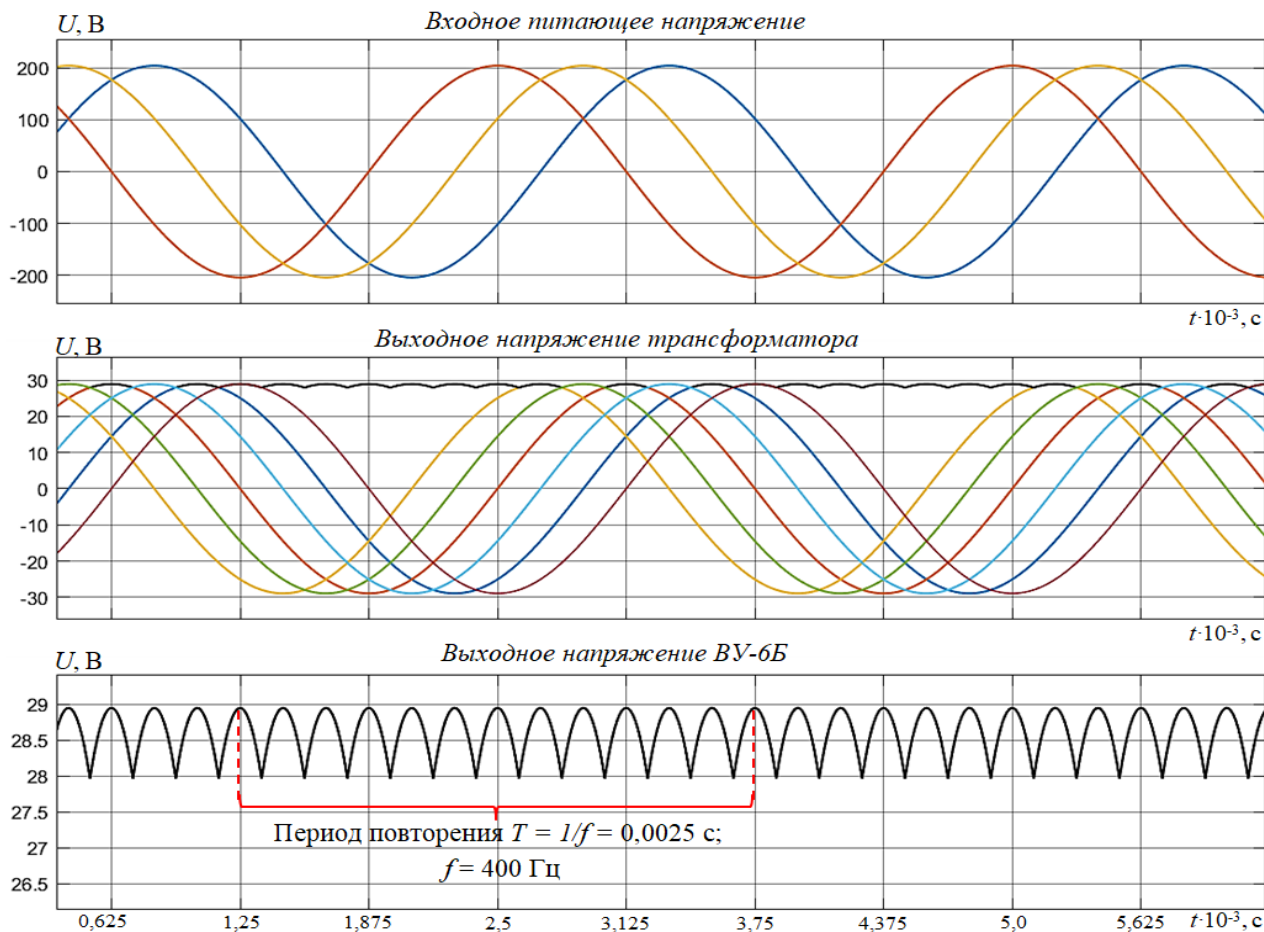
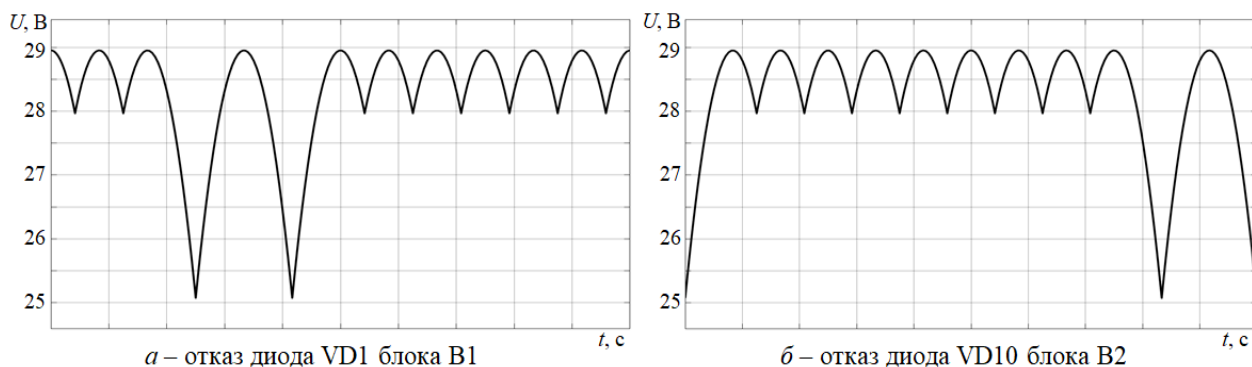


Рисунок 2 – Графики напряжений исправного выпрямительного устройства ВУ-6Б

На рисунке 3 приведен фрагмент графиков выходного напряжения ВУ-6Б, полученных при моделировании с различными отказами и неисправностями элементов.



а – отказ диода VD1 блока В1

б – отказ диода VD10 блока В2

Рисунок 3 – Графики выходного напряжения ВУ-6Б при отказах 1-го диода выпрямительных мостов

Таким образом, задача определения технического состояния авиационных выпрямительных устройств может быть решена путем анализа формы его выходного напряжения с использованием нейронных сетей. В качестве входных данных целесообразно принять параметры выходного напряжения U снятые с выхода ВУ-6Б в реальном режиме времени. Желаемыми выходами НС в каждом случае будет двоичное представление номера идентифицированного отказавшего элемента (совокупности элементов ВУ-6Б).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коршак, С. А. Электрооборудование самолета Су-30СМ: учеб. пособие для курсантов и слушателей УО «ВА РБ» / С. А. Коршак, А. А. Санько. – Минск, 2024. – 94 с.

УДК 531

В. А. Костин, А. С. Луканкин

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)*

ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СДВИЖНОЙ ГРУЗОВОЙ ДВЕРИ ВЕРТОЛЕТА АНСАТ

В рамках работ по модернизации конструкции вертолета АНСАТ и перевода ее на композиционные материалы был предложен вариант конструктивного исполнения крепления не несущих конструкционных моделей кабины пилота и грузового отсека вертолета в теоретический контур фюзеляжа вертолета с использованием клееболтового соединения. Вариант построен по идее, объединяющей проем, и модель дверей в единый законченный модуль, изготовленный из высокопрочных композиционных материалов (рисунок 1).

В связи с этим были предложены впервые новые конструктивные элементы кинематики сдвижной двери салона вертолета, включающая композитные направляющие рельсы сдвижного механизма. Разработан метод оценки обоснования выбора новых конструктивных решений из композиционных материалов взамен традиционным материалам. Проведены испытания новых элементов направляющих, кинематики дверей грузового отсека вертолета АНСАТ.

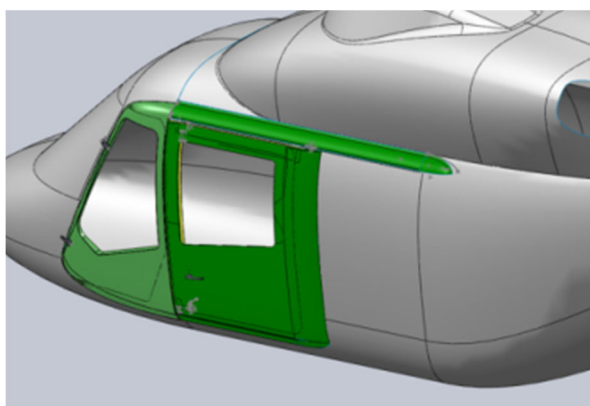


Рисунок 1 – Теоретическая модель объединенной схемы «фюзеляж-проем-дверь»

Для изучения выкрашивания связующего материала в зоне контакта направляющего рельса грузовой двери, удовлетворяющего требованиям АП-29 [1]), было разработано

и изготовлено приспособление, имитирующее установку опорных роликов грузовой двери в паз композитного рельса (рисунок 2).



Рисунок 2 – Приспособление в сборе (вид сбоку)

Приспособление состоит из трех частей: двух направляющих рельсов, изготовленных из композиционных материалов, закрепленных болтами на металлических захватах и каретки с четырьмя роликами. Направляющие, изготовленные из композиционных материалов (пакет включает слои углепластика и верхний гибридный слой углепластика с арамидным волокном) имеют искусственные технологические несовершенства. Два болта М10 ввинчены в захваты для установки приспособления в испытательную машину.

Для расчета принимаем условие, что центр тяжести двери находится в середине пролета между опорами двери. Масса двери – 10 кгс. При оценке ускорений, действующих в полете на дверь, амплитуда перемещений экспертно принимается равной 4 мм на продолжительных режимах. Моменты инерции, упругость конструкции для упрощения вычисления нагрузок во внимание не принимаем. Рассматриваются только колебания двери по оси OY .

Вычислим ускорение при условии синусоидальной вибрации вдоль оси OY :

$$A_{oy} = -aw^2\sin\omega t, \quad (1)$$

где $a = 4$ мм – амплитуда колебаний, $w = 38,26$ рад/с – угловая частота колебаний. Подставив известные величины в формулу A_{oy} , найдем ускорение, действующее на дверь:

$$A_{oy} = 5,86 \text{ м/с}^2 \quad (2)$$

и умножим на массу двери

$$P = A_{oy}m_{дв} = 5,86 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ кг} = 58 \text{ Н}. \quad (3)$$

Такая нагрузка приходится на два ролика в конструкции двери. В конструктивном исполнении приспособления для испытаний четыре ролика, поэтому суммарная нагрузка будет равна 116 Н, а нагрузка на один ролик будет составлять 29 Н.

В процессе испытаний нагрузку будем прилагать в соответствии с ассиметричным циклом, в котором $P_{\max} = 31,8$ кгс, $P_{\min} = 20$ кгс, а амплитуда $P_a = 5,9$ кгс. Частоту из условий сокращения времени на эксперимент примем равной 15 Гц.

Эксперимент проводился на электрогидравлической испытательной машине BISS The Nano Plug'n'Play с максимальной растягивающей нагрузкой 25 кН и диапазоном частоты приложения нагрузки 1–100 Гц (рисунок 3). Приложенные нагрузки полностью соответствовали эксплуатационным.



а



б

а – общий вид; *б* – захваты испытательной машины

Рисунок 3 – Испытательная машина с установленным приспособлением

В соответствии с утвержденной программой испытаний время одного этапа испытаний при частоте 6 Гц ограничивалось 300 часами. При частоте 15 Гц время одного этапа испытаний длилось 30 часов, что соответствовало 3,25 млн. циклов нагружения или 10 годам эксплуатации конструкции при среднем налете вертолета. В ходе эксперимента через каждые 10 часов работы ролики проворачивались на 90° для их равномерного износа.

Анализ полученных результатов показал, что при приложении нагрузки каретка образца вышла из направляющего нижнего рельса (рисунок 4). Характерному характеру присущему усталостному разрушению композитного волокна не наблюдалось.

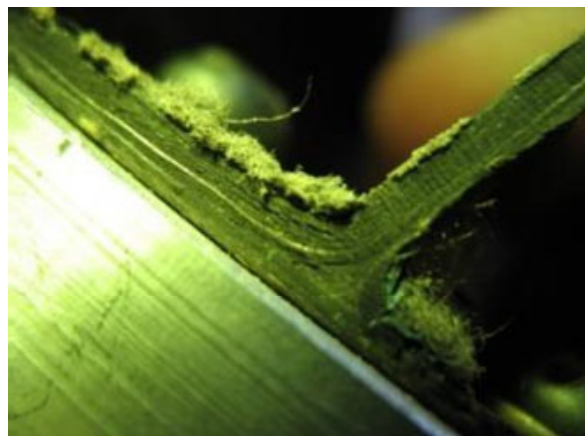


Рисунок 4 – Вид разрушения нижнего рельса

При осмотре образца направляющего рельса было обнаружено расслоение между слоями углепластика. Видимых повреждений на поверхности ролика и рельса не обнаружено. Результаты испытаний позволяют сделать вывод, что разработанная конструкция пригодна к эксплуатации в реальных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории (с изменениями). – М., 2003. – 99 с.

УДК 629.7.021

Е. А. Шапорова, С. О. Стойко, А. А. Мазуренко

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ КОМПОЗИТОВ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

При создании современной авиационной техники широкое применение нашли композиционные материалы (далее – КМ), т. к. именно они обеспечивают снижение массы элементов воздушного судна (далее – ВС) с обеспечением достаточной прочности и долговечности. Это способствует увеличению ресурсных показателей за счет повышения усталостной стойкости применяемых материалов и, как следствие, повышению надежности и эффективности агрегатов ВС и авиационной техники в целом.

Сейчас является общепринятым, чтобы крылья самолетов, их хвостовое оперение, пропеллеры, лопасти турбин двигателей, вертолетные лопасти были выполнены из композитов. Так, основным агрегатом вертолетов, обеспечивающим вертикальное и горизонтальное маневрирование, является несущий винт, лопасти которого изготавливают, в том числе, из КМ [1]. Стремление применять композиты при конструировании лопастей вертолетов связано с необходимостью уменьшения веса лопастей и конструкции вертолета в целом и уменьшением нагрузок на втулки винтов; повышения усталостной прочности конструкции [2].

Преимущество в использовании композиционных материалов в конструкции лопастей обусловлено особенностью разрушения армированных композитов. Так, разрыв армирующего волокна в композите не ведет к мгновенному росту трещины (как это происходит при появлении микротрещины в металле), а за счет свойств матрицы перераспределяет локальные напряжения на соседние волокна, разрушение локализуется в микрообъеме, что значительно повышает усталостную стойкость композитов [3]. Это подтверждается и характеристиками композитных и металлических лопастей вертолетов, имеющихся в эксплуатации в авиационных организациях РБ (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика вертолетов Ми-2 и Ка-26, Ансат [4–6]

№	Марка вертолета	Максимальный взлетный вес	Материал лопасти	Диаметр несущего винта	Вес лопасти	Грузоподъемность вертолета	Ресурс лопасти
1	Ми-2	3550	Металл	14,50 м	57 кг	700 кг	2000 ч
2	Ка-26	3250	Композит	13,0 м	14 кг	900 кг	5000 ч
3	Ансат	3300	Композит	11,5 м	17 кг	1300 кг	4000 ч

Анализ представленных данных показывает, что композитные лопасти вертолета Ка-26, выполненные из стеклопластика методом укладки, легче, чем металлические лопасти несущего винта вертолета Ми-2, и имеют выигрыш по массе, и двухкратное преимущество по ресурсным показателям (с учетом 6 лопастей несущего винта вертолета Ка-26).

Тем не менее, повреждения лопастей несущего винта вертолетов в полете наблюдаются при их эксплуатации, как в государственной, так и в гражданской авиации. В этой связи актуальными являются исследования, направленные на создание новых материалов, способных обеспечить работоспособность изделий из них в условиях значительных нагрузок на как можно более длительный срок. Такими искусственно созданными материалами способны стать, так называемые самозалечивающиеся материалы, представляющие собой композиционные системы, частично или полностью восстанавливающие исходные характеристики после повреждений.

Эффект самозалечивания может быть реализован в различных типах материалов как в индивидуальных веществах, так и в композиционных системах разной природы [7, 8].

Наибольшее распространение получили полимерные материалы, в частности терморезистивные полимеры, способные образовывать новые связи за счет сшивания полимерных цепей под воздействием различных внешних и/или внутренних факторов [9, 10].

С точки зрения создания КМ, пригодного для изготовления вертолетных лопастей, перспективным представляется использование в качестве одного из слоев сэндвичной панели слоя со свойствами самозалечивания. Такой КМ будет обладать повышенной прочностью за счет быстрого восстановления своих исходных макрохарактеристик.

Одним из перспективных материалов, успешно реализующих эффект самозалечивания в слоистых КМ, является материал на основе боросилоксана (далее – БС), обладающего текучестью для осуществления массопереноса [11]. За счет связей в группировках $-\text{[Si-O-B]}-$ боросилоксан при низкоскоростных нагрузках в составе композита способен осуществлять массоперенос к поврежденному участку залечивать дефект (отверстие, разрез) в течение нескольких секунд [7, 12].

Целью настоящей работы является изучение возможности применения боросилоксана в качестве одного из слоев слоистого КМ, используемого для изготовления вертолетных лопастей.

Расчет пакета композиционного материала (далее – ПКМ)

Возможность использования КМ для изготовления вертолетных лопастей, находящихся под нагрузкой, оценим по результатам механического расчета образца применяемого композита и материала, дополненного боросилоксановым слоем.

В качестве конструкционного и теплоизоляционного материала, а также в качестве обшивок изделий со стеклосотовым и стеклосетчатым наполнителем в конструкциях летательных аппаратов применяется стеклопластик марки СТП-97с, который эксплуатируется при температуре от $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+350\text{ }^{\circ}\text{C}$ [13].

Стеклопластик марки СТП-97с представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный из стеклотани Т-10-80, пропитанной связующим СП-97с.

При толщине листа 1–3 мм: плотность – $1,65\text{ г/см}^3$; содержание смолы – 17–27 %; разрушающее напряжение при статическом изгибе (по основе), $\tau_{0,90}$, МПа, при температуре 18–23 $^{\circ}\text{C}$, не менее $\tau_{0,90\text{ СТП}} = 260\text{ МПа} = 26,5\text{ кгс/мм}^2$; модуль упругости при растяжении (сжатии) $E_{\text{в}}^0 = 20,6\text{ ГПа}$; прочность при растяжении (по основе), $\sigma_{\text{в}}^0$, МПа, при температуре 18–23 $^{\circ}\text{C}$, не менее $\sigma_{\text{в}}^0\text{ СТП} = 200\text{ МПа} = 20,4\text{ кгс/мм}^2$.

Силоксановые полимеры имеют прочность при растяжении $\sigma_{\text{в}}^0 = 4\text{--}10\text{ МПа}$, примем среднее значение для боросилоксана $\sigma_{\text{в}}^0_{\text{БС}} = 7\text{ МПа} = 0,7\text{ кгс/мм}^2$.

Свойства КМ зависят от направления укладки волокнистых материалов, поэтому укажем оси, относительно направления которых будет определяться ориентация основы КМ или основы ткани: 0° , $+45^{\circ}$, -45° , 90° . Максимальный скоростной напор, т. е. наибольшее значение скоростного напора в условиях горизонтального полета на любой возможной для данного ВС высоте определяется по формуле

$$Q_{\text{max}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot f,$$

где ρ – плотность воздуха на высоте $H = 0$ по международной стандартной атмосфере, $\rho = 1,225\text{ кг/м}^3$; v – соответствующая индикаторная скорость, м/с^2 ; f – коэффициент безопасности, который вводится в расчеты для обеспечения определенного уровня безопасности конструкции от действия максимальных нагрузок с учетом их рассеяния и от разброса механических характеристик конструкционных материалов.

Переменные нагрузки, опасные для прочности лопастей, изменяются в зависимости от режима полета вертолета. Исследования показывают, что наибольшие переменные напряжения в лопастях возникают на режимах малых скоростей, когда скорость составляет 20–50 км/ч (5,6–13,9 м/с), и на режимах больших скоростей, когда скорость составляет 180–210 км/ч (50,0–58,3 м/с) [14].

С учетом того, что внешняя нагрузка часто повторяется и действует продолжительное время, то $f = 2,0$. Определим расчетные усилия от воздушной нагрузки на образец КМ площадью 1 м^2 для двух этих случаев:

$$Q_{\max, \text{м}} = \frac{1,225 \cdot 5,6^2}{2} \cdot 2 = 38,42 \text{ кг/м} \cdot \text{с}^2 = 3,92 \text{ кгс},$$

$$Q_{\max, \text{б}} = \frac{1,225 \cdot 58,3^2}{2} \cdot 2 = 4163,64 \text{ кг/м} \cdot \text{с}^2 = 424,56 \text{ кгс}.$$

Определим толщину композита в направлениях $0^\circ, \pm 45^\circ, 90^\circ$ по следующим формулам:

$$\delta_{\text{СТП}}^{90} = \delta_{\text{СТП}}^0 = \frac{Q_{\max, \text{б}}}{\sigma_{\text{в,СТП}}^0} = \frac{424,56}{20,4} = 20,8 \text{ мм};$$

$$\delta_{\text{СТП}}^{\pm 45} = \frac{Q_{\max, \text{б}}}{\tau_{\text{СТП}}^{0,90}} = \frac{424,56}{26,5} = 16,0 \text{ мм}.$$

Количество слоев композиционного материала для каждого направления укладки определяем, исходя из необходимой толщины материала и толщины монослоя δ^1 (примем $\delta^1 = 1,5 \text{ мм}$) и для слоев с ориентацией 0 и 90° округляем до целого числа в большую сторону, а для слоев с ориентацией $\pm 45^\circ$ в большую сторону до ближайшего четного числа:

$$n_{\text{сл}}^{90} = n_{\text{сл}}^0 = \frac{\delta^0}{\delta^1} = \frac{20,8}{1,5} = 13,9 \approx 14,0;$$

$$n_{\text{сл}}^{\pm 45} = \frac{\delta^{\pm 45}}{\delta^1} = \frac{16,0}{1,5} = 10,7 \approx 12,0.$$

Далее нам необходимо спроектировать схему укладки пакета. Прежде всего, нужно ввести способ обозначения слоев. Самым технологически удобным вариантом является нумерация слоев, начиная от оснастки: сначала укладывается слой № 1, далее № 2 и т. д.

Следующей технологической проблемой является усадка и поводка деталей во время обработки. На усадку влияют главным образом два фактора – усадка связующего и разность коэффициентов теплового расширения собранного пакета и оснастки. При этом необходимо учитывать, что армирующие материалы имеют различные коэффициенты теплового расширения в продольном и поперечном направлении. Усадку устраняют с помощью введения поправок на размеры и применяя в оснастке материалы с малым коэффициентом теплового расширения. Поводку можно минимизировать, если спроектировать сбалансированную укладку. С сотами будет контактировать слой 90° , с учетом соблюдения принципа симметрии расположения слоев получим пакет, схема которого представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема укладки слоев ПКМ с учетом сотового заполнителя

Далее мы определяем механические характеристики укладки со смешанной ориентацией (0° , $\pm 45^\circ$, 90°). Всего слоев $n = 14 + 14 + 12 = 40$. Определим коэффициенты укладки для направлений X , Y соответственно:

$$K_y^x = \frac{n_0}{n} + 0,25 \frac{n_{45}}{n} = \frac{14}{40} + 0,25 \frac{12}{40} = 0,425;$$

$$K_y^y = \frac{n_{90}}{n} + 0,25 \frac{n_{45}}{n} = \frac{14}{40} + 0,25 \frac{12}{40} = 0,425.$$

где n_0 – количество слоев ориентации 0° ; n_{90} – количество слоев ориентации 90° ; n_{45} – количество слоев ориентации $\pm 45^\circ$; n – суммарное количество слоев.

$$\sigma_{\text{СТП},x}^{km} = K_y^x \cdot \sigma_{\text{СТП}}^0 = 0,425 \cdot 20,4 = 8,67 \text{ кг/мм}^2;$$

$$\sigma_{\text{СТП},y}^{km} = K_y^y \cdot \tau_{\text{СТП}}^{0,90} = 0,425 \cdot 26,5 = 11,26 \text{ кг/мм}^2;$$

$$E_{\text{СТП},x}^{km} = K_y^x \cdot E_{\text{СТП}}^0 = 0,425 \cdot 20600 = 8755 \text{ кг/мм}^2;$$

$$E_{\text{СТП},y}^{km} = K_y^y \cdot \tau_{\text{СТП}}^{0,90} = 0,425 \cdot 20600 = 8755 \text{ кг/мм}^2.$$

Для определения τ можно использовать правило смеси:

$$\tau_{\text{СТП},xy} = \frac{n_0 + n_{90}}{n} \cdot \tau_{\text{СТП}}^{0,90} + \frac{n_{45}}{n} \cdot \tau_{\text{СТП}}^{45} = \frac{14 + 14}{40} \cdot 26,5 + \frac{12}{40} \cdot 26,5 = 26,5 \text{ кг/мм}^2.$$

Толщину пакета определяем по формуле

$$\delta^{\text{пак}} = \delta^1 \cdot n = 1,5 \cdot 40 = 60,0 \text{ мм}.$$

Действующие напряжения определим по формуле:

$$\sigma_x^{km} = \sigma_y^{km} = \tau_{x,y}^{km} = \frac{Q_{\text{max},\delta}}{\delta^{km}} = \frac{424,56}{60,0} = 7,076 \text{ кг/мм}^2.$$

Далее определим предельное состояние пакета по действию комбинированных нагрузок по критерию Цая-Хилла для случая плоского напряженного состояния:

$$\left[\frac{\sigma_x^{km}}{\sigma_{\text{СТП},x}^{km}} \right]^2 - \frac{\sigma_x^{km} \cdot \sigma_y^{km}}{\sigma_{\text{СТП},x}^{km \cdot 2}} + \left[\frac{\sigma_y^{km}}{\sigma_{\text{СТП},y}^{km}} \right]^2 + \left[\frac{\tau_{x,y}^{km}}{\tau_{\text{СТП},xy}^{km}} \right]^2 \leq 1,$$

$$\left[\frac{7,076}{8,67} \right]^2 - \frac{7,076 \cdot 7,076}{8,67^2} + \left[\frac{7,076}{11,26} \right]^2 + \left[\frac{7,076}{26,5} \right]^2 = 0,466 \leq 1.$$

Для выбора сотового заполнителя максимальный изгибающий момент M_{max} определим по формуле

$$M_{\max} = Q_{\max, \delta} \cdot \frac{l}{2},$$

где l – длина рассматриваемого образца, м, $l = 1$ м.

$$M_{\max} = 424,56 \cdot 0,5 = 212,28 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для нагруженных конструкций ВС по ОСТ 1 00728-75 [15] выбираем соты с ячейкой $a = 2,0$ мм, толщиной фольги $0,0$ мм и $\tau_{xz} = 4,1$ МПа, марка фольги АМГ2-Н. Для выбранного типа сотового заполнителя определим необходимую высоту:

$$h_{\text{сот}} = \frac{Q_{\max, \delta}}{\tau_{x,z}} = \frac{424,56}{4,1} = 103,6 \text{ мм}.$$

Округлим необходимую толщину сотового заполнителя до ближайшего большего целого числа $h_{\text{сот}} = 104$ мм.

Определим теперь необходимую толщину и необходимое количество слоев ПКМ. Для этого определим действующую в обшивках силу p_{σ}^{km} , от момента M_{\max} :

$$p_{\sigma_y}^{km} = \frac{M_{\max}}{h_{\text{сот}}} = \frac{212,28}{0,104} = 2041,2 \text{ Н}.$$

Далее определим необходимую толщину:

$$\delta_{km} = \frac{p_{\sigma_y}^{km}}{10 \cdot \sigma_{\text{СТП}}^0} = \frac{2041,2}{10 \cdot 20,4} = 10,0 \text{ мм}.$$

Тогда необходимое количество слоев ПКМ:

$$n_{\text{сл}} = \frac{\delta_{km}}{\delta^1} = 1,5 = 6,6 \approx 7.$$

Для обеспечения самовосстанавливающих свойств проектируемому изделию предусмотрим нанесение слоев боросиликатного (БС) полимера с обеих сторон спроектированного пакета (рисунок 2).

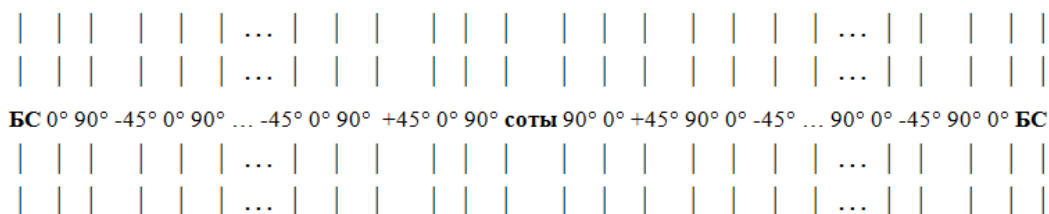


Рисунок 2 – Схема укладки слоев ПКМ с учетом сотового заполнителя и слоев боросиликата

Определим массу проектируемого пакета размером 1×1 м:

$$m_{\text{км}} = \rho_{\text{СТП}} \cdot V_{\text{пакета}},$$

где $\rho_{\text{СТП}}$ – плотность стеклопластика, $\rho_{\text{СТП}} = 1,65 \cdot 10^3$;

$V_{\text{пакета}}$ – объем рассматриваемого образца КМ;

$$V_{\text{пакета}} = H_{\text{пакета}} \cdot l \cdot a,$$

где $H_{\text{пакета}}$ – толщина пакета;

l – длина пакета, 1 м;

a – ширина пакета, 1 м;

$$H_{\text{пакета}} = \delta_{\text{КМ}} + h_{\text{сот}} = 0,104 + 0,01 = 0,114 \text{ м};$$

$$V_{\text{пакета}} = 0,114 \cdot 1 \cdot 1 = 0,114 \text{ м}^3;$$

$$m_{\text{КМ}} = 1,65 \cdot 10^3 \cdot 0,114 = 188,1 \text{ кг}.$$

Масса слоя бромлоксана составит при толщине $\delta_{\text{БС}} = 1,5 \text{ мм} = 0,0015 \text{ м}$ (плотность БС $\rho_{\text{БС}} = 2,23 \text{ г/см}^3 = 2230 \text{ кг/м}^3$):

$$m_{\text{БС}} = \rho_{\text{БС}} \cdot V_{\text{БС}} = \rho_{\text{БС}} \cdot \delta_{\text{БС}} \cdot l \cdot a = \rho_{\text{БС}} \cdot V_{\text{БС}} = 2230 \cdot 0,0015 \cdot 1 \cdot 1 = 3,345 \text{ кг}.$$

Добавление слоя бромлоксана увеличит массу пакета незначительно, так как его доля в общей массе пакета составит

$$\omega_{\text{БС}} = [m_{\text{БС}} / (m_{\text{БС}} + m_{\text{КМ}})] \cdot 100 \% = [3,345 / (3,345 + 188,10)] \cdot 100 \% = 1,7 \ \%.$$

Разработка слоистых композиционных материалов с боросиликатными слоями, обеспечивающими самовосстановление дефектов композита в целом, открывает большие перспективы, позволяя получать уникальные эффекты самозалечивания, способствующие значительному увеличению долговечности и надежности изделия. Применение таких слоев при создании лопастей несущего винта вертолета увеличит их ресурс, а значит и экономическую эффективность и безопасность полетов ВС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бохоева, Л. А. Выбор и обоснование оптимальной технологии изготовления лопасти вертолета из композиционных материалов [Текст] / Л. А. Бохоева, А. Г. Пнев // Известия Высших учеб.зав. Технология и технологические машины. – 2011. – № 5(614). – С. 37–42.
2. Дорошенко, Н. И. Эволюция материалов для лопастей вертолетов [Текст] / Н. И. Дорошенко, Л. В. Чурсова // Авиационные материалы и технологии. – 2012. – № 2. – С. 16–18.
3. Буров, А. Е. Модели разрушения волокнистых композиционных материалов / А. Е. Буров // Вестник Сибирского гос. аэрокосм. ун-та. – 2008. – № 3(20). – С. 133–137.
4. Шнуров, З. Композитные лопасти: Часть 2 выкладка или намотка? [Текст] / З. Шнуров // Вертолет. – 2000. – №1 – 47 с.
5. Бюллетень № Ка-32.266 БЭ. Вертолеты Ка-32Т и Ка-32С. По вопросу установления ресурсов и сроков службы серийным изделиям: введен в действие 1 февраля 2002 года, ОАО «Камов». – 9 с.
6. Вертолет Ка-32А. Руководство по технической эксплуатации 323.0000.0000.000 РЭ: Книга I. Планер. Несущая система. – 1993. – 318 с.
7. Ситников, Н. Н. Многослойные композиты с эффектом самовосстановления на основе соединений боросилоксана [Текст] [Электронный ресурс] / Н. Н. Ситников, К. С. Мостовая, И. А. Хабибуллина, В. И. Мащенко // Видеонаука: сетевой журнал. – 2019. – № 2(14). – Режим доступа: <https://videonauka.ru/stati/19-materialovedenie/232-mnogoslojnye-kompozity-s-effektom-samovosstanovleniya-na-osnove-soedinenij-borosiloksana>. – Дата доступа: 11.11.2024.

8. Urdl, K. Self-healing of densely crosslinked thermoset polymers – a critical review / K. Urdl, A. Kandelbauer, W. Kern et al. // *Progress in Organic Coatings*. – 2017. – No. 104. – P. 232–249.
9. Bekas, D. G. Self-healing materials: A review of advances in materials, evaluation, characterization and monitoring techniques / D. G. Bekas, K. Tsirka, D. Baltzis et al. // *Composites. Part B*. – 2016. – No. 87. – P. 92–119.
10. Ghosh, S. K. Self-healing materials: fundamentals, design Strategies and applications / Swapan Kumar Ghosh. – New York: Wiley, 2008. – 145 p.
11. Yoshioka, S. Methodology for evaluating self-healing agent of structural ceramics / S. Yoshioka, W. Nakao // *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*. – 2015. – Vol. 26(11). – P. 1395–1403.
12. Синитков, Н. Н. Слоистые самозалечивающиеся композиты на основе боросилаксановой матрицы [Текст] / Н. Н. Синитков [и др.] // *Перспективные материалы и технологии* – 2019. – № 2. – С. 484–486.
13. Каталог материалов ВИАМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://catalog.viam.ru/catalog/stp97s/prepreg-stekloplastika-marki-stp-97s/?sphrase_id=46165. – Дата доступа: 11.11.2024.
14. Воскобойник, М. С. Конструкция и прочность самолетов и вертолетов : учебник для вузов гражданской авиации [Текст] / М. С. Воскобойник, Г. С. Лагосюк, Ю. Д. Миленский. – М. : Транспорт, 1972. – 440 с.
15. ОСТ 1 00728-75. Заполнители сотовые клееные. Технические условия. – М., 1975. – 14 с.

УДК 629.7.01

Д. А. Максименко

Белорусская государственная академия авиации

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКУЩЕГО И ПЕРСПЕКТИВНОГО ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ АВИАКОМПАНИИ «БЕЛАВИА» МЕТОДОМ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Среди эксплуатантов, помимо выявления экономической эффективности воздушных судов (далее – ВС), существует потребность в установке неэкономической эффективности авиационной техники. Она, в свою очередь, является одним из аспектов развития воздушного транспорта. Существует множество различных способов определения данной эффективности, но не все из них определяют техническое совершенство самолета. Поэтому в данной работе будет представлен метод определения технического уровня летательного аппарата (далее – ЛА).

В свете текущей внешнеполитической ситуации, выбор эксплуатантом наиболее подходящего для него воздушного судна, обладающего необходимым уровнем технического совершенства, особенно актуален, поскольку существенно ограничивает возможность приобретения, как новых воздушных судов, так и авиадвигателей западного производства и запчастей к ним.

Технический уровень – относительная характеристика качества продукции, основанной на сопоставлении значений показателей качества, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, с соответствующими базовыми значениями. При этом под техническим совершенством понимается основная составляющая качества продукции, которая создается только за счет использования достижений науки и техники [1].

Для того чтобы сравнивать ЛА между собой в части технического совершенства, т. е. судить о техническом уровне, ранее был разработан метод количественной оценки технического уровня магистральных самолетов гражданской авиации [2]. Он основан на методе градиентов летно-технических характеристик, которые получены за счет удельных

параметров и учетом влияния масс рассматриваемого и базового самолета, технический уровень которого равен 1.

Расчетная формула, полученная В. И. Протопоповым [2], имеет вид

$$W_{TY} = 1 + \frac{\bar{m}_{т.Б}}{m_{ком.Б}} \left(\frac{L - L_{Б}}{L_{Б}} - \frac{v - v_{Б}}{v_{Б}} \right) + \frac{\bar{m}_{сy.Б}}{m_{ком.Б}} \left(\frac{\bar{P}_0 - \bar{P}_{0Б}}{\bar{P}_{0Б}} \right) - \frac{m_0 - m_{0Б}}{m_{0Б}} + \frac{m_{ком} - m_{ком.Б}}{m_{ком.Б}}, \quad (1)$$

где $\bar{m}_{т.Б}$ – относительная масса топлива базового самолета; m_0 – взлетная масса, кг; $\bar{m}_{ком.Б}$ – весовая отдача по коммерческой нагрузке ($\bar{m}_{ком.Б} = \frac{m_{ком}}{m_0}$, где $m_{ком}$ – коммерческая нагрузка);

L – дальность полета, км; v – крейсерская скорость, км/ч; $\bar{m}_{сy.Б}$ – относительная масса силовой установки базового самолета; $\bar{P}_0 = \frac{P_0}{m_0 g}$ – тяговооруженность самолета (где P_0 – тяга самолета).

Для решения следует произвести расчеты для имеющегося парка воздушных судов ОАО «Авиакомпания «Белавиа». Летно-технические характеристики ныне эксплуатируемых самолетов представлены в таблице 1. Значения для самолетов, предполагаемых для использования в перспективе, представлены в таблице 2. Значения для базового самолета принимались как среднее арифметическое из параметров самолетов авиакомпании в каждой из таблиц. Базовый самолет представляет собой аналогичный по назначению и приближенный по параметрам к представленным самолетам.

Для решения этой задачи необходимо произвести расчеты для существующих самолетов ОАО «Авиакомпания «Белавиа». Летно-технические характеристики самолетов, эксплуатируемых в настоящее время, представлены в таблице 1. Значения для самолетов, которые будут использоваться в будущем, представлены в таблице 2. Значения для базовых самолетов представляют собой среднее арифметическое значение параметров самолетов авиакомпании в каждой таблице. Базовые самолеты представляют собой воздушные суда, схожие по использованию и параметрам с представленными самолетами.

Таблица 1 – летно-технические характеристики самолетов текущего парка воздушных судов

Тип ВС	Взлетная масса, m_0 , кг	Максимальная коммерческая нагрузка, $m_{ком}$, кг	Дальность полета, L , км	Крейсерская скорость, v , км/ч	Тяга самолета, кН
Embraer E-175	38790	9900,0	3335,00	890,00	129,0
Embraer E-195	50790	13530,0	3900,00	880,00	198,0
Boeing 737-300	63280	15000,0	4400,00	910,00	181,0
Boeing 737-800	63320	20540,0	5424,00	855,00	218,0
Базовый	54045	14742,5	4264,75	883,75	181,5

Таблица 2 – летно-технические характеристики планируемого парка воздушных судов

Тип ВС	Взлетная масса, m_0 , кг	Максимальная коммерческая нагрузка, $m_{ком}$, кг	Дальность полета, L , км	Крейсерская скорость, v , км/ч	Тяга самолета, кН
Tu-214	110750	25200,0	6200	850,0	314
RRJ 95	49450	12245,0	4320	841,0	158
Базовый	80100	18722,5	5260	845,5	236

Произведя расчеты с использованием исходных данных воздушных судов, были получены следующие результаты, представленные на рисунке 1.

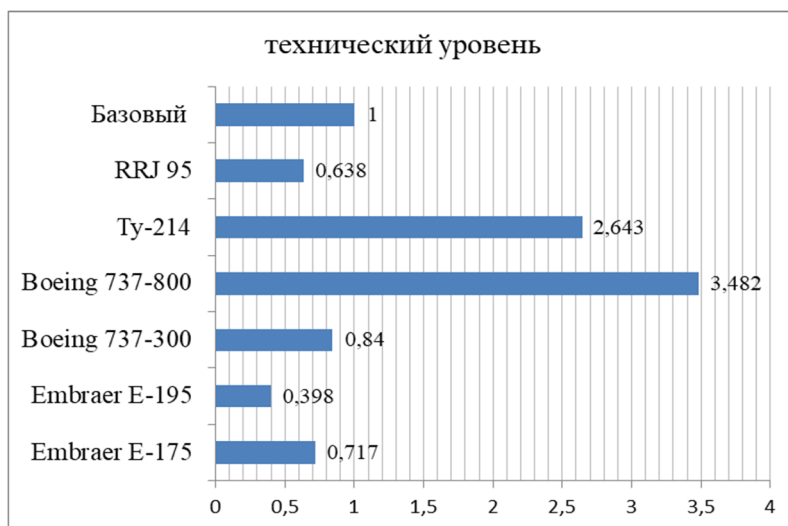


Рисунок 1 – Сравнительная оценка технического уровня воздушных судов авиакомпании «Белавиа»

Следует отметить, что данный метод не является эталонным, так как не учитывает ряд не менее важных летных характеристик, кроме того, он не получил экспериментального подтверждения, как и аналогичные методы. Тем не менее, из анализа результатов расчетов можно сделать вывод, что наиболее эффективными самолетами с точки зрения оценки ключевых характеристик являются такие самолеты, как Ту-214 и Boeing 737-800. Учитывая, что средний технический уровень текущих самолетов составляет 1,359, а средний технический уровень будущих самолетов – 1,64, замена западных самолетов не приведет к снижению технической эффективности, а наоборот, положительно скажется на эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Протопопов, В. И. Особенности маркетинговых исследований в современной России при создании самолетов гражданской авиации / В. И. Протопопов // Проблемы авиационной и космической техники. – 1994. – № 2. – С. 22–27.

2. Протопопов В. И. Использование «уравнения существования» самолета с целью определения показателя технического уровня самолетов гражданской авиации / В. И. Протопопов // Вопросы обеспечения технического уровня самолетов гражданской авиации: межвузовский сборник. – М. : МИИГА, 1984. – С. 3–11.

УДК 623.746

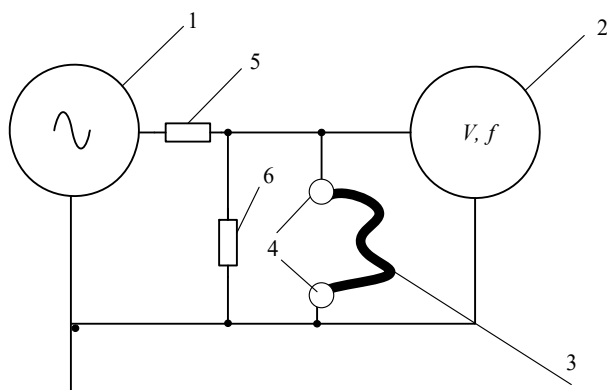
В. В. Малеронок, Е. Л. Кохановский, С. А. Анюховский

Белорусская государственная академия авиации

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ И КОММУТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В ходе длительной эксплуатации электрической бортовой сети летательных аппаратов (далее – ЛА) в условиях повышенной влажности и перепада температур происходит окисление электрических проводов и электроэрозия соединителей (контактов реле, в частности), что напрямую влияет на величину электрического сопротивления их поверхностного слоя. Диагностирование таких недостатков затруднено, так как они часто скрыты от визуального контроля, а приборы для измерения электрического сопротивления работают, в большинстве случаев, на постоянном токе и не способны уловить ухудшение качества поверхности проводников.

В связи с этим, предлагается применение инновационного метода неразрушающего контроля для диагностики состояния бортовой электросети ЛА [1]. Метод применим для контроля электрического сопротивления поверхности проводников, особенно высокочастотных кабелей и коммутирующих устройств. Для реализации предложенного метода предлагается использовать параллельную схему включения исследуемого изделия в измерительную цепь (рисунок 1).



1 – генератор высокой частоты; 2 – осциллограф; 3 – исследуемое изделие;
4 – контакты; 5 – стабилизирующий резистор; 6 – шунтирующий резистор

Рисунок 1 – Параллельная схема включения изделия в измерительную цепь

Для получения электрического сопротивления контролируемого слоя проводника необходимо произвести измерение падения напряжения на изделии при прохождении тока высокой частоты с возникновением скин-эффекта (протекание переменного тока по поверхности). Выбранная частота должна обеспечивать глубину проникновения сигнала на толщину контролируемого слоя по формуле [2]:

$$f = \frac{503^2 \cdot \rho}{\Delta^2 \cdot \mu^r}, \quad (1)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление; Δ – толщина токопроводящего слоя; μ^r – относительная магнитная проницаемость.

Затем по заданному значению тока (I_3) и измеренному падению напряжения производят расчет электрического сопротивления контролируемого слоя проводника.

Если по данному алгоритму произвести измерение электрического сопротивления эталонного проводника и контролируемого, то полученная информация говорит о качестве поверхности (окисление, электроэрозия и др.).

Метод дает возможность исследовать электрофизические свойства изделий, которые зависят от структуры металла, его чистоты и напрямую влияют на эксплуатационные показатели и показатели надежности, что позволяет сократить затраты на проведение исследовательских работ и повысить производительность труда при этом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Способ определения полного электрического сопротивления упрочненного слоя изделия из токопроводящего материала: пат. ВУ 23060 / В. В. Малеронок, А. В. Алифанов. – Оpubл. 30.06.2020.

2. Шпиганович, А. Н. Анализ влияния высших гармонических составляющих на безотказность электроизоляционных покрытий [Электронный ресурс] / А. Н. Шпиганович, С. В. Довженко // Журн. науч. публ. аспирантов и докторантов. – 2008. – Режим доступа: <http://www.jurnal.org/articles/2008/elect7.html>. – Дата доступа: 29.10.2024.

УДК 612.4

П. В. Лашевский, М. Д. Манкевич, И. А. Пищук

Белорусская государственная академия авиации

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПОРШНЕВЫХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ: ВЫБОР ЛУЧШЕГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВИАЦИИ

Вследствие бурного развития гражданской авиации и возникновения новых потребностей общества началось создание экологичных электрических авиационных двигателей, а затем их внедрение.

Начался новый этап в развитии авиационного строения. В настоящий момент заметны значительные изменения в данном вопросе. Следовательно, есть задача выяснить на каком этапе развития электрические двигатели. Для решения данного вопроса следует сравнить электрические двигатели с их поршневыми эквивалентами.

Стоит отметить, что разработка нового электрического самолета сложна и сталкивается с вопросами официального оформления воздушного судна, что занимает достаточно большой временной промежуток и приводит к дополнительным денежным затратам.

Рассмотрим двигатели MagniX [1] и Pratt Whitney [2] устанавливаемые на самолете DHC 2. DHC-2 – 6-местное воздушное судно с установленными на нем поршневыми двигателями, модифицированное в DHC-2 Electric, на котором были установлены электрические двигатели по заказу канадской авиакомпании Harbor Air Seaplanes.

Основные характеристики для сравнения авиационных двигателей представлены в таблице 1. По этой таблице можно выявить наиболее эффективный и экономичный двигатель. Геометрические характеристики воздушных судов – схожи, соответственно, схожими будут и их аэродинамические свойства. Именно в таком, и только таком случае, можно в полной мере оценить достоинства и недостатки двигателей, и провести их сравнительный анализ, и определить этап развития электрических двигателей.

Таблица 1 – Сравнение самолетов

	Pipistrel Velis Electro	Pipistrel Velis CLUB	DHC 2 Beaver	DHC 2 electric
Страна производитель	Словения	Словения	США	США
Название двигателя	Pipistrel E-811	Rotax 912S3	Pratt & Whitney Canada R-985AN	magni500
Тип двигателя	Электрический	Поршневой	Поршневой	Электрический
Мощность	78,3 л. с. 57,6 кВт	100 л. с. 73,5 кВт	450 л. с. 330,9 кВт	761 л. с. 560 кВт
Вес двигателя	72,8 кг	59,8 кг	277кг	135 кг
Дальность полета	200 км	1189 км	730 км	160 км
Время полета	1 час	5,5 часов	3 часа	1 час
Макс. скорость	181 км/ч	302 км/ч	260 км/ч	160 км/ч
Число мест	2 чел.	2 чел.	6 чел.	6 чел.
Полезная нагрузка	172 кг	260 кг	953 кг	600 кг
Цена за час полета	\$3	\$18	\$300	\$10–20
Время зарядки	2 часа	–	–	10 часов

Исходя из таблицы можно найти важные для сравнения характеристики. Как видно по таблице 1, двигатель Magni500 имеет большую мощность (761 л. с.) по сравнению с Pratt and Whitney Canada R-985AN (450 л. с.), но он значительно легче: вес Magni500 – 135 кг, в то время как вес Pratt and Whitney Canada R-985AN – 277 кг. Эта разница определяет преимущество

электрического двигателя в соотношении мощности к весу, что может быть критически важным для маневренности и общей эффективности.

Pratt and Whitney Canada R-985AN предлагает гораздо большую дальность полета – 730 км и время полета – 3 часа, что позволяет двигателю быть подходящим для дальних рейсов. Magni500 способен обеспечить перелет на расстояние всего 160 км за 1 час, что значительно меньше, и делает его более ограниченным в использовании.

Максимальная скорость DHC-2 Beaver, с установленным двигателем – Pratt & Whitney Canada R-985AN – 260 км/ч, что также превышает скорость DHC-2 Electric с двигателем Magni500 – 160 км/ч, что делает первый вариант более подходящим для скоростных полетов.

Если рассматривать возможности самолетов для коммерческого или грузового использования, то DHC-2 Beaver с полезной нагрузкой 953 кг, является более эффективным для использования в этих целях, чем самолет DHC-2 Electric с полезной нагрузкой 600 кг.

С точки зрения операционных расходов, Magni500 выглядит более выгодным, так как стоимость полета от 10 до 20 долларов за час является заметным преимуществом, по сравнению со стоимостью 300 долларов за час полета Pratt and Whitney Canada R-985AN. Для операторов, которые стремятся уменьшить эксплуатационные расходы, цена за час полета ставит электрический двигатель на в более выгодное положение.

Определение «лучшего» двигателя зависит от приоритетов пользователя:

Если главными факторами будут являться максимальная скорость и полезная нагрузка, то Pratt and Whitney Canada R-985AN, превосходящий по этим характеристикам Magni500 будет предпочтительным выбором.

Если важнее эффективность затрат на топливо и меньший вес и лучшая маневренность, то предпочтение стоит отдать Magni500, при этом необходимо учитывать его ограниченную дальность и время полета.

Каждый двигатель имеет свои сильные и слабые стороны, и выбор между ними будет зависеть от специфических потребностей и условий эксплуатации. Поршневые авиационные двигатели предлагают высокую мощность, большую полезную нагрузку и значительную дальность полета. Они могут быть идеальны для полетов на дальние расстояния, транспортировки негабаритных грузов и пассажиров. Электрические авиационные двигатели имеют меньшую стоимость эксплуатационных расходов, меньшую дальность полета и скорость, а также обеспечивают меньшую полезную нагрузку. Однако, если расценивать отношение мощности к весу, то электрические авиационные двигатели имеют большую мощность и могут быть отличным решением для дешевых местных и региональных авиаперевозок.

Проведя сравнительный анализ, вывод напрашивается сам собой. Можно наблюдать слишком большую разницу между такими данными как: дальность полета, время полета, максимальная и крейсерская скорости, а также полезная нагрузка. Если оценивать характеристики данных типов двигателей, то поршневые двигатели эффективнее и выгоднее электрических в скорости, времени и возможности перевозки грузов и людей на данный момент. Но и не стоит забывать про расходы на полет, где электрические самолеты за счет дешевизны электричества, значительно обгоняют конкурентов.

Но главное их достоинство в их экологичности можно подставить под сомнение из-за батарей. Их производство и утилизация наносит непоправимый эффект экологии. Для их производства требуются редкие металлы, которые сложно добыть и переработать. Также на настоящий момент нет методов их переработки, что приводит к простому выбрасыванию нужных материалов.

Также есть проблема, которая касается веса аккумуляторов. В настоящее время они очень большие по габаритам и весу. Из-за чего они уменьшают полезную нагрузку самолета и дальность полета. Также они требуют долгой зарядки и не имеют большую емкость. В настоящее время ведутся разработки по усовершенствованию их. Но многие характеристики самолета зависят от емкости и веса аккумуляторов.

В следствии всего этого электрические двигатели подойдут для коротких региональных перелетов с небольшим количеством пассажиров и грузов. Но они будут сильно ограничены по частоте рейсов из-за долгой зарядки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. MagniX magni350, 650 and magniDrive 100 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.emobility-engineering.com/magnix-magni350-650-and-magnidrive-100/>. – Date of access: 30.09.2024.

2. DHC 2 Beaver [Electronic resource]. – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Canada_DHC-2_Beaver. – Date of access: 18.09.2024.

УДК 629.7:681.5

С. Е. Николаев, О. А. Ледянкина, Е. И. Николаев

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)*

НЕЙРОМОДЕЛЬ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА ВТУЛКИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА «АНСАТ»

Искусственные нейронные сети (далее – ИНС) предоставляют метод анализа, основным преимуществом которых является их способность определять взаимосвязи величин при рассмотрении сложной, содержащей посторонние шумы и воздействия информации. После того, как сеть успешно подготовлена, она способна получать данные в точках, которые отличаются от использованных для обучения. Сеть обучается так, чтобы для некоторого множества входов могла выдавать желаемое множество выходов. При этом, процессы построения, настройки и использования ИНС универсальны и не требуют понимания физики моделируемого объекта. Понимание физики процесса или моделируемого объекта необходимо только на этапе оценки качества построенной сети.

Объектом моделирования ИНС упругий элемент втулки (торсион) несущего винта вертолета «АНСАТ», функционально заменяющий собой горизонтальный, вертикальный и осевой шарниры. Но она является довольно сложной для моделирования композиционной конструкцией, деформации которой при приложении внешней нагрузки можно вычислить только с применением метода конечных элементов. Но для расчета балансировочных и аэродинамических характеристик вертолета с учетом упругости торсиона необходимо иметь более быстрый способ расчета перемещений конца упругого элемента [1].

Общий вид упругого элемента с конструктивным углом конусности представлен на рисунке 1. Он имеет продольные прорезы, уменьшающие жесткость на кручение. Зона с продольными прорезями называется рабочей частью и состоит из четырех из несущих слоев стеклопластика и слоев резины.

Проверка правильности модели и характеристик материалов проводилась на основе сравнения результатов расчета экспериментальными данными: величинами прогибов, полученных в результате нагружения конца упругого элемента перерезывающей силой в плоскости взмаха равной $P_y = 500, 1000, 1500$ Н.

Результаты, полученные при линейном расчете упругого элемента в сравнении экспериментальными данными, приведены на рисунке 2.

Для моделирования упругих характеристик торсиона была сформирована матрица податливости торсиона. Для построения матрицы податливости была проведена серия расчетов при приложении растягивающей силы равной 160 кН к подвижной опоре (аналог центробежной силы). При этом углы закручивания конца торсиона R_3 относительно

продольной оси Oz варьировались от -10 до 10 градусов, имитируя управление углом установки лопасти. Величины сосредоточенных моментов и перерезывающих сил для удобства формирования матриц податливости задавались в осях вращающейся системы координат, а перед расчетом переводились в систему координат, связанную с торсионом. Эти пять величин являются входными параметрами и для настройки ИНС.

Выходными (целевыми) параметрами являются перемещения конца торсиона относительно осей Ox , Oy и Oz (T_1 , T_2 и T_3 соответственно); два угла поворота R_1 и R_2 вокруг осей Ox , Oy и крутящий момент M_z относительно продольной оси торсиона Oz .

После построения различных вариантов сетей и их тестирования было принято решение настраивать ИНС для каждого выходного параметра отдельно. Такой подход обеспечивает лучшую точность и быстродействие по сравнению с одновременным моделированием всех или нескольких выходов.

В ходе моделирования параметр углового отклонения R_1 оказался наиболее капризным для настройки. Поэтому, именно по результатам моделирования R_1 выбиралась архитектура ИНС. На рисунках приведенные результаты расчетов и тестирования с использованием ИНС различной архитектуры. Число перед буквой L обозначает количество скрытых слоев ИНС, число перед буквой n – число нейронов в скрытом слое.

Полученное в результате моделирования поведение торсиона под действием различных нагрузок, некоторые из которых приведены выше, позволяет сделать вывод о том, что моделирование с использованием ИНС дает удовлетворительные результаты при структуре сети $2L-10n$.

Для окончательных выводов о наилучшей архитектуре ИНС необходимо провести масштабные расчетные исследования по сравнению результатов тестирования сети с расчетными данными по различным сочетаниям нагрузок, возникающих в полете на лопастях несущего винта. Но предварительные результаты, приведенные на рисунках 3–6 показывают, что выбранная архитектура ИНС обучаемая и удовлетворительно описывает поведение торсиона вертолета «АНСАТ». На рисунках символами обозначены точки, по которым обучалась нейронная сеть упругого элемента. Линиями показаны результаты, полученные с применением обученной сети.

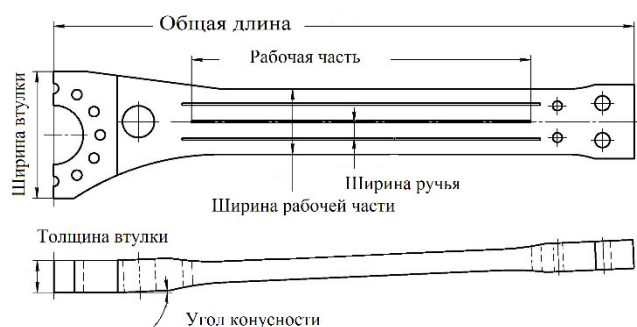


Рисунок 1 – Схема торсиона

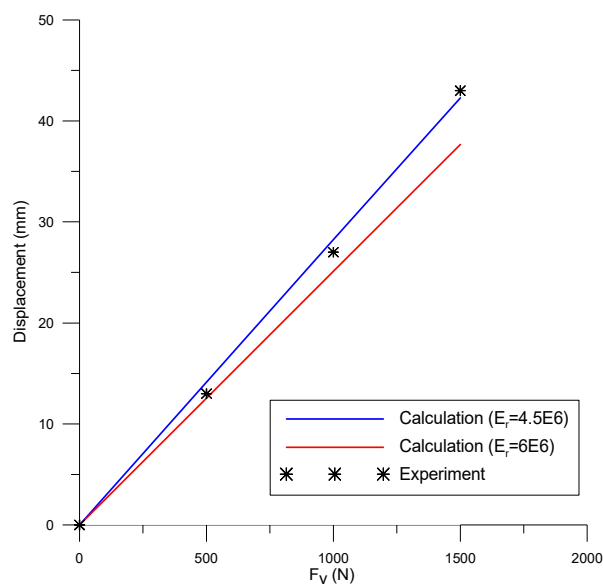


Рисунок 2 – Сравнение с экспериментом

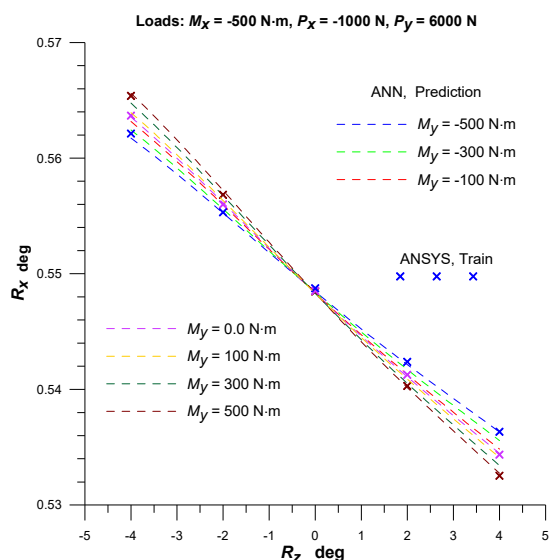


Рисунок 3

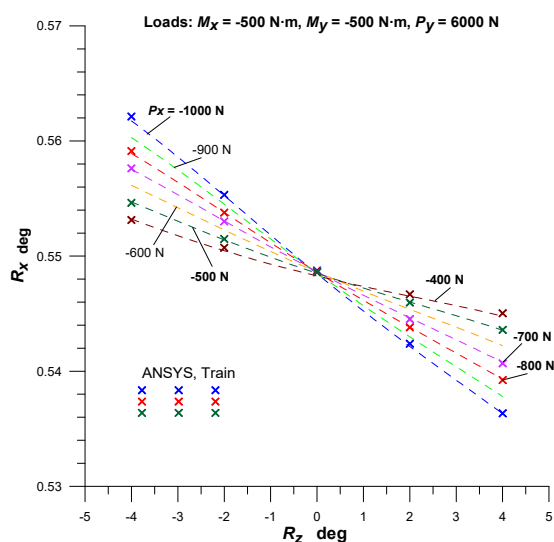


Рисунок 4

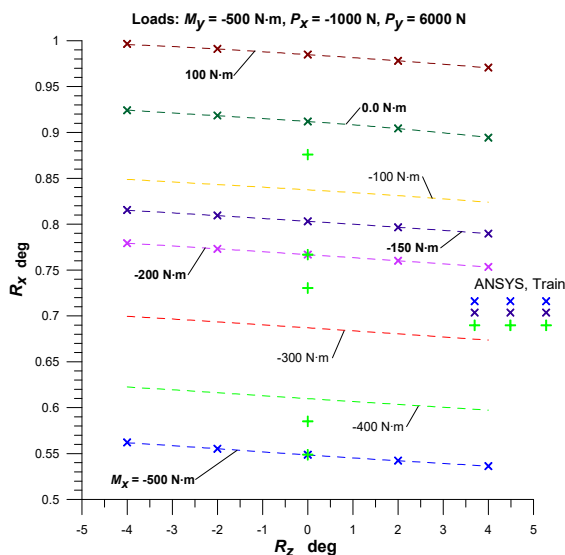


Рисунок 5

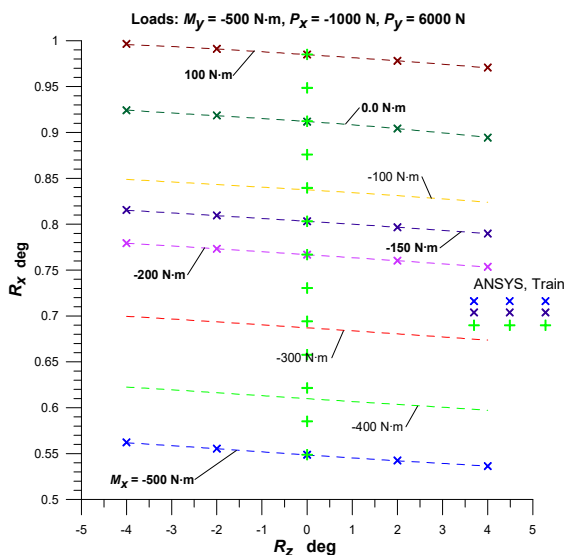


Рисунок 6

Выводы. Построена оптимальная по времени вычисления и удовлетворительной точности расчетная модель упругого элемента, позволяющая в реальное время получить данные для обучения искусственной нейронной сети. По результатам расчетов выбрана оптимальная по точности архитектура сети. Проведено обучение сети и тестирование ИНС по результатам, не участвовавшим в обучении сети. ИНС показала удовлетворительные результаты в итоге тестирования.

Работа направлена на обеспечение цифровыми двойниками агрегатов вертолета в рамках Авиастроительной инженерной школы в соответствии с Программой развития передовой инженерной школы (ПИШ) Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева-КАИ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Haas, D. J., Milano, J., Flitter, L.: Prediction of helicopter component loads using neural networks. J. Am. Helicopter Soc. 40(1), 72–82 (1995). <https://doi.org/10.4050/JAHS.40.72>.

УДК 004.942;629.7.023.25

С. А. Одинокоев, С. А. Луканкин

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)***ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С МОДЕРНИЗАЦИЕЙ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ЗАМЕНЫ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПЛАНЕРА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

В настоящее время в эксплуатации находится большой парк авиационной техники различного назначения. Немалую часть этой техники составляют летательные аппараты (далее – ЛА), у которых малонагруженные или ненагруженные элементы (лючки, панели корпуса, и т. д.), вследствие их длительной эксплуатации или по каким-либо другим причинам (например, в следствии накопления остаточных деформаций планера ЛА) находятся в аварийном состоянии, что приводит ЛА к выходу из эксплуатации. Весьма часто техническая документация, технологическая и сборочная оснастка на интересующие элементы конструкции у производителя отсутствуют либо устарели. В особенности, это касается импортных серий и модификаций авиационной техники.

В связи с этим особенно актуальной становится разработка комплексной технологии, позволяющей разработку и изготовление новых конструктивных элементов для замены аварийных деталей планера ЛА. Процесс обратного проектирования данных деталей с модернизацией, который в дальнейшем будем называть реверс-модернизацией, включающий в себя замену конструкции элемента на композитную с использованием информационных технологий представлен на примере лючка аккумуляторной батареи МиГ-29UPG.

Первым этапом реверс-модернизации, стало получение предварительной электронной модели (далее – ЭМ) исходной детали путем 3D сканирования и спецификаций заказчика для обеспечения соответствия проектируемой детали требованиям к форме и функциям. На основе этих данных были сформированы номинальные размеры и форма детали. Для составления предварительной ЭМ использовался поврежденный лючок с сильно измененной геометрией, и ЭМ детали не соответствовала геометрии ее посадочного места. Уточнение геометрии ЭМ было произведено при помощи лазерной координатно-измерительной системы на базе лазерного трекера API Radian.

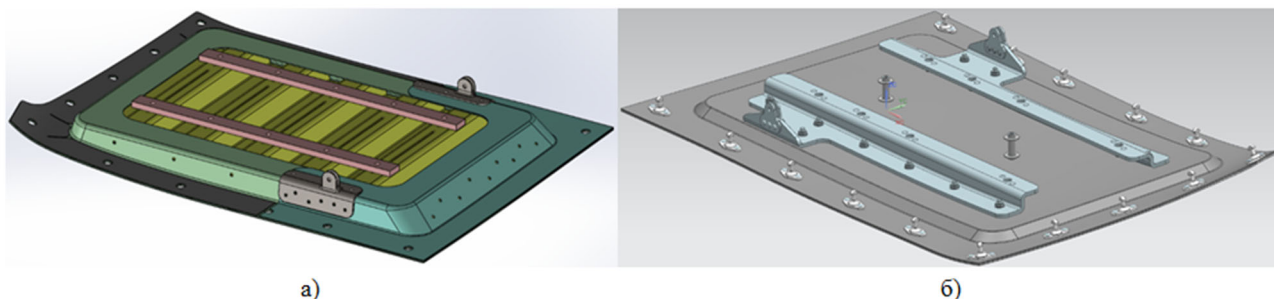
С помощью лазерного трекера был получен набор точек посадочного места аккумуляторного лючка, который в дальнейшем был использован для аппроксимации его поверхности с использованием виртуальных конечно-элементных моделей пластин и оболочек. Согласно проведенным исследованиям, погрешность данного метода аппроксимации даже для поверхностей сложной формы не превышает 1 %. В качестве объектов исследования данного метода аппроксимации рассматривались кривые и поверхности, описываемые аналитическими или табличными функциями, что позволяет получить точные координаты поверхности в любой точке. Погрешность аппроксимации вычислялась отдельно по координатам по формуле

$$\Delta = \left| \frac{x_{ан} - x}{\Delta x_{ан}} \right| \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $x_{ан}$ и x – аналитическое и вычисленное значение координаты – разница между максимальным и минимальным аналитическим значением координаты. Подробно метод аппроксимации обводов летательных аппаратов с помощью метода конечных элементов представлен в статьях [1, 2].

В результате выполнения работ по анализу и выбору основных технических решений по разработке лючка, было создано несколько вариантов ЭМ лючка из композиционных

материалов (далее – КМ), часть которых представлена на рисунке 1. По итогам проведения проектировочных расчетов с использованием модуля Static Structural (использованного с целью ускорения расчетов) программного комплекса ANSYS, для увеличения прочностных характеристик лючка было принято решение увеличить количество слоев материала в зоне контакта с посадочным местом (именно в этой зоне исходного лючка произошло разрушение).



a – один из первых вариантов конструкции, *б* – итоговый вариант конструкции в сборе
Рисунок 1 – 3D-модели версий спроектированного лючка

В результате расчета были получены данные по деформациям и распределениям критериев разрушения КМ. Так как модуль ACP PrePost программного комплекса ANSYS Multiphysics, предназначенный для моделирования укладки сотоблока сложной формы, позволяет использовать сразу несколько критериев разрушения КМ, использовались три полиномиальных критерия, объединяющих компоненты тензора напряжения: Цая-Ву, Цая-Хилла, и Хоффмана [3]. Распределения критерия разрушения для всех расчетных случаев представлены на рисунке 2. Из результатов видно, что критерии разрушения для всех слоев не превышают 0,9 во всех расчетных случаях, включая третий – открывание лючка не с нужного направления и его удержание одним замком и петлями. Таким образом, критерии разрушения во всех расчетных случаях меньше 1, из чего следует, что изделие надежно выдерживает как максимальную нагрузку, установленную заказчиком, так и стандартное и нестандартное открывание.

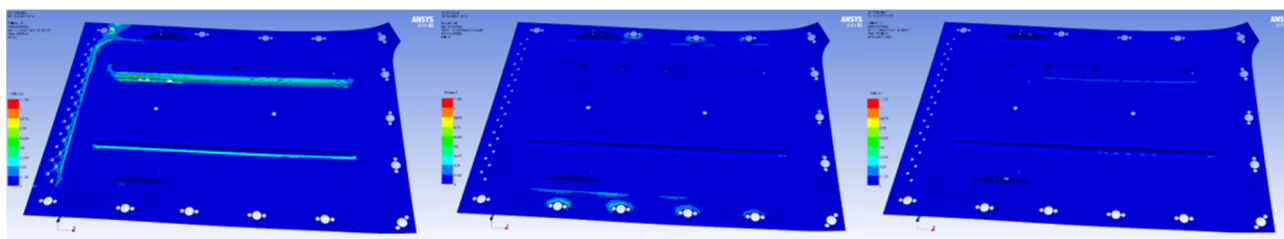
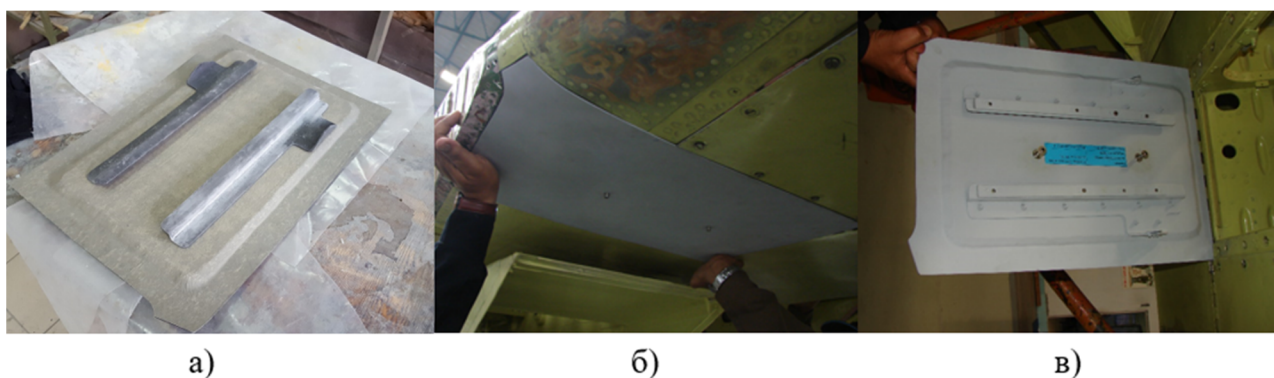


Рисунок 2 – Распределение критериев разрушения композитного аккумуляторного лючка истребителя МиГ-29UPG для трех расчетных случаев

После апробации детали путем расчета на прочность была составлена конструкторская документация на изделие, и лючок аккумуляторной батареи был отправлен на производство. Процесс изготовления изделия начинается с проектирования и создания мастер-моделей лючка и накладок. Основой для разработки ЭМ мастер-модели является ранее разработанная ЭМ соответствующей панели из КМ. Мастер-модель, в свою очередь, является основным геометрическим элементом для разработки рабочей поверхности технологической оснастки (матрицы) для холодного формования деталей методом вакуумной инфузии. После изготовления и сборки первого образца он был переправлен заказчику и установлен на ЛА. Замена аварийной детали на реверс-модернизированную произошла без задержек, деталь встала на место без каких-либо доработок и была принята заказчиком (рисунок 3).



a – частично собранный неокрашенный лючок; *б* – предварительная установка детали;
в – окончательная установка лючка

Рисунок 3 – Установка лючка аккумуляторной батареи на МиГ-29UPG

Современные цифровые технологии разработки и изготовления конструкций из композиционных материалов, дополненные технологиями, основанными на использовании систем автоматизированного проектирования композитных конструкций, позволяют осуществить реверс-модернизацию деталей ЛА даже при отсутствии технической документации, технологической оснастки или качественной 3D-модели. Установка детали без дополнительной доработки свидетельствует о высокой точности обратного проектирования с модернизацией даже при отсутствии качественной исходной ЭМ. Следует отметить, что результат реверс-модернизации не идентичен оригиналу, что позволяет избежать нарушений прав патентообладателей при реверс-модернизации элементов конструкции иностранных ЛА.

Доработка и апробация малонагруженной детали с помощью расчета на прочность методом конечных элементов без проведения испытаний на прочность позволяет значительно снизить затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Существенное снижение трудозатрат на изготовление лючка аккумуляторной батареи по сравнению с оригинальной деталью также свидетельствует о эффективности данной технологии. Таким образом, в рамках данной работы решена задача создания обводов реального, требующего замены элемента конструкции, создание технологической оснастки, изготовление детали и обеспечение ее установки на аварийный ЛА. В результате, срок его эксплуатации увеличивается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кретов, А. С. Аппроксимация обводов летательных аппаратов с использованием моделей упругих тел / А. С. Кретов, С. А. Одинокоев // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева. – 2011. – № 4. – С. 5–12.
2. Одинокоев, С. А. Моделирование обводов летательных аппаратов с помощью виртуальных упругих тел / С. А. Одинокоев // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2013. – № 1. – С. 3–7.
3. Гриневич, Д. В. Критерии разрушения полимерных композиционных материалов (обзор) / Д. В. Гриневич, Н. О. Яковлев, А. В. Славин // Труды ВИАМ. – 2019. – № 7(79). – С. 92–111.

УДК 621.438

В. И. Одинцов, А. Е. Ремизов

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРЫ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА

При разработке современных авиационных двигателей возможно применение 3D сопряженных расчетов теплообмена для предварительной оценки теплового состояния масляных опор. Такой способ проектирования позволяет оценить влияние горячего масла и газа на детали конструкции.

В данной работе приведены результаты оценки теплового состояния масляной полости опоры ГТД с использованием гипотезы преобладающего объема масла над воздухом. Так как полость маслокартера имеет относительно малый объем, а прокачки масла значительные, то сделано предположение о том, что воздуха в полости маслокартера мало и им можно пренебречь. Главным образом в работе рассматривалось тепловое состояние втулки под внутренней обоймой роликоподшипника, так как от нее зависит работоспособность опоры и двигателя. Для решения задачи были использованы результаты 2D теплового расчета, используемые в качестве граничных условий для решения поставленной задачи.

Результаты расчета представляют собой температурное состояние элементов опоры по режимам. Наиболее высокая температура достигается на максимальном режиме. Внедрение в конструкцию теплозащитного экрана положительно влияет на тепловое состояние опоры, препятствуя нагреву деталей исследуемой области и снижая градиент температуры масла. При этом без применения теплозащитного экрана градиент температур втулки имеет схожий характер [1].

В заключении отмечается, что подтверждается гипотеза о влиянии горячего газа со стороны турбины на тепловое состояние конструктивных элементов опоры, проявляющееся в нагреве ДСЕ. Ввиду большого объема, прокачиваемого через опору масла, значение тепловыделения роликоподшипника не оказывает существенного значения на тепловое состояние втулки. Применение теплозащитного экрана позволяет существенно снизить температуры элементов опоры на всех режимах работы.

Одним из основных факторов работоспособности конструкции рассматриваемой опоры ГТД является градиент температуры втулки. Расчетом установлено, что в диапазоне максимальных температур с теплозащитным экраном $T_{\text{макс1}} = 208 \text{ }^\circ\text{C}$ и без него $T_{\text{макс2}} = 252 \text{ }^\circ\text{C}$, градиент температуры втулки не влияет на отказоустойчивость опоры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лисицин, А. Н. 3D Моделирование работы маслокартера газотурбинного двигателя с имитацией дефектных состояний [Текст] / А. Н. Лисицин, К. Р. Пятунин, В. А. Харламов // Вестник РГАТА имени П. А. Соловьева. – 2023. – № 2(65). – С. 11–16.

УДК 681.513.66+681.513.7

А. Г. Капустин, А. А. Олейникова

Белорусская государственная академия авиации

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

«*All electric aircraft*» (Полностью электрический самолет) – это перспективные самолеты, которые предполагают замену всех видов энергии на борту самолета на электрическую. Для реализации данной проблемы необходимо разработать новые принципы создания бортовых систем воздушных судов, которые будут функционировать под управлением бортовых компьютеров.

В настоящее время ввиду усложнения систем управления потеряли актуальность традиционные методы, которые использовались до сих пор. Применение более современных методов (нелинейные, оптимальных, машинного обучения) тормозилось развитием технологий. Именно поэтому в данной работе предпринята попытка заменить существующий ПИД-регулятор для генератора более современным регулятором, построенным на принципах машинного обучения – нечеткая логика.

Коэффициенты ПИД-регулятора можно рассчитать различными методами. В работе коэффициенты рассчитывались семью методами, результаты исследования имитационного моделирования системы «регулятор + генератор» показали, что если известны условия, в которых будет работать объект, то, исходя из этих данных конструирование регулятора, рассчитанного с помощью, например метода AMIGO, будет наиболее оптимальным по отношению к нему, а к другим методам это условие выполняться не будет. Таким образом, возникает проблема создания универсального регулятора, который будет адаптирован к условиям работы генератора на борту воздушного судна. Для решения этой проблемы выбран метод машинного обучения нечеткая логика. Этот выбор объясняется тем, что повышение показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения современных воздушных судов можно достичь путем лишь путем внедрения новых принципов управления, например, применения элементов нечеткой логики в системы управления [1–3].

Для решения данного вопроса использовался ПИД-алгоритм. Были выполнены расчеты параметров ПИД-регуляторов по различным методам: метод Зиглера – Никольса по отклику на скачок, различные виды по отклику метода CHR, метод Cohen-Cohen, метод ITAE, метод AMIGO.

Исследования показали, что каждый метод эффективно работает в определенной области, например, при отсутствии перерегулирования в системе – это метод CHR, а для повышения робастности применяется метод ITAE. Таким образом, если известно назначение системы и условия ее эксплуатации, то можно рассчитать коэффициенты ПИД-регулятора по определенному методу. В этом случае для данных условий регулятор будет наиболее оптимальным, но не универсальным. Универсальности (субоптимальности) регулятора можно достичь, сконструировав нечеткий регулятор, который позволяет предусмотреть несколько условий эксплуатации одновременно.

Основой нечеткого логического вывода является база правил, содержащая нечеткие высказывания в форме «если – то» и функции принадлежности, что учитывалось при имитационном моделировании системы в среде *Matlab*. Кроме того, предполагалось, что:

- 1) существует хотя бы одно правило для каждой лингвистической выходной переменной;
- 2) для любого термина выходной переменной имеется хотя бы одно правило, в котором этот терм используется в качестве целевой части правила. В противном случае имеет место база нечетких правил.

Для создания нечеткого регулятора разработан алгоритм автоматического управления, в котором регулирующее воздействие зависит от получаемых сигналов. Примером такого регулятора является нечеткий регулятор с лингвистическими переменными (термами).

Конструирование нечеткого регулятора выполнялось по этапам:

- 1) введение нечеткости;
- 2) нечеткий вывод;
- 3) дефаззификация;
- 4) приведение к четкости.

В работе использовались модели нечеткого вида *Mamdani* и *Sugeno*.

Анализ результатов имитационного моделирования системы «генератор – нечеткий регулятор» показал, что метод *Sugeno* наиболее эффективно для линейных и адаптивных систем, что гарантирует непрерывность выходной поверхности. В свою очередь метод *Mamdani* интуитивно понятный и более адаптирован для ввода данных.

Метод *Sugeno* дает возможность встраивать линейные системы в нечеткие алгоритмы; позволяет создать нечеткую систему, которая переключается между несколькими оптимальными линейными регуляторами [2–5].

Оценка качества регулирования проводилась на основе сравнения методов *Mamdani* и *Sugeno* по отклику на входной сигнал (рисунок 1).

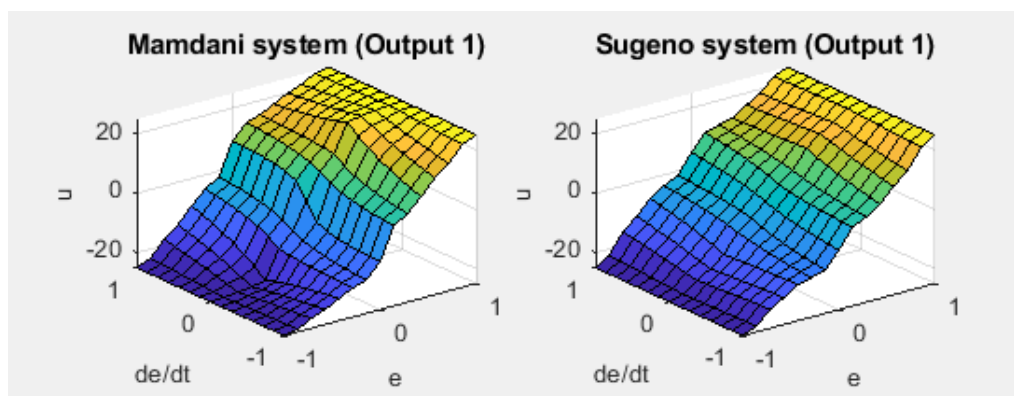


Рисунок 1 – Выходные сигналы нечеткого регулятора по методам *Mamdani* и *Sugeno*

Исследования (рисунок 1) показали, что преобразование *Mamdani* в более эффективную с точки зрения вычисления структуру *Sugeno* оправдано для повышения энергоэффективности системы – процесс регулирования проходит плавно, без скачков и имеет хорошие показатели быстродействия.

После анализа результатов исследования нечеткого регулятора в среде Matlab установлено:

- 1) семь правил являются минимальным количеством правил, при которых система с нечеткой логикой способна эффективно управлять выходным сигналом;
- 2) количество правил от 1 до 6 недостаточно для осуществления эффективного управления, так как система при таком количестве правил практически не реагирует на управляющий сигнал;
- 3) при увеличении правил с 8 до 10 эффективность управления практически не меняется и остается такой же, как при применении 7 правил;
- 4) при увеличении количества правил до 11 система становится более робастной величина перерегулирования уменьшается;
- 5) дальнейшее увеличение правил (больше 11) показало, что эффективность управления не возрастет (остается прежней);
- 6) изменение количества правил управления для регулятора на основе нечеткой логики влияет на качество управления.

Таким образом, результаты имитационного моделирования показали, что:

- 1) ПИД-регуляторы, рассчитанные по различным методикам, эффективны каждый в определенной области;

2) регулятор нечеткой логики имеет лучшее качество управления по сравнению с существующими ПИД-регуляторами;

3) изменения количества правил управления для нечеткого регулятора влияют на эффективность работы нечеткой системы;

4) применение системы *Sugeno* наиболее эффективно по сравнению с системой *Mamdani* при сравнении энергетических показателей и быстродействия.

Таким образом, внедрение современных технологий и методов при разработке новых регуляторов авиационных генераторов значительно уменьшит энергетические затраты и повысит эффективность работы системы и надежность бесперебойного питания приемников электроэнергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борисов, В. В. Нечеткие модели и сети / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов // М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.

2. Терещенко, К. В. Нечеткая система управления для синхронного генератора / К. В. Терещенко, А. Г. Капустин // Гагаринские чтения – 2020: Сборник тезисов докладов. – Москва : МАИ, 2020. – С. 844–845.

3. Mamdani, E. H. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller / E. H. Mamdani, S. Assilian // International Journal of Man-Machine Studies. – 1975. – Vol. 7, No. 1. – P. 1–13.

4. Mathworks.com [Электронный ресурс] / Using MATLAB. MATLAB for Artificial Intelligence, Inc, 2002. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com>. – Дата доступа: 19.10.2024.

5. J. A. Romero Perez, P. Balaguer Herrero Extending the AMIGO tuning method to MIMO system. 2nd IFAC conference on advanced PID control, Brescia (Italy). Ed. R. Vilanova, A. Visioli. March 28–30, 2012. Printed by Curran Associates, Inc., 2013. pp. 211–216.

УДК 629.7

Э. Ж. Павлушкин, В. А. Мехедко, В. А. Красковский

Белорусская государственная академия авиации

БОРТОВАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА BOEING-777

Актуальность разработки бортовой системы технического обслуживания (далее – БСТО) для воздушных судов (далее – ВС) класса с интегрированной модульной авионикой (далее – ИМА) заключается в детальном контроле исправности систем ВС для обеспечения безопасности полетов. Тем самым с помощью модернизируемой БСТО обслуживающему персоналу будет легче определять и локализовать системные неисправности [1].

В ходе исследования проведенный анализ архитектуры ВС Boeing-777, применения ИМА на ВС позволил упростить процесс определения работоспособного состояния оборудования ВС с помощью модернизированной БСТО. Это позволило разработать функциональную схему бортовой цифровой вычислительной системы (далее – БЦВС) Boeing-777, функциональную схему базового электронного модуля для БЦВС и синтезировать структурную, функциональную, электрическую принципиальную схему модернизируемой БСТО.

БЦВС класса ИМА представляет собой группу совместно используемых, гибких и повторно используемых аппаратных и программных ресурсов. БЦВС обеспечивает общую обработку данных в общей инфраструктуре и централизованный удаленный ввод/вывод информации с датчиков. Эти функции выполняются с помощью электронных модулей [2].

В состав БЦВС входят: модуль вычислительный (далее – МВ), модуль графический (далее – МГ), модуль ввода-вывода (далее – МВВ), модуль массовой памяти (далее – ММП), модуль сетевого интерфейса (далее – МСИ) и модуль напряжений (далее – МН).

В БСТО большое внимание уделяется линейно-заменяемым блокам, которые выдают информацию о своей работоспособности после выполнения встроенного контроля, электронным модулям, которые обеспечивают выдачу результатов фоновое тестирования, приема информации от бортовых источников, для согласования разных интерфейсов, для хранения баз данных функционального программного обеспечения (далее – ПО). Ставится задача определять исправность и неисправность электронных модулей вплоть до их узлов. В унифицированной БСТО ВС Boeing-777 используется необходимое ПО тестов устройств и каналов ввода-вывода, постоянного и оперативного запоминающего устройства, тест системы прерывания и системы команд центрального процессора (далее – CPU) [3].

Использование технологических модулей (далее – ТМ) позволяет согласовывать разные интерфейсы электронных модулей с интерфейсами компонентов аппаратных средств. Компонентами аппаратных средств являются: бортовая панель технического обслуживания (далее – ТО), ноутбук ТО, портативный терминал ТО.

Структурная схема унифицированной БСТО представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема унифицированной бортовой системы технического обслуживания

Унифицированная БСТО в структурной схеме состоит из: бортовой панели ТО, ПО тестов, необходимых ТМ и тестируемых электронных модулей. Бортовая панель ТО в кабине экипажа позволяет обслуживающему персоналу легко локализовать системные неисправности и загружать ПО систем ВС. Бортовая панель ТО представляет собой мощный вычислительный ресурс с жидкокристаллическим дисплеем высокого разрешения, объединенного в сеть с другими системами ВС с помощью оптоволоконного интерфейса связи. Она предоставляет экипажу и обслуживающему персоналу общий ресурс для доступа к информации из других систем. В данном случае будут индицироваться не только неисправности линейно-заменяемых блоков, а также неисправности электронных модулей.

На основе структурной схемы разработана функциональная схема унифицированной БСТО ВС Boeing-777 (рисунок 2).

Во время проверки работоспособности модулей проверяются все узлы электронных модулей. Результаты проверки индицируются на экран инструментальной электронно-вычислительной машины (далее – ИЭВМ), а также обеспечивается установка инструментальных и программных средств. ТМ согласовывает интерфейсы электронных модулей с интерфейсами ИЭВМ, а также при необходимости результаты распечатываются.

Узел поддержки модуля (УПМ) входит в функциональные схемы всех электронных модулей и строится на базе МК Intel 8051.

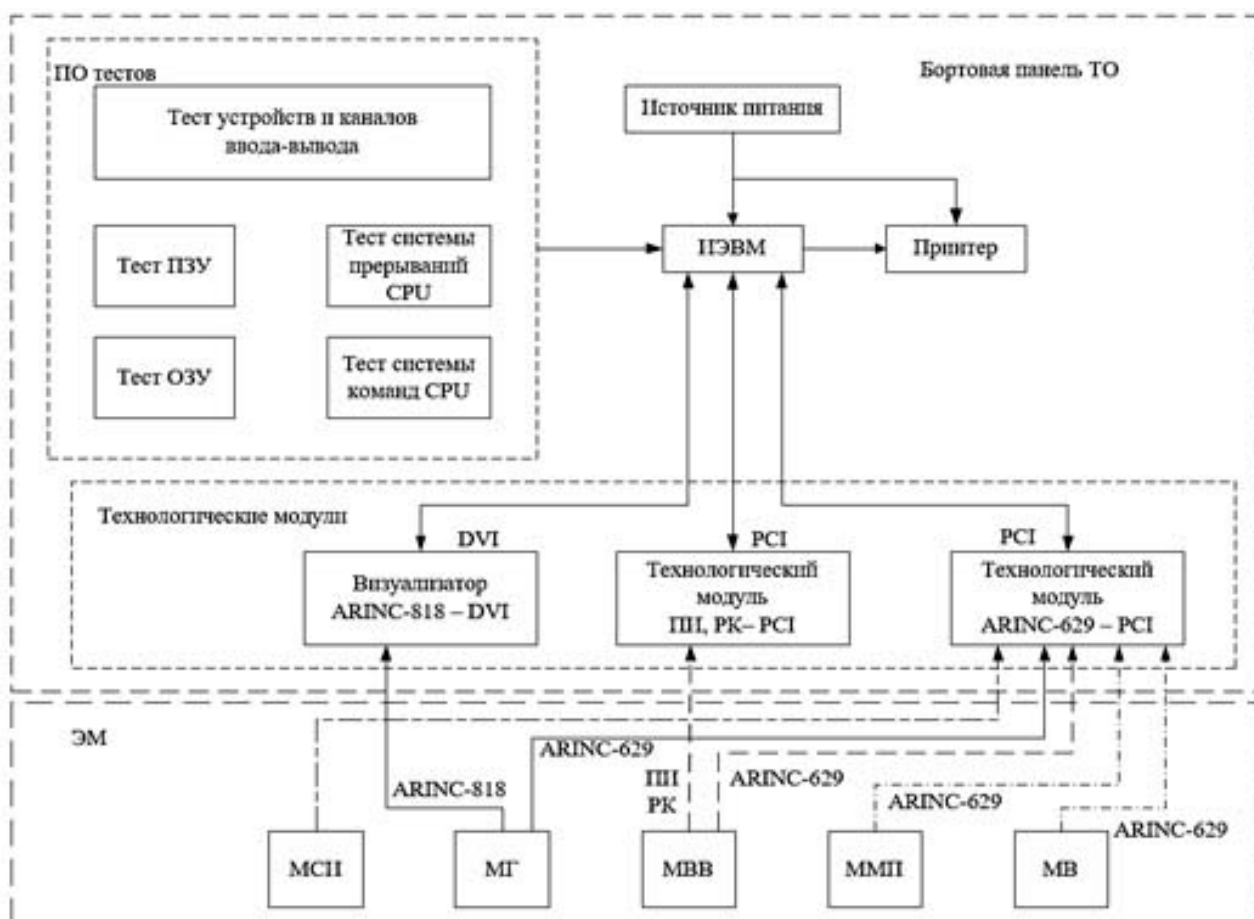


Рисунок 2 – Функциональная схема унифицированной бортовой системы технического обслуживания

На основе функциональной схемы разработана электрическая принципиальная схема проверки узла поддержки модуля с помощью унифицированной БСТО ВС Boeing-777 (рисунок 3) в состав которой входят микроконтроллер МК *Intel* 8051, преобразователь напряжения MC78L18ACP, 16 светодиодов, три конденсатора, кварцевый резонатор и 17 резисторов.

К примеру, нужно проверить работоспособность MB с помощью БСТО. Работоспособность MB и связь его с другими модулями зависит от ряда причин, самой распространенной причиной является выход из строя МК или физического интерфейса (далее – ФИ). Нужно выработать разовую команду (далее – РК) с помощью ТМ и подать ее через ФИ на МК. При этом на бортовой панели ТО будет появляться отдельное окно о тестировании МК. Когда РК будут подводиться к выводам P1.0-P1.7, светодиоды должны загораться по очередности – это будет демонстрировать работоспособность связи ФИ с ТМ и ФИ с МК. Если светодиоды не загораются – это говорит о неработоспособности связи ФИ с ТМ и ФИ с МК.

Также данным тестированием можно проверить работоспособность самого МК. Для этого нужно на бортовой панели ТО убедиться в том, что светодиоды загораются поочередно в ответ на управляющие сигналы, которыми являются РК. Если светодиоды не загораются, следовательно, МК неисправен.

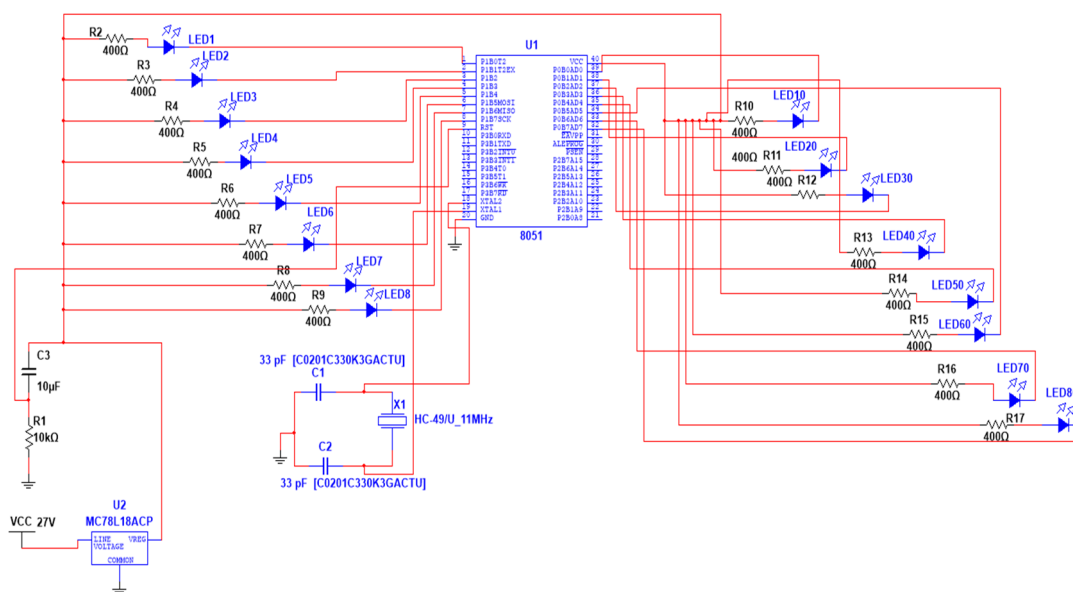


Рисунок 3 – Принципиальная электрическая схема проверки узла поддержки модуля с помощью унифицированной бортовой системы технического обслуживания воздушного судна Boeing-777

Таким образом, модернизированная БСТО ВС Boeing-777 позволяет проверять на работоспособность не только линейно заменяемые блоки, входящих в крейт, но и электронные модули БЦВС, которые выполняют ряд основных задач связанных с обеспечением вычислительной мощности для выполнения разных видов тестирования крейтов, приемом информации от бортовых источников, согласованием разных видов интерфейсов, преобразованием первичного напряжения в номиналы напряжений, которые необходимы для питания модулей крейта и т. д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чуянов, Г. А. Перспективы развития комплексов бортового оборудования на базе интегрированной модульной авионики / Г. А. Чуянов, В. В. Косьянчук, Н. И. Сельвесюк. – М. : Известия ЮФУ. Технические науки, 2013. – 70 с.
2. Шукалов, А. В. Организация работы бортовой цифровой вычислительной системы с поддержкой функции реконфигурации / А. В. Шукалов, П. П. Парамонов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 88 с.
3. Гатчин, Ю. А. Основы проектирования вычислительных систем интегрированной модульной авионики / Ю. А. Гатчин – М. : Юрайт, 2010. – 224 с.

УДК 621.45.01

А. М. Покидько, В. В. Вятков, Н. Н. Ковалева

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ СМЫКАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦАХ ТУРБИНЫ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОМЕРНОГО ПОТОКА НА ВХОДЕ

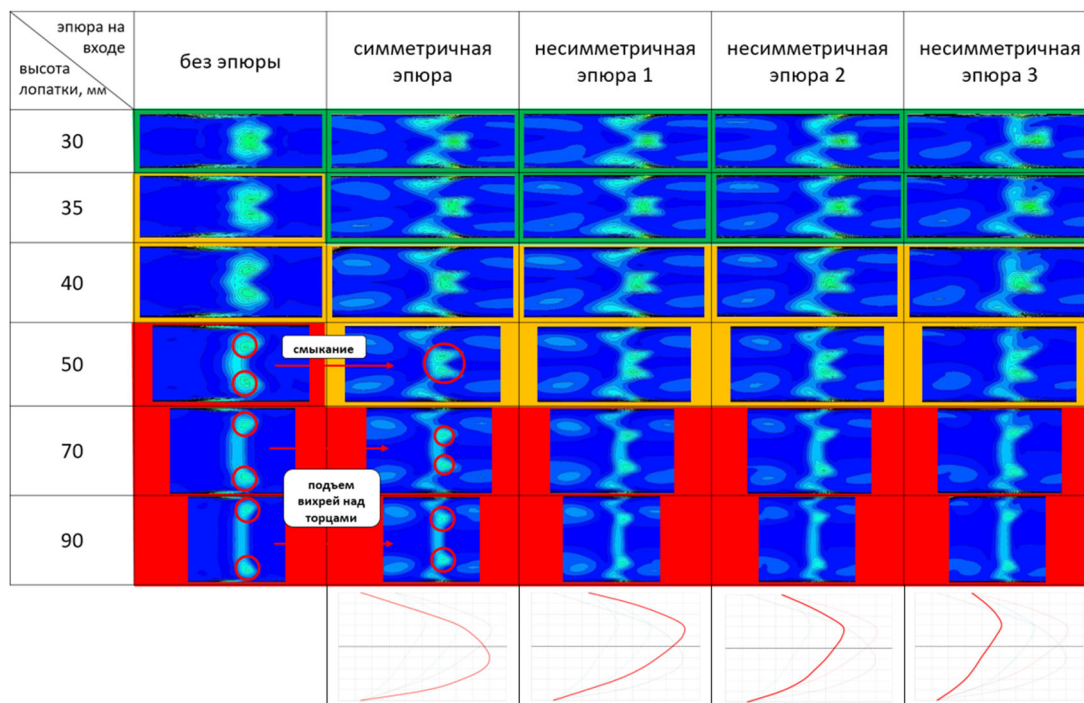
Аннотация: в статье представлены результаты исследования плоской турбинной решетки в условиях неравномерного поля параметров по входу. Установлено, что наличие входной неравномерности потока увеличивает высоту проточной части, при которой реализуется смыкание вторичных вихрей в межлопаточном канале.

Ключевые слова: газовая турбина, сопловой аппарат, неравномерность полного давления, вторичные течения, смыкание вторичных течений.

При проектировании турбин ГТД необходимо определять потери кинетической энергии лопаточных венцов. На начальном этапе проектирования они рассчитываются по результатам исследований турбинных решеток в модельных условиях. Для турбин двигателей предыдущих поколений это не сопровождалось значительными погрешностями. Развитие двигателей по параметрам рабочего процесса привело к снижению размерности проточной части лопаточных машин, и в сопловом аппарате первой ступени турбины стала возможна реализация эффекта смыкания вторичных течений, образующихся на противоположных торцевых стенках [1]. Данный эффект изменяет вид аэродинамических характеристик решеток (распределение потерь кинетической энергии и углов выхода потока) [1–3], что необходимо учитывать уже на ранних стадиях проектирования. Сейчас характеристики лопаточных венцов турбины определяются в условиях равномерного потока на входе. Методы расчета высоты смыкания вторичных вихрей в решетках [2] разработаны при отсутствии неравномерности параметров [4] или для модельных условий продувки [2]. Критерием является параметр h/h_s (h – высота рабочей части решетки, h_s – высота начала реализации эффекта смыкания вихрей). Существующие методы расчета h_s не учитывают неравномерность скорости на входе в лопаточный венец, формирующейся на выходе из камеры сгорания ГТД.

Анализ влияния входной неравномерности потока на реализацию эффекта смыкания вторичных течений проведен посредством численного моделирования рабочего процесса плоской сопловой решетки с типичным для современной высокоперепадной турбины профилем [2].

Расчеты проводились для чисел Маха на выходе из решетки $M_1 = 0,15$ и $M_2 = 0,8$. Рассматривались 6 вариантов высоты проточной части от 30 мм (аэродинамически-короткие решетки) до 90 мм (аэродинамически-длинные решетки) [1]. В качестве граничных условий были выбраны 4 эпюры полного давления на входе (рисунок 1). По результатам работы [4], температурная неравномерность не моделировалась.



Зеленая зона – аэродинамически-короткие решетки, оранжевая зона – решетки со смыканием, красная зона – аэродинамически-длинные решетки.

Рисунок 1 – Поля потерь кинетической энергии за решетками различной размерности и с различными условиями по входу

На рисунке 1 приведена картина распределения потерь кинетической энергии в решетках различной размерности при наличии эпюры полного давления на входе. Характер распределения полного давления влияет на размер и положение области вторичных потерь в решетке. Наличие неравномерности увеличивает подъем вихря над торцевой поверхностью. Смыкание вторичных течений начинается раньше при несколько большей высоте решетки, чем в условиях ровного поля на входе. Таким образом, при определении высоты проточной части решетки, при которой начинается процесс смыкания, необходимо учитывать степень неравномерности входного потока. Формирование практических рекомендаций по учету входной неравномерности потока при определении характеристики лопаточных венцов будет реализовано в дальнейших исследованиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лебедев, В. В. Особенности аэродинамического и теплового совершенствования сопловых аппаратов турбин перспективных газотурбинных двигателей / В. В. Лебедев // Изв. Вуз. Авиационная техника. – 2016. – № 1. – С. 81–85.
2. Богомолов, Е. Н. О смыкании зон вторичных течений в турбинных решетках и его влиянии на концевые потери / Е. Н. Богомолов // Известия вузов. Авиационная техника. 1991. – № 3. – С. 25–31.
3. Вятков, В. В. Исследование угловых характеристик потока в турбинных решетках с целью усовершенствования методов проектирования газовых турбин авиационных двигателей: дис ... канд. техн. наук / В. В. Вятков. – Рыбинск, 2002. – 148 л.
4. Давыдов, А. А. Анализ влияния входной неравномерности параметров потока на эффективность пленочного охлаждения сопловой лопатки ТВД на основе численного моделирования / А. А. Давыдов, Н. Н. Ковалева, В. В. Вятков // Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьева. – 2023. – № 1 (64). – С. 12–20.

УДК 658.2

Н. В. Романчук, В. С. Николаенко

Белорусская государственная академия авиации

УЛУЧШЕННАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

Коробка переключения передач (далее – КПП) относится к одним из важнейших механизмов в автомобиле. Из-за особенностей работы ДВС, при низких оборотах ему не всегда хватает сил (крутящего момента) вращать колеса и двигать автомобиль. Чтобы помочь мотору, нужно дать ему возможность при маленькой скорости движения машины крутиться быстрее – для этого двигатель соединяют с колесами через шестерни, сгруппированные в КПП – вот для чего нужна коробка передач.

Основными функциями коробки передач является передача крутящего момента, изменение передачи, эффективность и комфорт управления. КПП соединяет двигатель и колеса, позволяя передавать крутящий момент, необходимы для движения автомобиля. Также она позволяет изменять передаточные отношения, что помогает адаптироваться к различным условиям движения. Это особенно важно при неравномерном движении таком как старт, разгон и движение на высоких скоростях. Правильный выбор передачи позволяет двигателю работать в оптимальном диапазоне оборотов, что увеличивает его эффективность и экономичность. Правильная настройка КПП обеспечивает плавное переключение передач, что улучшает комфорт управления автомобилем.

Простейшая передача – это две шестерни разного размера, сцепленные зубьями. Представьте, что у одной зубьев в три раза больше, чем у другой. Тогда за один оборот

большой шестерни малая сделает уже три оборота. И напротив, соединив двигатель с маленькой шестерней, а колеса – с большой, мы заставим их крутиться в три раза медленнее коленвала. Еще один плюс: крутящий момент, вращающий колеса, тоже будет в три раза выше крутящего момента двигателя.

Но когда скорость автомобиля возрастет вдвое, обороты мотора увеличатся уже в шесть раз. А он не может вращаться слишком быстро – топливо просто не будет успевать сгорать. Поэтому по мере разгона двигателю потребуется другая пара шестерен – с менее кардинальной разницей в количестве зубьев (ее называют передаточным отношением). В современных легковых автомобилях 5–6 разных передач (или ступеней), а у некоторых и девять. А коробка передач – это агрегат, в котором все они собраны вместе.

Структура коробки передач состоит из входных и выходных валов, шестерней, муфт и тормозов. Валы передают крутящий момент от двигателя к колесам. Шестерни обеспечивают различные передаточные отношения. Размеры и количество зубьев шестерен влияют на скорость и мощность. Муфты и тормоза используются для переключения передач и управления крутящим моментом.

Мы разработали новую улучшенную схему для коробки передач. Изобретение относится к транспортному машиностроению и может использоваться на самоходных машинах типа тракторов и аналогичных транспортных средствах. Цель изобретения состоит в расширении технологических и эксплуатационных возможностей при одновременном повышении унификации

Изобретение относится к транспортному машиностроению и может использоваться на самоходных машинах типа тракторов и аналогичных транспортных средствах.

Цель изобретения состоит в расширении технологических и эксплуатационных возможностей при одновременном повышении унификации.

На чертеже (рисунок 1) приведена схема устройства.

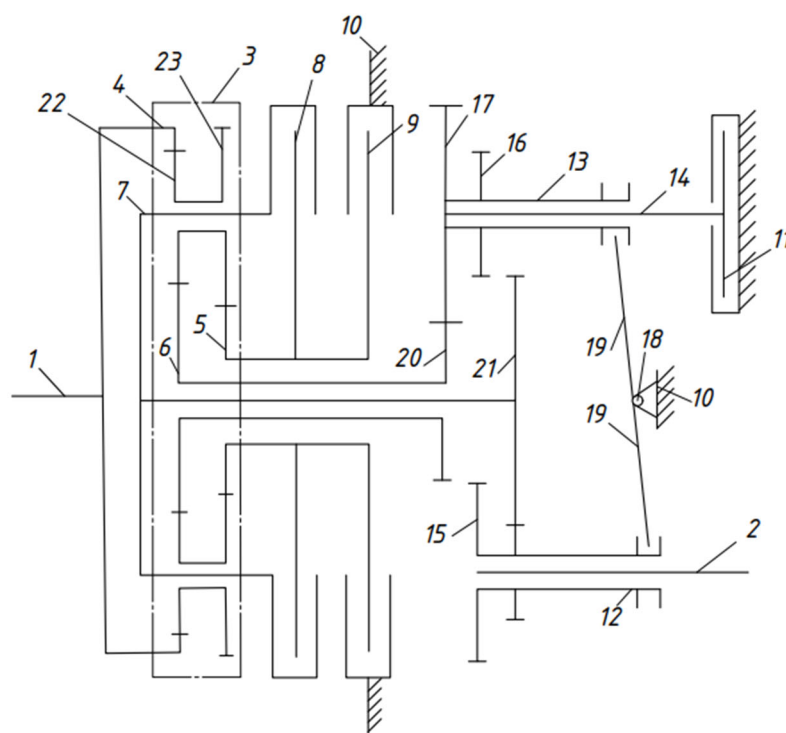


Рисунок 1 – Схема улучшенной коробки передач

Коробка передач транспортного средства содержит входной 1 и выходной 2 валы, планетарный механизм 3 с коронной шестерней 4, связанный с входным валом 1, двумя солнечными шестернями 5, 6 и водилом 7, муфту 8 для блокировки планетарного механизма

3, тормоз 9 для связи солнечной шестерни 5 с корпусом 10, дополнительный тормоз 11, и две зубчатые муфты 12, 13, установленные на выходном валу 2 и валу 14 дополнительного тормоза 11. Выходной вал 2 выполнен несоосным планетарному механизму 3, а муфты 12, 13 снабжены двумя венцами 14, 15 и 16, 17, при этом венцы 14, 16 имеют одно уменьшенное число зубьев, а венцы 15, 17 имеют одно увеличенное число зубьев. Связываются муфты 12, 13 посредством установленного средней частью момента с возможностью вращения относительно корпуса 10 на шарнире 18 двуплечего рычага 19. Для зацепления с венцами 14, 15, 16, 17 муфты 13, 13 водило 7 и солнечная шестерня 6 снабжены венцами 20, 21. Целесообразно коронную шестерню 4 связывать с меньшими венцами 22 саттелитов 23.

Предложенная коробка передач транспортного средства обеспечивает два диапазона, переключаемых под нагрузкой скоростей.

Первый диапазон, диапазон повышенных прямых скоростей, обеспечивается при связи выходного вала 2 посредством венца 14 муфты 12 с венцом 21 водило 7, и дополнительного тормоза 11 посредством венца 17 муфты 13 с венцом 20 солнечной шестерни 6 (показано на схеме). Первая передача обеспечивается при включении тормоза 11, вторая – при включении тормоза 9, третья – при включении муфты 8.

И второй диапазон, диапазон реверсной и пониженных прямых скоростей, обеспечивается при связи выходного вала 2 посредством венца 15 муфты 12 с венцом 20 солнечной шестерни 6, и дополнительного тормоза 11 посредством венца 16 муфты 13 с венцом 21 водила 7 (твердое положение рычага 19). Реверсная передача обеспечивается при включении тормоза 11, первая пониженная прямая – при включении тормоза 9, и вторая пониженная прямая – при включении муфты 8.

Формула изобретения:

1. Коробка передач транспортного средства по авт.св. № 1749063, отличающаяся тем, что, с целью расширения технологических и эксплуатационных возможностей при одновременном повышении унификации, выходной вал выполнен несоосным планетарному механизму, а муфты выходного вала и дополнительного тормоза снабжены двумя венцами с различным числом зубьев и связаны посредством установленного средней частью с возможностью вращения относительно корпуса двуплечего рычага.

2. Коробка передач транспортного средства по п.1, отличающаяся тем, что коронная шестерня связана с меньшими венцами саттелитов.

Подводя итог, можно сказать, что разработанная улучшенная схема коробки передач, представленная в патенте №1801799, предлагает расширенные технологические и эксплуатационные возможности. Это достигается за счет несоосного расположения выходного вала и использования муфт с разным числом зубьев, что позволяет обеспечить два диапазона переключаемых под нагрузкой скоростей. Новая конструкция может быть успешно применена в транспортных машинах, таких как тракторы, и аналогичных транспортных средствах, что открывает новые перспективы для повышения производительности и надежности. Дальнейшие исследования и испытания могут привести к еще более эффективным решениям в области трансмиссионных систем, что будет способствовать улучшению характеристик современных автомобилей и повышению их конкурентоспособности на рынке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Передерий, В. П. Устройство автомобиля: учебное пособие / В. П. Передерий. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. – 288 с. – (Профессиональное образование)
2. Савич, Е. Л. Устройство автомобилей : учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск : РИПО, 2018. – 448 с. : ил.
3. Селифонов, В. В. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей : учебник для нач. проф. образования / В. В. Селифонов, М. К. Бирюков. – 7-е изд., стер. – М. : Академия, 2013. – 400 с.

УДК 621.452.33.037.01

Е. Л. Русакович, А. А. Санько

Белорусская государственная академия авиации

НАТУРНЫЙ СТЕНД БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

В условиях широкого внедрения навигационных датчиков, выполненных по МЭМС технологии и имеющих разброс параметров при изготовлении до 3 %, несмотря на их калибровку при изготовлении, а также высокую чувствительность к внешним возмущениям, все большую актуальность приобретает проблема повышения точности БИНС [1]. Эту задачу целесообразно решать во время проведения наземных испытаний с применением натуральных стендов, функционирование которых основано на схожих с объектом исследования принципах [2]. Целесообразность такого подхода обоснована высокой вероятностью потери (повреждения) ВС в летных испытаниях, невозможностью учета методами математического моделирования большинства процессов и явлений, происходящих в полете, а также всего широкого многообразия свойств объекта.

Таким образом, ставилась задача создания натурального стенда для отработки существующих алгоритмов навигации и фильтрации, позволяющей учесть как можно более широкий спектр воздействий на качество работы БИНС для ВС. На рисунке 1 представлен состав разработанного стенда.

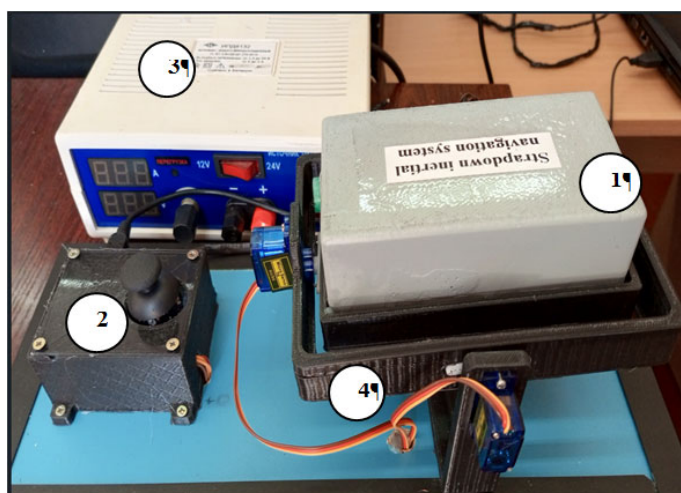


Рисунок 1 – Состав разработанного стенда

Основными элементами стенда являются: БИНС в составе *GY-91*, имеющий инерциально-измерительный блок (далее – ИИБ), *GPS*-трекер и вычислитель – микроконтроллер типа *Arduino Nano* (1); джойстик, управляемый с использованием микроконтроллера *Arduino Uno* (2); источник электропитания (3); платформа, имеющая две степени свободы по углу крена $\gamma_{\text{рамка}}$ и тангажа $\vartheta_{\text{рамка}}$ с установленными на ней сервомашинками *SG-90* (4). Логика взаимодействия составных элементов стенда предусматривает наличие двух вариантов управления:

- 1) ручное перемещение рукоятки джойстика и соответственно, формирование сигнала угла $\vartheta_{\text{рамка}}$ ($\gamma_{\text{рамка}}$);
- 2) программное управление заданным значением углов $\vartheta_{\text{рамка}}$ и $\gamma_{\text{рамка}}$ в диапазоне от -30° до $+30^\circ$ или периодическое движение по углам.

Переключение между режимами управления осуществляется кнопкой, размещенной на джойстике (формируется сигнал $n_{\text{реж}}$).

Источник электропитания, обеспечивает подачу на сервомашинки опорного напряжения 5,5 В с током нагрузки более 0,5 А.

В вычислителе (ПЭВМ) с использованием разработанной Simulink-модели и по алгоритмам, заданных исследователем, производится:

- 1) прием информации из микроконтроллера *Arduino Nano*;
- 2) фильтрация первичных сигналов от акселерометров и гироскопов: \hat{a}_{xc} , \hat{a}_{yc} , \hat{a}_{zc} , $\hat{\omega}_{xc}$, $\hat{\omega}_{yc}$, $\hat{\omega}_{zc}$;
- 3) вычисление углов ориентации – $\hat{\vartheta}$, $\hat{\gamma}$, после фильтрации первичных сигналов;
- 4) расчет координат $\hat{\varphi}_{инс}$, $\hat{\lambda}_{инс}$ по отфильтрованным значениям первичных сигналов;
- 5) масштабирование и преобразование аналоговых сигналов с джойстика;
- 6) визуализация результатов исследований графически и в виде численных значений.

Основным элементом БИНС является датчик *GY-91*, имеющий инерциально-измерительный блок, состоящий из трех ортогонально расположенных: измерителя угловой скорости, акселерометра и одноканального барометра на базе MP280. В качестве связанной системы координат (далее – ССК) выбрана правая ортогональная система координат *OXYZ* с вершиной, совмещенной с центром масс объекта, *OX* – поперечная ось объекта (на правый борт), *OY* – продольная ось, *OZ* – нормальная ось [1].

Информацию, поступающую с *GY-91*, обрабатывает микроконтроллер *Arduino Nano*. Первичная информация, поступающая с *GY-91*:

- a_{xc} , a_{yc} , a_{zc} – значения ускорений объекта в ССК, измеряемые акселерометрами;
- ω_{xc} , ω_{yc} , ω_{zc} – значения угловой скорости объекта в ССК, измеряемые датчиками угловой скорости (ДУС).

Параметры датчиков *GY-91*: диапазон регистрируемой перегрузки: $\pm 4g$; угловой скорости ± 250 °/с.

Вычисление температуры (*T*) и давления (*P*) воздуха, осуществляет барометр MP280. Дополнительным элементом БИНС является GPS-трекер на базе чипа *NEO-6M*. Чип способен отслеживать до 22 спутников одновременно на 50 каналах с большим уровнем чувствительности, до –181 дБ. GPS-трекер выдает ряд сигналов в ПЭВМ через микроконтроллер *Arduino Nano*, а именно: место расположения (широта $\varphi_{снс}$ и долгота $\lambda_{снс}$), скорость ($V_{снс}$), высота расположения БИНС над уровнем моря ($H_{снс}$) и т. д.

В качестве выводов представляется целесообразным отметить следующее:

1. Разработанная конструкция стенда позволяет провести цикл исследований для отработки алгоритмов навигации и фильтрации, позволяющей учесть, как можно более широкий спектр внешних и управляющих воздействий на качество работы БИНС.

2. Комплексное применение *Simulink*-моделей и платформ на базе устройств *Arduino* позволяет оперативно изучить состав, алгоритмы функционирования и структуру построения БИНС.

3. Анализ установившихся процессов и ошибок, при резких и плавных реакциях БИНС на управляющие сигналы по углам ориентации, позволит проанализировать качество фильтрации информации от ДУС и акселерометров.

4. Провести анализ ошибок значений координат объекта при использовании *GPS* и координат, рассчитанных с использованием алгоритма с интегрированием уравнений в параметрах Родрига-Гамильтона, при различных алгоритмах обработки данных от датчиков первичной информации.

Разработанный натурный стенд может являться основой для исследования алгоритмов навигации и фильтрации при решении различных целевых задач ВС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, Ю. В. Исследование статистических характеристик микромеханических датчиков инерциального модуля / Ю. В. Иванов // Датчики и системы. – 2007. – № 1. – С. 25–26.

2. Владимиров, В. М. Имитатор измерительной информации для отработки эфемеридно – временного обеспечения космической навигационной системы ГЛОНАСС / В. М. Владимиров, А. К. Гречкосеев, А. С. Толстикова // Измерительная техника. – 2004. – № 8. – С. 12–14.

3. Верещиков, Д. В. Прикладная информатика. Применение Matlab@Simulink для решения практических задач: учеб. пособие / Д. В. Верещиков, Д. В. Разуваев, П. С. Костин. – Воронеж : ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – 104 с.

4. Верещиков, Д. В. Натурный стенд для отработки системы управления винтомоторной силовой установкой конвертируемого летательного аппарата / Д. В. Верещиков, И. К. Макаров, И. С. Моисеева // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 61–71.

УДК 621.438

И. А. Соколов, А. Е. Ремизов

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

ОЦЕНКА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОПЛОВОГО АППАРАТА С ВНЕДРЕННЫМИ В ЕГО КОНСТРУКЦИЮ ЭЛЕМЕНТАМИ СТОЕЧНОГО УЗЛА

Большое количество конструктивных схем современных многовальных турбин авиационных ГТД используют в своем составе силовые стойки, которые входят в силовую схему двигателя и располагаются в межтурбинных переходных каналах (далее – МПК). Необходимость проведения трубопроводов масляной системы, системы суфлирования или системы охлаждения турбины через лопатки СА приводит к необходимости внедрения в состав соплового аппарата лопаток с увеличенной максимальной толщиной профиля и с увеличенной хордой (b) профиля за счет выноса вперед входной кромки без изменения области выхода из СА и его горла (рисунок 1).

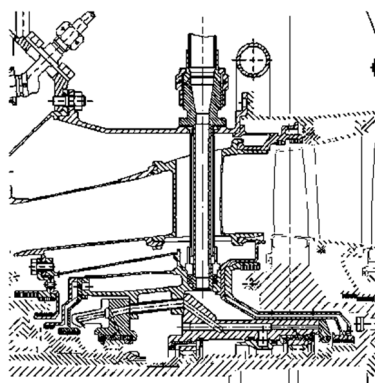


Рисунок 1 – Расположение трубопроводов в лопатках совмещенного стоечного узла на примере РД-600

Газодинамическая эффективность совмещенного соплового аппарата определялась по результатам трехмерного численного моделирования течения рабочего тела. Проведено сравнение пяти вариантов конструктивного облика спрофилированной совмещенной стойки и проанализировано влияния каждого типа на термогазодинамические параметры в межлопаточных каналах, проанализирована зависимость потерь от высоты смыкания вихря при различных конфигурациях стоечного узла.

Для расчетов использовалась кольцевая модель, в состав которой входят три спрофилированные совмещенные с лопаткой стойки и 10 лопаток соплового аппарата (рисунок 2). Результаты, представленные в данной статье, являются продолжением ранее

выполненных авторами исследований, опубликованных в статье [1]. Расчетная модель полностью соответствовала геометрии физической модели, используемой на кафедре «Авиационные двигатели» РГАТУ имени П. А. Соловьева [2].

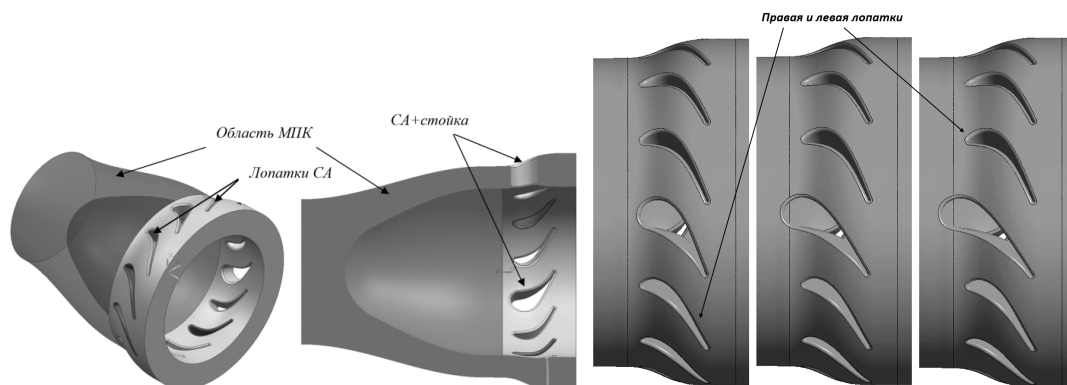


Рисунок 2 – Объект исследования

Сеткопостроитель – Ansys Meshing. Расчет и обработка результатов – Ansys CFX 19R3.

В качестве граничных условий на входе в расчетную модель задавались полные давление и температура, на выходе из модели задавалось статическое давление. В качестве рабочего тела задавался воздух. Расчеты выполнялись в стационарной постановке, а для замыкания системы уравнений Навье-Стокса использовалась модель турбулентности SST.

Проводилось исследование влияния осевого выноса входной кромки спрофилированной совмещенной стойки на распределение газодинамических параметров в межлопаточном канале (рисунок 2). Входная кромка выносилась вверх по потоку на величину от $0,25d_{вх}$ до $1d_{вх}$ соответственно ($d_{вх}$ – диаметр входной кромки лопатки совмещенной со стойкой).

Расчеты были остановлены при достижении дисбаланса по расходам менее 0,0005 %. Были сняты параметры для совмещенной стойки и для двух соседних (слева и справа) сопловых лопаток в трех сечениях, соответствующих $0,5h$, $0,25h$ и $0,12h$ (h – высота стойки). На рисунке 3 приведено распределение статического давления по профилю лопаток, а также его локальный минимум, находящийся на спинке правой (по потоку) лопатки.

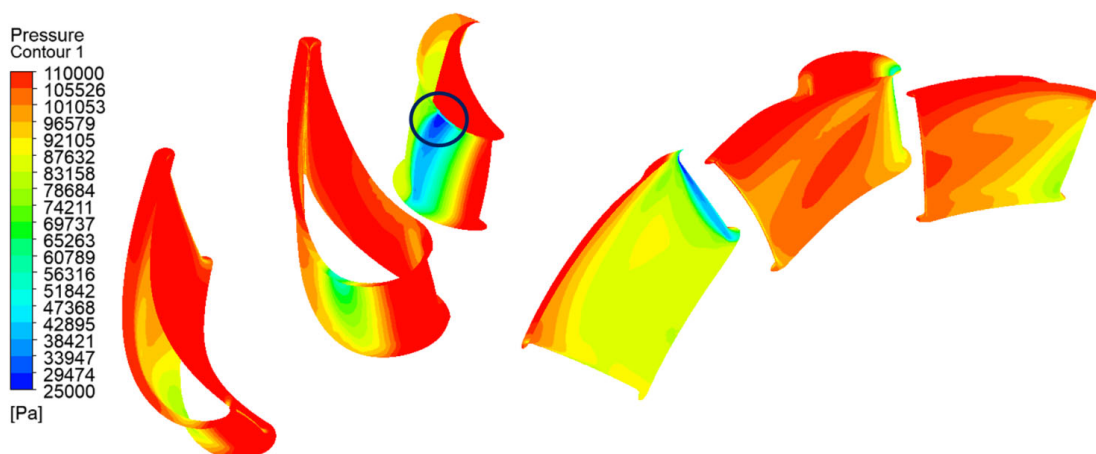


Рисунок 3 – Распределение статического давления по профилю лопаток с выносом на $1d_{вх}$

Распределение полного давления на выходе из решетки совмещенного соплового аппарата с максимальным выносом входной кромки вверх по потоку (рисунок 4) практически совпадает с распределением, представленным в статье [1] для лопаток с минимальным выносом входной кромки. При этом качественный характер распределения полного давления при выносе входной кромки совмещенной стойки соответствует современным представлениям

о вторичных течениях в лопаточном венце [3]. Изменение потерь кинетической энергии в межлопаточном канале будет определяться условиями развития и распространения канального вторичного вихря. Потери в межлопаточных каналах слева и справа от лопатки, совмещенной со стойкой, в соответствии с теорией вторичных течений оказались разными (рисунок 5).

С опорой на полученные результаты предлагается формула для определения газодинамической эффективности кольцевого соплового аппарата:

$$\zeta_{\kappa_{\Sigma}} = \frac{Z_{\text{Л}}}{Z_{\Sigma}} \left(1 - \left(\frac{\lambda_{\text{Д}_\text{Л}}}{\lambda_{\text{Т}_\text{Л}}} \right)^2 \right) + \frac{Z_{\text{П}}}{Z_{\Sigma}} \left(1 - \left(\frac{\lambda_{\text{Д}_\text{П}}}{\lambda_{\text{Т}_\text{П}}} \right)^2 \right) + \frac{Z_{\text{С}}}{Z_{\Sigma}} \left(1 - \left(\frac{\lambda_{\text{Д}_\text{С}}}{\lambda_{\text{Т}_\text{С}}} \right)^2 \right) + \frac{Z_{\text{Н}}}{Z_{\Sigma}} \left(1 - \left(\frac{\lambda_{\text{Д}_\text{Н}}}{\lambda_{\text{Т}_\text{Н}}} \right)^2 \right), \quad (1)$$

где Z – количество лопаток, шт; индексы л – левая лопатка; п – правя лопатка; с – силовая лопатка; н – невозмущенная лопатка; Σ – сумма (итог).

С помощью этой формулы можно сделать оценку газодинамической эффективности соплового аппарата с различным количеством внедренных в него силовых лопаток, а также определить зависимость газодинамической эффективности от высоты смыкания вторичных вихрей (рисунок 5).

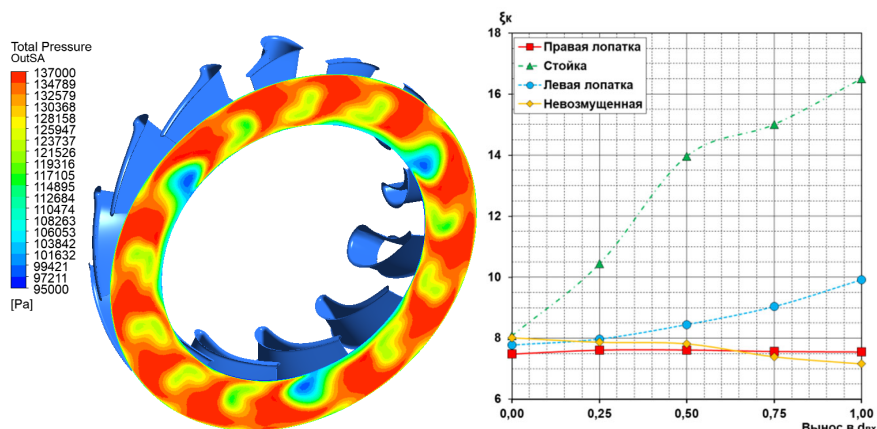


Рисунок 4 – Поле полного давления на выходе из решетки при выносе $1d_{\text{вх}}$ и зависимость потерь в решетке от величины выноса входной кромки стойки

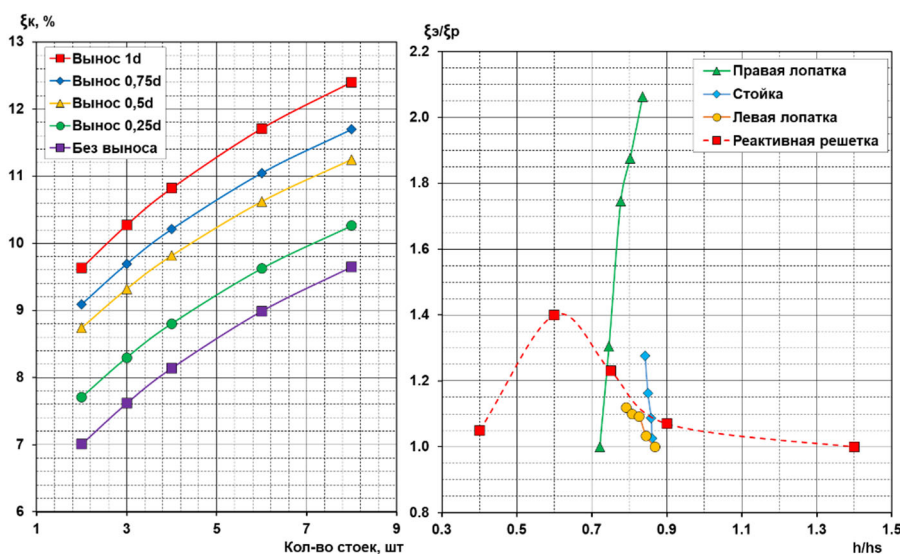


Рисунок 5 – Зависимость потерь по кольцевому каналу от количества стоек и зависимость газодинамической эффективности венца от высоты смыкания вторичных вихрей

Формула вычисления высоты смыкания вторичных вихрей, любезно предоставленная для этой статьи доцентом кафедры «Авиадвигатели» Владимиром Вячеславовичем Вятковым:

$$h_s = \sqrt{\frac{0,04}{2\pi} \sin(\alpha_1)} \left(\frac{t}{b}\right)^{0,55} \left(1 + \frac{d_1}{b}\right)^{1,5}, \quad (2)$$

где α_1 – угол выхода потока из СА; t – периодичность решетки; b – хорда лопатки; d – диаметр входной кромки лопатки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Соколов, И. А. Особенности распределения термогазодинамических параметров в межлопаточных каналах соплового аппарата ТНД, совмещенного со стоечным узлом / И. А. Соколов, А. Е. Ремизов // Вестник РГАТА имени П. А. Соловьёва. – 2024. – № 2(69). – С. 3–9.
2. Вятков, В. В. Исследование аэродинамически короткой кольцевой сопловой решетки с внедренными силовыми профилями / В. В. Вятков, А. М. Тоцаков, И. А. Ремизов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2022. – № 2. – С. 75–79.
3. Богомолов, Е. Н. Влияние вторичных течений на направление потока за турбинной решеткой / Е. Н. Богомолов, В. В. Вятков, И. А. Ремизов // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2003. – № 1. – С. 23–26.

УДК 62-977

Е. А. Шапорова, С. О. Стойко, Д. М. Кислюк

Белорусская государственная академия авиации

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЯЗКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВИЦИОННЫХ МАСЕЛ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ СМАЗОЧНОГО СЛОЯ

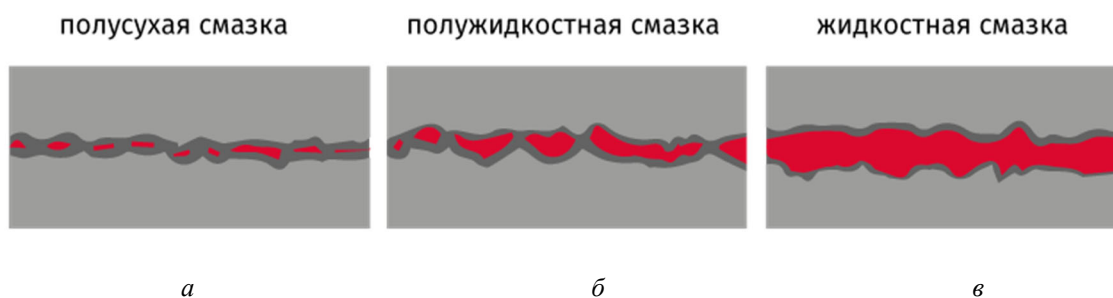
Трение в подшипнике качения является определяющим фактором теплообразования и, следовательно, его рабочей температуры. Величина трения зависит от нагрузки и некоторых других факторов, наиболее существенные из которых – рабочая частота вращения, рабочая температура, характеристики подшипника и количество смазочного материала. При эксплуатации подшипника происходит смазывание пятна контакта, при котором трущиеся поверхности разделены слоем смазочной жидкости, находящейся под давлением, которое уравнивает внешнюю нагрузку. Сопротивление перемещению трущихся тел определяется внутренним трением (вязкостью) жидкости. Сила трения не зависит от природы сопрягаемых тел. Слой жидкой смазки полностью разделяет сопряженные поверхности.

Чтобы обеспечить бесперебойную работу подшипников качения, при проектировании необходимо предусматривать выбор технологии смазки и смазочного материала. По данным статистического анализа всех случаев выхода подшипников качения из строя, большая доля причин (свыше 80 %) приходится на смазку. Главная задача смазки состоит в сокращении или предотвращении металлического контакта поверхностей качения и скольжения с целью минимизации трения и износа подшипника. Помимо изоляции металлических поверхностей, смазка выполняет такие функции, как: защита от коррозии, отвод тепла, удаление загрязнений из внутреннего пространства подшипника и уплотнение внутреннего пространства подшипника. Срок службы, износ и трение существенно зависят от состояния смазки. Для создания поддерживающей и разделительной смазочной пленки достаточно толщины смазочной пленки в несколько микрометров. В технологии подшипников качения различают три состояния смазки (полусухая смазка, полусухое трение (полужидкостная смазка) и жидкостная смазка).

Полусухая смазка характеризуется отсутствием смазочной пленки и металлическим контактом трущихся поверхностей, наблюдаемой при недостаточном количестве смазочного материала, недостаточной рабочей вязкости и нежелательных относительных смещений между металлическими поверхностями.

Жидкостная смазка характеризуется образованием смазочной пленкой, толщина которой достаточна для полной изоляции трущихся поверхностей.

Визуализация трех видов смазки представлена на рисунке 1.



a – полусухое трение характеризуемая $\lambda < 1$; *б* – полужидкостная смазка характеризуемая $1 < \lambda < 3$; *в* – жидкостная смазка характеризуемая $\lambda > 3$

Рисунок 1 – Виды состояний смазки

Эффективность смазочного материала главным образом определяется степенью разделения контактирующих поверхностей качения. Для образования соответствующей разделительной смазочной пленки смазочный материал должен обладать определенной минимальной вязкостью при достижении подшипником рабочей температуры. Ресурс подшипника может увеличиться при увеличении кинематической вязкости.

Более детальное рассмотрение процессов формирования и расчетов жидкостных трений в местах контактов тел приводится в гидродинамической теории смазки, основывающейся на дифференциальном уравнении Рейнольдса, связывающем давление в смазочном слое с его толщиной, вязкостью и скоростью относительного движения контактирующих тел.

Уравнение Рейнольдса применительно к круглоцилиндрическому стационарно или нестационарно нагруженному подшипнику имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial y} \right) = 6\eta v \frac{dh}{dx} + 12\eta \frac{dh}{dt}, \quad (1)$$

где $p = p(x, y)$ – давление в смазочном слое; x – координаты по касательной к внутренней поверхности расточки подшипника, y – координаты параллельно оси подшипника (движение по этой координате отсутствует); v – проекция скорости по оси x ; t – время; h – толщина смазочного слоя.

В общем виде уравнение Рейнольдса не интегрируется, но его можно упростить, допустив, что: валы имеют бесконечную длину (вследствие этого отсутствует течение жидкости по оси Y и оси строго параллельны (отсутствует девиация). Тогда уравнение приобретает вид

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) = 6\eta v \frac{dh}{dx}. \quad (2)$$

В интегральном виде это уравнение выглядит следующим образом:

$$\frac{dp}{dx} = 6\eta v \frac{h - h_0}{h^3}, \quad (3)$$

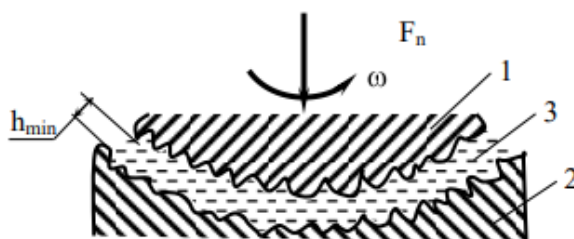
где h – текущая высота зазора; h_0 – постоянная интегрирования, в данном случае представляющая собой высоту зазора, при которой градиент давления по длине зазора $dp/dx = 0$ и $p = \max$.

Анализ уравнений показывает, что для возбуждения гидродинамического давления в слое жидкости необходимо, чтобы толщина этого слоя изменялась по направлению движения, уменьшаясь в сторону выхода из контакта. Иначе говоря, гидродинамическое давление в смазочном слое возбуждается при клинообразной форме зазора, получаемой вследствие не параллельности противоположащих поверхностей, образующих этот зазор, и зависит от вязкости жидкости при рабочей температуре и скорости относительного перемещения рабочих поверхностей. Решение уравнения Рейнольдса позволяет оценить минимальную толщину смазочного слоя h_{\min} . Затем по величине критерия λ следует оценить режим смазки. Чем больше величина λ , тем выше вероятность жидкостной смазки и меньше вероятность непосредственного контакта вершин неровностей поверхностей трения. При $\lambda > 3$ имеет место гидродинамический режим смазки (жидкостная смазка), при $\lambda < 1$ – граничная смазка (полусухое трение), при $1 < \lambda < 3$ – смешанная смазка (полужидкостная смазка). В ряде случаев показатель λ рассчитывается по формуле

$$\lambda = \frac{h_{\min}}{R_{z1} + R_{z2}}, \quad (4)$$

где R_{z1} и R_{z2} – соответствующие параметры R_z шероховатости контактирующих поверхностей.

Таким образом для определения характера контакта в подшипнике качения необходимо определить минимальную толщину смазочного слоя h_{\min} . Толщина смазочного слоя при жидкостном трении многократно превышает толщину граничной пленки. Необходимым условием существования жидкостного трения является разделение трущихся поверхностей слоем смазки h_{\min} , который воспринимает приложенную нормальную нагрузку (рисунок 2). В этом случае внешнее трение твердых тел заменяется внутренним трением слоев жидкости [1, 2].



1 – ролик; 2 – обойма; 3 – слой смазки

Рисунок 2 – Схема трибоснабжения с жидкостной смазкой

Несущая способность смазочного слоя зависит от его толщины, скорости скольжения и динамической вязкости жидкости. Минимальную толщину слоя, при которой сохраняются условия для гидродинамического трения, можно примерно оценить по формуле

$$h_{\min} = 0,57 \frac{\mu v d l}{F_n}, \quad (5)$$

где μ – динамическая вязкость жидкости; v – скорость скольжения $v = r \cdot \omega$; ω – угловая скорость; d – диаметр вала; l – длина вала, $l \gg d$; F_n – внешняя нагрузка.

Определение величины критерия λ для оценки режима смазки производится в соответствии с уравнением (4). Диаграмма изменения критерия λ от температуры представлена на рисунке 3. Полученные данные фактической минимальной несущей способности смазочного слоя для взлетного режима нагружения приведены на графике (рисунок 4), а также построен график (рисунок 5) динамической вязкости масел от температуры. На

графиках представлены переходные состояния критерия λ для гидродинамического режима смазки, полужидкостного режима смазки и полусухого режима смазки.

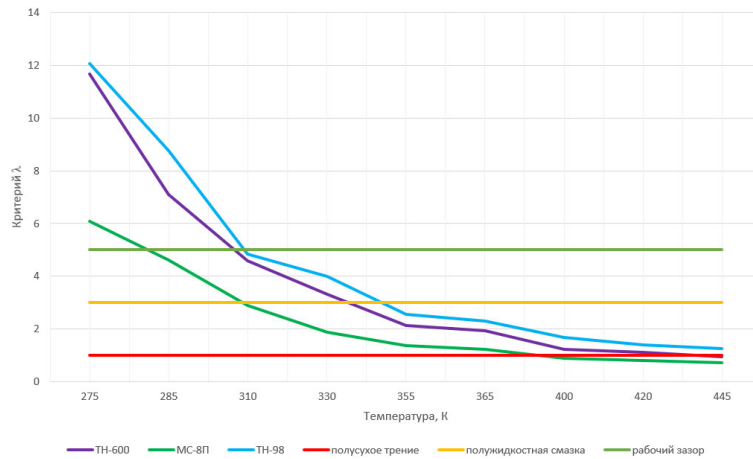


Рисунок 3 – График изменения критерия λ на взлетном режиме

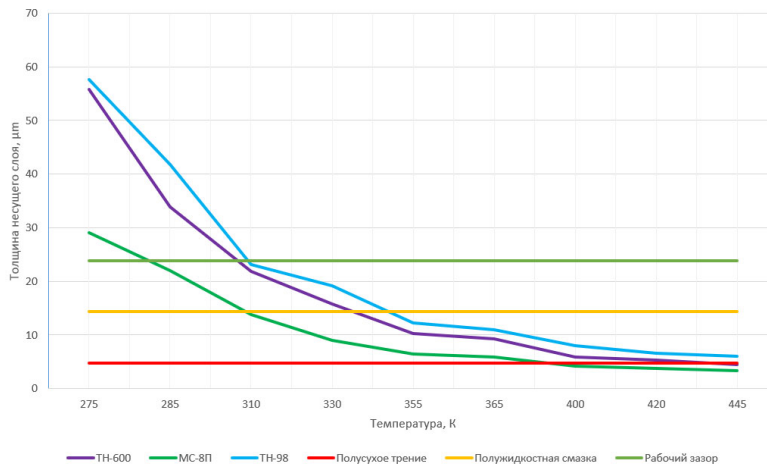


Рисунок 4 – График изменения значения несущей способности смазочного слоя на взлетном режиме

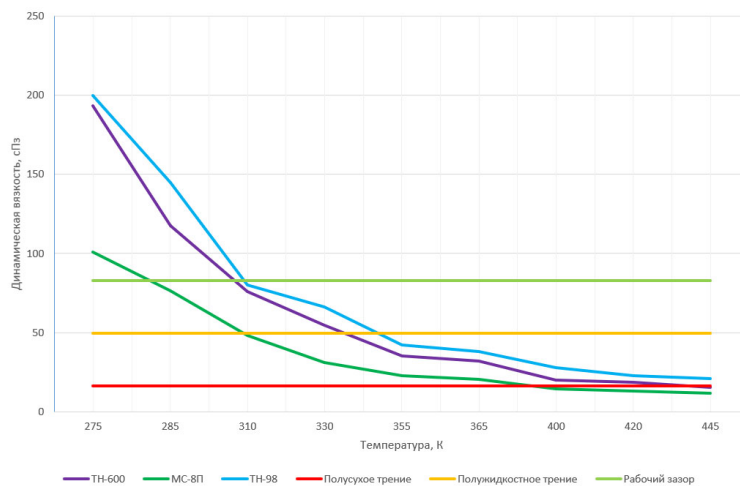


Рисунок 5 – График изменения значений динамической вязкости исследуемых масел от температуры на взлетном режиме

Рассмотренные количественные характеристики гидродинамического трения представляют собой упрощенный вариант, основанный на ряде допущений. В реальных условиях этот процесс более сложный, т. к. поверхности сопрягаемых тел имеют макро- и микрогеометрические отклонения от идеальной формы, существует торцевая утечка смазочного материала, вязкость смазки не является величиной постоянной, а изменяется по длине слоя в зависимости от температуры и давления.

Исходя из полученных диаграмм можно сделать вывод о том, что при повышении температуры авиационного масла снижается несущая способность слоя и для некоторых случаев происходит переход от гидродинамического режима смазки к смешанному, и в некоторых случаях к граничному. Из этого можно сделать вывод о том, что необходимо анализировать изменения контактных взаимодействий в подшипнике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доценко, А. И. Основы триботехники: учебник / А. И. Доценко, И. А. Буяновский. – М. : Инфра-М, 2014. – 280 с.
2. Основы трибологии (трение, износ, смазка) / под общ. ред. А. В. Чичинадзе. – М. : Машиностроение, 2001. – 320 с.
3. Экспериментальное обоснование математических зависимостей вязкостно-температурных характеристик авиационных масел / А. А. Шегидевич [и др.] // Авиационный вестник. – 2023. – № 8. – С. 38–48.

УДК 629.746.4-519

Я. А. Тараканов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ: ТЕХНОЛОГИИ И ВЫЗОВЫ

Будущее российской беспилотной авиации зависит от интеграции передовых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и системы автономного управления, а также от решения ключевых вызовов, включая правовое регулирование, безопасность данных и международную конкурентоспособность, что требует комплексного подхода к разработке и внедрению беспилотных систем в гражданской и военной сферах.

Развитие беспилотной авиации в России нацелено на создание новой отрасли экономики, которая будет активно развиваться до 2030 года и далее. Основные направления этой стратегии включают стимулирование спроса, разработку и производство беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА), развитие инфраструктуры, подготовку кадров и проведение исследований [1].

Ключевые направления стратегии

1. Стимулирование спроса: Важным аспектом является создание условий для увеличения потребности в отечественных БПЛА, что включает в себя поддержку со стороны государства и частного сектора.
2. Разработка и производство: Планы включают создание крупных производственных центров, которые будут заниматься не только сборкой, но и производством комплектующих для БПЛА. Это позволит снизить зависимость от импортных технологий и компонентов.
3. Инфраструктура: Развитие аэродромов, вертодромов и дронопортов необходимо для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотников. Это также включает в себя создание единой цифровой среды для управления воздушным движением.

4. Подготовка кадров: Важным элементом стратегии является подготовка специалистов в области беспилотной авиации через внедрение образовательных программ на всех уровнях образования.

5. Исследования и инновации: Необходимо проводить фундаментальные и прикладные исследования для разработки новых технологий, включая системы искусственного интеллекта для автономного управления БПЛА [2].

Технологические вызовы

Несмотря на амбициозные планы, российская беспилотная авиация сталкивается с рядом вызовов:

Импортозамещение: Необходимость замены импортных компонентов на отечественные требует значительных инвестиций и времени для разработки новых технологий.

Правовое регулирование: Отсутствие четкой правовой базы для эксплуатации БПЛА создает препятствия для их массового внедрения. Требуется упрощение процедур сертификации и допуска к полетам.

Инфраструктурные ограничения: Для успешного функционирования БПЛА необходимо создать гибридную сеть связи и цифровое пространство, что требует координации между различными государственными и частными структурами.

Кадровый дефицит: Нехватка квалифицированных специалистов может стать серьезным препятствием для реализации стратегии, поэтому важно активизировать работу по подготовке кадров.

Перспективы

По прогнозам, к 2035 году объем рынка беспилотников в России может превысить 1 миллион единиц. Наибольший потенциал применения БПЛА ожидается в таких отраслях, как сельское хозяйство, строительство, геопространственные данные и логистика. Реализация стратегии требует значительных финансовых вложений – десятки миллиардов рублей ежегодно на развитие технологий и инфраструктуры. Будущее российской беспилотной авиации зависит от успешной реализации стратегии развития, преодоления текущих вызовов и активного вовлечения как государственных, так и частных инвестиций в эту перспективную отрасль [3, 4].

Государственные и научные организации

1. Минпромторг России: Отвечает за поддержку отечественных разработчиков и производителей БПЛА, а также за создание единого реестра организаций, занимающихся этой деятельностью

2. Научно-производственные центры (далее – НПЦ): В рамках нацпроекта по развитию беспилотных авиационных систем планируется создание восьми НПЦ, которые обеспечат полный цикл от разработки до серийного производства

3. Технопарки: Например, Технопарк Санкт-Петербурга получил статус научно-производственного центра компетенций в области БПЛА

Частные компании

1. Концерн «Радиоэлектронные технологии» (далее – КРЭТ): Запустил производство электродвигателей для беспилотников, что является важным шагом в создании компонентов для БПЛА.

2. Компании-резиденты ТОР Росатома: Включают такие организации, как «Энергетические системы и компоненты», «МК-Полимер», «Центротех», которые активно участвуют в производстве комплектующих для БПЛА.

3. Другие компании: К числу участников рынка относятся «Финко», СТЦ, «Аэродин», «Ирбис Скай Тех», «Геоскан» и многие другие, которые разрабатывают и производят БПЛА для различных применений [5].

Инфраструктурные инициативы

- Кластеры по производству БПЛА: В Ростовской области создается кластер, который объединит отечественных производителей для локализации производства и поддержки компаний в выходе на рынок [6].

Таким образом, российская программа по развитию беспилотной авиации включает широкий спектр организаций, что позволяет обеспечить комплексный подход к разработке и производству БПЛА.

В заключение, будущее российской беспилотной авиации обещает быть динамичным и многообещающим, однако оно также сопряжено с рядом значительных вызовов. Технологические достижения в области искусственного интеллекта, сенсорных систем и связи открывают новые горизонты для разработки и внедрения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных сферах – от сельского хозяйства и логистики до обороны и мониторинга окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. От разработки до серийного производства: на Дону создадут научно-производственный центр беспилотников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://expertsouth.ru/articles/ot-razrabotki-do-seriynogo-proizvodstva-na-donu-sozdadut-nauchno-proizvodstvennyu-tsentri-besipilotnik/>. – Дата доступа: 06.11.2024.

2. Компании-резиденты «атомных» ТЕР и национальный проект «Беспилотные авиационные системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2024/02/26/142987>. – Дата доступа: 06.11.2024.

3. Производство БПЛА в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Производство_БПЛА_в_России. – Дата доступа: 06.11.2024.

4. Путин подписал закон о господдержке разработчиков и производителей беспилотников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vestnik-glonass.ru/news/vo_vlasti/putin-podpisal-zakon-o-gospodderzhke-razrabotchikov-i-proizvoditeley-besipilotnikov/. – Дата доступа: 06.11.2024.

5. Что будет способствовать развитию рынка гражданских беспилотников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/technology_and_media/16/10/2024/6707afcd9a794747343e4a71. – Дата доступа: 06.11.2024.

6. Какие отрасли в России переходят на беспилотники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/industries/news/651fc16d9a79476386445662>. – Дата доступа: 06.11.2024.

УДК 629.7:681.51

А. Г. Капустин, Д. И. Тарасик

Белорусская государственная академия авиации

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ АВИОНИКИ И МЕХАТРОНИКИ САМОЛЁТА MORE ELECTRIC AIRCRAFT

Переход к самолетам концепции *More electric aircraft* (МЕА) предполагает снижение массы бортовых систем и потребления топлива в авиации с целью уменьшения эксплуатационных расходов, выбросов углекислого газа в атмосферу [1]. Перевод существующих бортовых систем на электрические системы на самолетах МЕА позволит, по мнению специалистов, оптимизировать рационализацию источников энергии, заменяя традиционные механические и пневматические системы на электрические, что, в свою очередь, повысит надежность, оперативность обслуживания и доступность систем, и реализацию критерия топливной эффективности [1–3].

Проектирование систем авионики и мехатроники самолета МЭА требует внедрения новых технологий: разработка высокотемпературных полупроводников (обеспечит более высокую эффективность функционирования и надежность новых электрических систем);

оптимизации систем охлаждения; интеграции новых архитектур в бортовые системы. Внедрение новых технологий в производство МЕА обеспечат снижение массы и повышение надежности бортовых систем. Это, в свою очередь, приведет к снижению затрат на обслуживание и эксплуатацию воздушных судов типа МЕА [4, 5].

В работе отмечается, что разработка самолетов МЕА может значительно изменить подход к проектированию и эксплуатации бортовых систем и всего самолета в целом.

В работе рассмотрены основные ключевые моменты разработки самолетов МЕА [6]:

1. Рассматриваются новые требования к электрическим системам, включая необходимость повышения энергоэффективности и снижения массы. Отмечается, что даже незначительное снижение массы оборудования может привести к значительной экономии топлива и уменьшению выбросов CO₂ в атмосферу [7, 8].

2. Подчеркивается важность оптимального интегрированного проектирования бортовых электрических сетей, включая использование новых алгоритмов и методов для повышения эффективности систем на борту воздушного судна. Например, оптимизацию компонентов, таких как преобразователи и электрические фильтры [9].

3. Рассмотрены вопросы, с которыми сталкиваются исследователи и инженеры, при конструировании бортовых систем самолетов МЕА. В качестве одной из таких проблем можно выделить: необходимость повышения надежности электрических систем и их компонентов, а также увеличение удельной мощности систем и бортовой сети. Упомянуто, что для достижения этих целей требуется активное сотрудничество между промышленностью, научно-исследовательскими учреждениями и вузами.

Таким образом, значимость и перспективы самолетов МЕА подтверждаются следующими ключевыми аспектами [10]:

1. Самолеты МЕА способствуют снижению выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Снижение взлетной массы самолетов и оптимизация электрических систем могут привести к значительной экономии топлива и снижению эксплуатационных расходов.

3. Разработка самолетов МЕА стимулирует инновации в области электроники, энергетических систем и полупроводниковых материалов. Это включает в себя использование новых технологий (полупроводники на основе карбида кремния и нитрида галлия и др.).

4. Самолеты МЕА могут предложить улучшенные эксплуатационные характеристики, такие как, уменьшение шума при эксплуатации воздушного судна на земле и др. [11, 12].

5. Самолеты МЕА представляют собой важный шаг к устойчивому развитию авиации. Ожидается, что в будущем они будут играть ключевую роль в трансформации авиационной отрасли, включая внедрение гибридных и полностью электрических систем.

6. Самолеты МЕА обеспечивают практически оптимальную рационализацию источников энергии, заменяя традиционные механические и пневматические системы на электрические. Это повышает надежность, оперативность и доступность систем, так как сбои в электрических системах могут быть избирательно изолированы без отключения основных систем самолета.

Таким образом, разработка самолетов МЕА представляет важный шаг к устойчивому развитию авиации, их внедрение может значительно изменить подход к проектированию и эксплуатации воздушных судов [13].

В целом, в работе подчеркивается важность разработки и эксплуатации самолетов МЕА как ключевого элемента в трансформации авиационной отрасли, направленной на устойчивое развитие и инновации [13].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Morris, C. T. More Electric Aircraft: Review, Challenges, and Opportunities for Commercial Transport Aircraft Morris. / C. T., B. Sarlioglu // IEEE Transactions on Transportation Electrification. – 2015. – Vol. 1. – P. 54–64.

2. Christou, I., Choice of optimal voltage for more electric aircraft wiring systems. // I. Christou, A. Nelms, M. Husband. // IET Electr. Syst. Transp. – 2011. – Vol. 1. – № 1. – P. 24–30.
3. Areerak, K. Stability study for a hybrid AC-DC more-electric aircraft power system / K. Areerak, S. V. Bozhko, G. M. Ashe // IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. – 2012. – Vol. 48. – № 1. – P. 329–347.
4. Rosero, J. A., Moving towards a more electric aircraft. / J. A. Rosero // IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine. – 2007. – Vol. 22. – P. 3–9.
5. Hyder, A. K. Century of Aerospace Electrical Power Technology. / A. K. Hyder // Journal of Propulsion and Power. – 2003. – Vol. 19.
6. Emadi, K. Aircraft power systems: technology, state of the art, and future trends. / K. Emadi, M. Ehsani // IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine. – 2000. – Vol. 15. – P. 28–32.
7. Jia, Y. Induction Machine for More Electric Aircraft: Enabling New Electrical Power System Architectures / Y. Jia., K. Rajashekara // IEEE Electrification Magazine. – 2017. – Vol. 5. – P. 25–37.
8. Rosero, J. A. Romeral, Moving towards a more electric aircraft. / J. A. Rosero, E. Aldabas, L. Romeral // IEEE Aerospace Electron. Magazine. – 2007. – Vol. 22. – № 3. – P. 3–9.
9. Rubino, L. Buck-boost DC/DC converter for aeronautical applications. / L. Rubino, B. Guida, F. Liccardo, P. Marino, A. Cavallo // in Proc. IEEE ISIE Conf. – Italy. – 2010. – P. 2690–2695.
10. Wheeler, P. The more electric aircraft: Why aerospace needs power electronics. / P. Wheeler // in Proc. EPE Conf. – Spain. – 2009. – P. 6048–6077.
11. Osvald, G. Optimized 70 kW power inverter dedicated to future aircraft application. / R. De Maglie, G. Osvald, J. Engstler, A. Engler, J. P. Carayon // in Proc. EPE Conf. – Spain. – 2009. – P. 1–10.
12. Yoneyama T., Prognostics and health monitoring for an electro-hydraulic flight control actuator. / C. De Oliveira Bizarria and Yoneyama T // IEEE Aerospace. – 2009. – P. 1–13.
13. Couderc, M., PREMEP, a research project on electric motor optimization diagnostic and power electronic for aeronautic applications. / M. Couderc, Z. Obeid, N. Man Quan, J. Regnier, D. Malec, D. Mary and P. Maussion // Recent Advances on Aerospace Actuation Systems and Components. – 2010. – P. 127–132.

УДК 623.746.4-519

П. И. Тихонов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ: НОВАЯ ЭРА В АВИОНИКЕ

Беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА) – это не просто игрушки или военные инструменты. Они превратились в революционную технологию, которая стремительно меняет мир и оказывает глубокое влияние на множество отраслей. От военных действий до сельского хозяйства, доставки, мониторинга окружающей среды и даже исследования космоса, БПЛА становятся неотъемлемой частью нашей жизни, переписывая правила игры в самых разных сферах.

В этом всеобъемлющем докладе мы углубимся в мир БПЛА, исследуя их эволюцию, ключевые тенденции, возможности применения, а также проблемы и перспективы развития этой захватывающей области.

Эволюция БПЛА. История БПЛА уходит корнями в начало XX века, но именно в последние десятилетия они получили невероятное развитие благодаря прогрессу в области электроники, материалов, сенсорики, а также искусственного интеллекта.

Ранние этапы. Первые БПЛА были примитивными радиоуправляемыми самолетами, использовавшимися в основном для разведки.

В годы Второй мировой войны БПЛА стали более сложными, применялись для бомбардировки и доставки грузов.

После окончания войны развитие БПЛА замедлилось, но они продолжали использоваться в исследованиях и разработке новых технологий.

Современный прорыв. В 1990-е годы наметился значительный прорыв в развитии БПЛА, связанный с появлением новейших электронных компонентов, более мощных двигателей и совершенных систем управления.

БПЛА стали более компактными, маневренными, способными непрерывно летать в течение нескольких часов, неся на себе современную сенсорную [1].

Ключевые тенденции в развитии БПЛА.

1. Повышение автономности.

Искусственный интеллект (далее – ИИ) как мозг БПЛА: ИИ становится неотъемлемой частью современных БПЛА, обеспечивая им возможность принимать самостоятельные решения в сложных условиях, ориентироваться на местности, планировать маршруты и даже адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды.

Усовершенствованные системы предотвращения столкновений: БПЛА оснащаются более совершенными системами, которые не только предотвращают столкновения с препятствиями и другими летательными аппаратами, но и прогнозируют потенциальные опасности и принимают упреждающие меры.

Умные батареи: Разрабатываются батареи с более высокой емкостью, более быстрой зарядкой и улучшенным управлением энергопотреблением, что позволяет БПЛА летать дольше и выполнять более сложные миссии.

2. Разнообразие Платформ.

Миниатюризация: Появляются мини-БПЛА, способные проникать в труднодоступные места и выполнять задачи, не доступные для более крупных беспилотников.

Гибридные БПЛА: Сочетание традиционных самолетов и БПЛА, обеспечивает сочетание дальности полета, грузоподъемности и маневренности, что делает их привлекательными для различных отраслей.

Рои БПЛА: Группы БПЛА, координируя свои действия, могут выполнять сложные задачи, например, создание 3D-моделей местности или поиск и спасение.

3. Датчики и Сенсорика.

Мультиспектральная съемка: БПЛА оснащаются камерами, способными регистрировать свет в различных диапазонах спектра, что позволяет им получать более подробную информацию о местности и объектах.

Лидары следующего поколения: Более точные и мощные лидары позволяют БПЛА создавать более детальные 3D-модели местности, улучшая их возможности для картографирования, инспекции и планирования.

Комбинированные сенсоры: Сочетание различных сенсорных систем, таких как камеры, лидары, радары и тепловизоры, позволяет БПЛА получать более полную и точную информацию о своей окружающей среде.

4. Применение БПЛА.

Доставка: БПЛА все больше используются для доставки товаров, медицинских препаратов, а также для перевозки грузов в трудных условиях.

Сельское хозяйство: БПЛА все больше используются в сельском хозяйстве для мониторинга состояния полей, выявления болезней растений, оптимизации орошения и урожая.

Инспекция инфраструктуры: БПЛА все больше используются для инспекции мостов, трубопроводов, электросетей и других объектов, что позволяет обнаруживать дефекты и снижать риск аварий.

Спасательные операции: БПЛА все больше используются для поиска и спасения людей в трудных условиях, включая землетрясения, пожары и другие стихийные бедствия.

Охрана правопорядка: БПЛА все больше используются для мониторинга территорий, патрулирования границ, а также для обеспечения безопасности общественных мероприятий.

Научные исследования: БПЛА все больше используются для проведения научных исследований, таких как изучение климатических изменений, мониторинг состояния окружающей среды, а также для исследования труднодоступных мест.

5. Безопасность и Регулирование.

Безопасность полетов: Разрабатываются новые системы предотвращения столкновений, а также технологии идентификации БПЛА, чтобы обеспечить безопасность и регулировать их движение в воздушном пространстве.

Кибербезопасность: БПЛА будут снабжаться более устойчивыми к хакерским атакам системами, что позволит защитить их от несанкционированного доступа и контроля.

Законодательная база. Правительства по всему миру продолжают развивать законодательство, регулирующее использование БПЛА, что позволит создать безопасные и эффективные условия для их применения.

Перспективы развития БПЛА. Дальнейшее повышение автономности: БПЛА будут еще более самостоятельными, способными выполнять задачи без постоянного управления человеком.

Совершенствование сенсорики: БПЛА будут оснащаться еще более совершенными датчиками, что позволит им получать более точную и детальную информацию о своей окружающей среде.

Расширение сферы применения: БПЛА будут использоваться в все большем числе отраслей, от строительства и энергетики до здравоохранения и туризма [2].

Интеграция БПЛА в воздушное пространство: БПЛА будут более тесно интегрированы в воздушное пространство, что потребует разработки новых правил и стандартов для их безопасного движения.

В завершении хотелось бы сказать, что беспилотные летательные аппараты – это технология, которая трансформирует мир и открывает новые горизонты. Их потенциал огромен, и в будущем они будут играть еще более важную роль в нашей жизни. Однако важно помнить о необходимости развития безопасных и ответственных технологий и правовых норм, чтобы обеспечить безопасность и эффективное использование БПЛА для всех.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Варламов, А. С. Перспективы развития систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами / А. С. Варламов, А. В. Седых, Д. С. Бачурин. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 47 (494). – С. 25–27. – URL: <https://moluch.ru/archive/494/108015/> (дата обращения: 14.11.2024).

2. Варламов, А. С. Обобщенный анализ существующих тенденций и достижений в области перспектив развития систем и средств беспилотных летательных аппаратов / А. С. Варламов, А. В. Седых, Д. С. Бачурин. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 47 (494). – С. 27–31. – URL: <https://moluch.ru/archive/494/108115/> (дата обращения: 14.11.2024).

УДК 629.7

Д. Е. Шельпяков

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АВИАЦИИ РОССИИ НА 2024 ГОД

Авиационная отрасль России всегда имела особое значение для национальной экономики и инфраструктуры. Широкие территории, разнообразные климатические условия и географическое расположение требуют постоянного обновления и адаптации авиационных технологий. В 2024 году российская авиация сталкивается с новыми вызовами и открывает перспективы, которые могут изменить способы транспортировки людей, грузов и ресурсов.

Ключевые тенденции в авиации России на 2024 год

1. Цифровизация и новые технологии.

Одним из основных трендов в развитии авионики является цифровизация летательных аппаратов, которая предполагает передачу ряда функций экипажа электронным системам. Современные цифровые технологии становятся приоритетными для авионики. Некоторые из них позволяют самолетам обмениваться данными в реальном времени, а другие – собирать и анализировать информацию о работе бортовых систем и внешней среде. Развиваются также системы навигации и управления, что повышает безопасность полетов. Интеграция искусственного интеллекта меняет подход к авионике: новые предиктивные аналитические системы с использованием ИИ могут предсказывать потенциальные неисправности оборудования, что способствует повышению безопасности и снижению затрат на обслуживание. Искусственный интеллект также помогает улучшить прогнозирование погоды, что критически важно на этапе подготовки к полетам.

2. Экологическая повестка.

Глобальные изменения климата ставят перед российской авиацией задачу по сокращению углеродного следа. В 2024 году в России активизируются усилия по внедрению экологически чистых технологий в авиационной сфере. Это включает не только использование более эффективных двигателей и топлива, но и разработку новых типов воздушных судов, таких как дирижабли нового поколения, которые могут стать экологически чистой альтернативой традиционным самолетам.

3. Инфраструктурное развитие.

Модернизация аэропортов и развитие авиационной инфраструктуры остаются приоритетными направлениями для авиации в 2024 году. Строительство новых аэропортов и обновление существующих объектов помогут расширить географию полетов и повысить доступность удаленных регионов России. Это особенно актуально для северных и восточных территорий страны, где авиация является единственным надежным способом транспортировки.

4. Импортозамещение.

В условиях геополитических санкций российская авиация ускорила программы импортозамещения. Разработка отечественных самолетов, вертолетов и других технологий стала важной задачей для государства и бизнеса. В 2024 году ожидается выход на рынок новых моделей российских самолетов, которые смогут конкурировать с зарубежными аналогами как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

5. Развитие малой авиации.

Малая авиация, играющая ключевую роль в перевозке грузов и пассажиров в удаленные регионы России, получает новый импульс развития в 2024 году. Государственные программы поддержки малой авиации, субсидии на приобретение оборудования и обучение пилотов способствуют росту этого сектора. Дирижабли нового поколения также могут стать важным инструментом для малой авиации, особенно в труднодоступных районах, где использование традиционных самолетов оказывается экономически нецелесообразным.

Новые технологии: дирижабли нового поколения

Дирижабли нового поколения – это инновационная технология, которая может изменить подход к транспортировке и логистике в авиации. В 2024 году они становятся одной из наиболее обсуждаемых тем в авиационном сообществе. Эти воздушные суда обладают рядом преимуществ перед традиционными самолетами и вертолетами:

- Экономичность: Дирижабли требуют меньше топлива и технического обслуживания, что делает их идеальными для долгосрочных полетов и работы в удаленных регионах.

- Экологичность: В условиях растущего внимания к проблемам экологии дирижабли, работающие на экологически чистом топливе, становятся привлекательной альтернативой для грузоперевозок и пассажирского транспорта.

- Многофункциональность: Дирижабли могут использоваться для перевозки больших объемов грузов, пассажиров, а также для выполнения специальных миссий, таких как тушение лесных пожаров, разведка природных ресурсов и установка коммуникационных линий.

Заключение

В 2024 году российская авиация сталкивается с множеством новых вызовов и возможностей, которые могут значительно изменить ее облик. Ключевые тренды, такие как цифровизация и внедрение искусственного интеллекта, акцент на экологическую устойчивость, модернизация инфраструктуры, программы импортозамещения и развитие малой авиации, создают основу для инновационного развития отрасли. Эти изменения не только повысят безопасность и эффективность воздушных перевозок, но и обеспечат доступность удаленных регионов, что особенно важно для России. В результате российская авиация имеет потенциал не только адаптироваться к текущим условиям, но и занять лидирующие позиции в глобальной авиационной индустрии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авиация в России 2024: Новые вызовы и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Zu1uJRjX7niXvHWf>. – Дата доступа: 13.11.2024.

2. Смогут ли самолеты летать без второго пилота: цифровые технологии в авионике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mai.ru/press/news/detail.php?ID=183188>. – Дата доступа: 13.11.2024.

УДК 658.2

С. Ф. Шикуть, В. Л. Николаенко

Белорусская государственная академия авиации

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

Коробка переключения передач является неотъемлемой частью любого автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Назначение коробки передач – это передача и преобразование крутящего момента с двигателя на колеса, а также осуществление отбора мощности на приводы других агрегатов и дополнительного оборудования. Этот процесс позволяет обеспечить оптимальную силу тяги и скорость движения автомобиля, а также движение задним ходом. Более того коробка помогает разъединять коленчатый вал двигателя от ведущих колес, что обеспечивает холостой ход автомобиля или его полную остановку.

История создания уходит более чем на сто лет назад, а изобретение принадлежит Карлу Бенцу. Конструктивно, устройство первой коробки было примитивным и крайне простым. Механизм коробки был реализован из пары шкивов разного диаметра, которые были расположены на ведущем валу, шкивы соединялись с валом двигателя при помощи ремня. В зависимости от условий движения ремень при помощи специально предусмотренного рычага

переставлялся с одного шкива на другой. Это позволяло изменять крутящий момент, передающийся на ведущие колеса. Такой простой механизм нашел применение и в современном мире, передачи на велосипедах переключаются по тому же принципу.

Современные механические коробки значительно дальше шагнули от такого механизма. Конструктивно коробка состоит из набора шестерен, а изменение передаточного осуществляется путем введения шестерен в зацепление при помощи рычага.

Мы разработали так же новую схему для коробки передач. Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности к коробкам передач, используемым на самоходных машинах типа тракторов и аналогичных транспортных средств. Цель изобретения – расширение функциональных возможностей путем обеспечения реверсирования направления движения транспортного средства. Блокировочное устройство выполнено в виде стержня 26, установленного между ползунами 27, 28 для взаимодействия концами 29, 30 с лункой 31 ползуна 27 муфты 19 в позиции ее связи с входным валом 1 и с лункой 32 ползуна 28 основного распределителя 12 в его допустимых позициях. Основной 12 и дополнительный 23 распределители связаны посредством одного рычага 33. перемещения которого ограничены кулисой 34 с I-образной прорезью 35, образованной продольными 36, 37 и поперечной 38, составляющими. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к транспортному машиностроению, в частности к коробкам передач, используемых на самоходных машинах типа тракторов и аналогичных транспортных средств.

Цель изобретения состоит в расширении функциональных возможностей путем обеспечения реверсирования направления движения транспортного средства.

Сущность предложенного решения иллюстрируется приведенной схемой (рисунок 1).

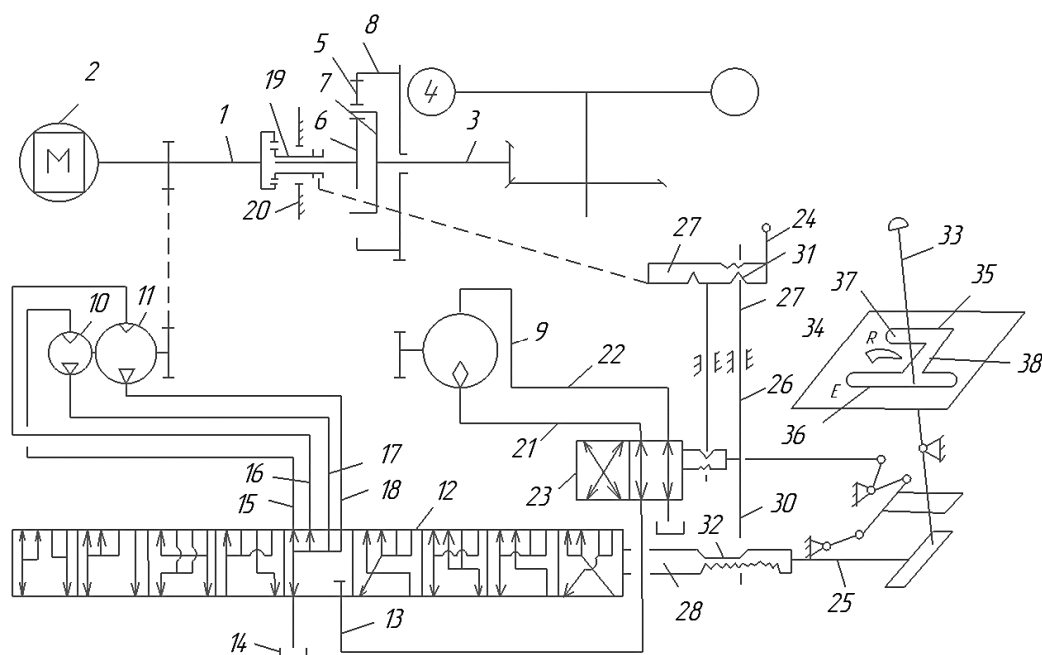


Рисунок 1 – Коробка передач транспортного средства

Коробка передач транспортного средства содержит входной вал 1, связанный с двигателем 2, выходной вал 3, связанный с двигателем 4, дифференциальный механизм 5 с входным звеном 6, например солнечной шестерней, выходным звеном 7, например водилом, связанным с выходным валом 3, и промежуточным звеном 8, например коронной шестерней, три гидромашин 9–11, первая 9 из которых связана с промежуточным звеном 8 дифференциального механизма 5, а вторая 10 и третья 11 – с входным валом 1, и девятипозиционный шестилинейный распределитель 12, установленный между магистралью 13 и гидробаком 14 с одной стороны и магистралями 15–18 второй 10 и третьей 11

гидромашин с другой. Входное звено 6 дифференциального механизма 5 снабжено муфтой 19 для его связи с входным валом 1 или корпусом 20, в магистралях 21, 22 первой гидромашин 9 установлен дополнительный двухпозиционный распределитель 23 для прямого или обратного соединения названных магистралей, а механизмы 24, 25 управления муфты 19 и распределителя снабжены блокировочным устройством взаимного ограничения перемещений. Блокировочное устройство взаимного ограничения перемещений механизмов 24, 25 управления муфты 19 и распределителя 12, выполнено например, в виде стержня 26, установленного между ползунами 27, 28 для взаимодействия концами 29, 30 с лункой 31 ползуна 27 муфты 19 в позиции ее связи с входным валом 1 и с лункой 32 ползуна 28 основного распределителя 12 в его допустимых позициях. Возможно и другое выполнение рассматриваемого блокировочного устройства. Целесообразно основной 12 и дополнительный 23 распределители связать посредством одного рычага 33, перемещения которого ограничены кулисой 34 с I-образной прорезью 35 (для данного случая зеркально), образованной продольными 36, 37 и поперечной 38 составляющими.

Предлагаемая коробка передач транспортного средства работает в двух диапазонах регулирования скорости.

Для обеспечения первого (повышенного) диапазона входное звено 6 дифференциального механизма 5 муфтой 19 связывается с входным валом 1 (показано на схеме).

И для обеспечения второго (реверсируемого) диапазона входное звено 6 дифференциального механизма 5 муфтой 19 связывается с корпусом 20. Конец 29 стержня 26 при этом выходит из лунки 31, и за счет взаимодействия конца 30 стержня 26 с лункой 32 обеспечивается возможность включения только части позиций распределителя 12, характеризующихся отключением гидромашин 10, 11 от гидромашин 9 или подачей от них в гидромашину 9.

Таким образом, снабжение входного звена дифференциального механизма коробки передач двухпозиционной муфтой с механизмом управления, установление в магистралях первой гидромашин дополнительного двухпозиционного распределителя для прямого и обратного соединений этих магистралей, причем снабжение механизмов управления упомянутой муфтой и основным распределителем блокировочным устройством взаимного ограничения перемещений, обеспечивает расширение функциональных возможностей коробки передач путем обеспечения реверсирования направления движения транспортного средства.

Формула изобретения

1. Коробка передач транспортного средства по авт.св. № 1618680, отличающаяся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей путем обеспечения реверсирования направления движения транспортного средства, входное звено дифференциального механизма снабжено двухпозиционной муфтой с механизмом управления, а в магистралях первой гидромашин установлен дополнительный двухпозиционный распределитель для прямого и обратного соединений этих магистралей, причем механизмы управления муфтой и основным распределителем снабжены блокировочным устройством взаимного ограничения перемещений.

2. Коробка передач по п.1, отличающаяся тем, что блокировочное устройство взаимного ограничения перемещений механизмов управления двухпозиционной муфтой и основным распределителем включает стержень, установленный между ползунами двухпозиционной муфты и основного распределителя с возможностью взаимодействия с лункой, выполненной в ползуне муфты, в позиции ее связи с входным валом, и лункой, выполненной в ползуне основного распределителя, в его допустимых позициях.

3. Коробка передач по п.1, отличающаяся тем, что она снабжена механизмом связи основного и дополнительного распределителей, включающим рычаг, связанный с ползунами распределителей и установленный в ограничительной кулисе с I-образной прорезью


Ключевым элементом является двухпозиционная муфта с механизмом управления на входном звене дифференциального механизма, а также дополнительный двухпозиционный распределитель в магистралях первой гидромашин. Эти элементы обеспечивают как прямое, так и обратное соединение магистралей, реализуя реверс.

Важным моментом является блокировочное устройство взаимного ограничения перемещений механизмов управления муфтой и основным распределителем, что обеспечивает безопасную и надежную работу системы.


В целом, данная конструкция представляет собой инновационное решение, позволяющее расширить функциональные возможности коробки передач и обеспечить удобство управления транспортным средством.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Передерий, В. П. Устройство автомобиля: учебное пособие / В. П. Передерий. – М. : ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. – 288 с. – (Профессиональное образование).
2. Савич, Е. Л. Устройство автомобилей: учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск: РИПО, 2018. – 448 с.: ил.
3. Селифонов, В. В. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей : учебник для нач. проф. образования / В. В. Селифонов, М. К. Бирюков. – 7-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с.



СЕКЦИЯ 2.
РОЛЬ И МЕСТО БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ
КОМПЛЕКСОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ



УДК 528.827

Н. А. Александров

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

РОЛЬ И РАЗВИТИЕ БАК (БПЛА) В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Беспилотные авиационные комплексы (БАК или же БПЛА) представляют собой важный аспект современного-технического прогресса. Они находят применение в различных сферах и продолжают развиваться на фоне новых технологий и потребностей общества. Их роль в обеспечении безопасности, мониторинге и оптимизации процессов невозможно переоценить.

В 1917 году в США был создан первый БПЛА, что открывало большие перспективы для таких аппаратов. Сегодня БПЛА считаются важным достижением в авиации и применяются не только в военной сфере, но и в сельском хозяйстве и логистике. Они облегчают жизнь, находя применение от почтовой доставки до промышленного использования. История БПЛА началась в начале 20 века. Первые эксперименты проводились в США, и первый беспилотник – Kettering Bug – был создан Арчибальдом Маклишем во время Первой мировой войны. Этот аппарат использовался для бомбардировки. К концу войны авиация стала важной частью военных сил. Развитие радиотехнологий способствовало успехам БПЛА. В 1924 году гидросамолет Curtiss F-5L совершил первый радиоуправляемый полет. В 1935 году в Великобритании был создан самолет-мишень De Havilland DH82B для тренировки зенитной артиллерии. Во время Второй мировой войны активизировались системы телеуправления, включая управляемые бомбы и беспилотные летательные аппараты, такие как ракету Фау-1. После войны США активно инвестировали в перспективные проекты БПЛА, например, Curtiss-Wright VZ-7, предназначенный для разведки. Современные БПЛА, такие как MQ-1 Predator, используются в военных операциях, сочетая функции разведки и ударной способности. БПЛА позволяют оператору находиться за многие тысячи километров от самого аппарата. Они используются не только в военной сфере, но и для доставки грузов в Арабских Эмиратах, в земледелии и для обучения молодежи. По мнению автора, применение БПЛА безгранично. Технологии необходимы для улучшения жизни людей. Молодежь может внести свой вклад в развитие беспилотных аппаратов различных направлений.

Самолетный тип БПЛА (с неподвижным крылом)

БПЛА самолетного типа оснащен несущими крыльями, которые обеспечивают подъемную силу и полет. Управляются дистанционно или компьютером. Наиболее функциональным считают БПЛА с «монокрылом». Самолетный БПЛА может совершать долгий полет на большие расстояния, а также обладает высокой скоростью относительно других беспилотников. Такие дроны недорогие и простые в обслуживании и ремонте. Обычно они летают по запланированной программе: маршрут, цель полета, настройка датчиков. После завершения задачи БПЛА самолетного типа возвращается на точку старта или по заданному маршруту. Однако самолетному типу дронов необходимо специально оборудованное место взлета и посадки.

БПЛА вертолетного типа

Однороторные (коптерного) типа Однороторные дроны по своей конструкции напоминают вертолеты. БПЛА этого типа оснащен 1-им большим ведущим винтом, а иногда еще 1-им – на хвосте (контроль траектории полета). Коптер эффективнее квадрокоптера за счет продолжительного времени полета и работы на двигателях внутреннего сгорания. Беспилотные вертолеты могут летать практически с любым двигателем. Вместе с этим они имеют более сложную конструкцию, большую энергозатратность, высокую стоимость по сравнению с мультироторными БПЛА.

Мультироторные (квадрокоптерного) типа

Мультироторные (мультикоптерные) дроны – это летающие платформы с тремя и более бесколлекторными двигателями с пропеллерами. Во время полета находятся в горизонтальном положении и могут зависать в любой момент, перемещаются по всем направлениям и поворачиваются вокруг своей оси. Все движения в воздухе совершаются за счет изменения тяги на каждом моторе. Мультироторные дроны просты в управлении, имеют высокую точность позиционирования и относительно недорогие. Среди недостатков низкая скорость, большая трата энергии, ограничения по радиусу работы, малые грузоподъемность, время полета.

БПЛА смешанного типа (гибриды) Гибридные БПЛА сочетают в себе функции и характеристики самолетного и мультироторного типа дронов. Поворотные (или фиксированные) винты во время взлета и посадки действуют как подъемные, а во время обычного полета – как тянущие. В преимущества входят вертикальный взлет за счет дополнительных двигателей, высокая скорость, маневренность, удачное соотношение взлетной массы и полезной нагрузки, экономия энергоресурсов мотора. Среди недостатков трудное обслуживание и ремонт, зависимость от погоды, высокая стоимость.

Аэростатический тип БПЛА (аэростаты)

Аэростаты взлетают за счет заполненного газом или нагретым воздухом баллона. В основном представляют собой непилотируемые дирижабли – симбиоз аэростата и винта с электрическим двигателем. Находятся в небе и перемещаются за счет системы управления ориентацией. Преимуществами являются продолжительность полета в течение нескольких дней или недель и большая грузоподъемность. Однако у аэростатов есть ограничения в маневренности и скорости, на них значительно влияют погодные условия. Помимо этого, БПЛА аэростатического типа обладают большими размерами и массой.

Сегодня БАК находят применение в следующих областях:

Военное дело:

- Разведка и наблюдение;
- Ударные операции на удаленных объектах;
- Поддержка наземных войск с помощью аэрофотосъемки.

Сельское хозяйство:

- Агрономические исследования и мониторинг состояния посевов;
- Обработка полей с использованием агродронов для опрыскивания.

Логистика и доставка:

- Доставка небольших грузов и медикаментов, особенно в труднодоступные места.

Геодезия и картография:

- Создание высокоточных карт и 3D-моделей местности.

Мониторинг окружающей среды:

- Наблюдение за загрязнением, лесными пожарами и изменениями в экосистемах.

Спасательные операции:

- Обзор труднодоступных территорий и координация поисковых операций.

Развлечения и образование:

- Проведение мероприятий, как «Авиагонки», и обучение управления дронами.

Инфраструктура:

- Осмотр и инспекция мостов, линий электропередач и трубопроводов.

Эти области показывают потенциал БПЛА, который продолжает расти с развитием технологий.

Плюсы и минусы использования БАК

Плюсы:

- Снижение рисков для человеческой жизни.
- Экономия времени и ресурсов.
- Повышение точности данных и быстрота выполнения задач.

Минусы:

- Этические и правовые вопросы (например, в области конфиденциальности и контроля).

- Возможные угрозы безопасности (например, в случае хакерских атак).

Перспективы развития

Расширение применения: БАК могут использоваться в различных сферах, таких как сельское хозяйство, мониторинг окружающей среды, доставка грузов и медицинские услуги.

Технологические инновации: Развитие технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, позволит улучшить автономность и эффективность БАК.

Улучшение безопасности: Системы управления и навигации становятся более надежными, что снижает риски аварий и инцидентов.

Интеграция с другими транспортными системами: БАК могут стать частью более широкой транспортной инфраструктуры, включая совместное использование с пилотируемыми летательными аппаратами.

Регулирование и стандартизация: С развитием законодательства и стандартов для БАК, их использование станет более безопасным и предсказуемым.

Экономическая эффективность: Снижение затрат на эксплуатацию и возможность выполнения задач, которые ранее были невозможны, делают БАК привлекательными для бизнеса.

Роль беспилотных авиационных комплексов на современном этапе нельзя недооценивать. Они не только меняют подходы к выполнению различных задач, но и становятся важным инструментом в развитии науки и техники. С их развитием открываются новые возможности, что способствует дальнейшему прогрессу в разных областях жизни общества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Agroinvestor.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/41748-drony-na-pauze-cto-meshaet-razvitiyu-otechestvennogo-rynka-bpla>. – Дата доступа: 10.11.2024.

2. Беспилотный летательный аппарат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 10.11.2024.

3. БПЛА: классификация, типы, сферы применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3mx.ru/articles/bpla-konstruktsiya-tipy-sfery-primeneniya>. – Дата доступа: 10.11.2024.

УДК 629.7

И. П. Аниськов, А. А. Щавлев, П. И. Савелов, И. С. Маркова

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЕСПИЛОТНОГО АВИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Разработка многофункционального беспилотного авиационного комплекса для мониторинга состояния линий электропередач (далее – ЛЭП), являющегося одним из обязательных мероприятий, которые проводят предприятия среди энергосистем Республики Беларусь, в целях поддержания бесперебойности работы энергосистемы в целом актуальна для энергосистем Республики Беларусь. Согласно опыту эксплуатации ЛЭП, доля аварийных отключений воздушных и кабельных линий по неизвестным причинам, может достигать более 50 % от всех отключений [1].

Низкая эффективность осмотров линий ЛЭП, проводимых линейными обходчиками-электромонтерами, обусловлена преимущественно субъективизмом в диагностике специалистов. Верховые осмотры не всегда безопасны для персонала. Для проверки состояния в труднодоступных местах можно использовать беспилотные летательные аппараты

коптерного типа, но их малая дальность полета иногда делает это экономически нецелесообразным.

Использование беспилотных авиационных комплексов (далее – БАК) на основе вертикального взлета и посадки (далее – VTOL) для осмотра высоковольтных линий (далее – ВЛ) является самым инновационным решением. БЛА VTOL взлетают как вертолеты, благодаря пропеллерам, установленным по горизонтали, и затем перемещаются как самолеты, используя вертикальный винт. Эти аппараты имеют преимущество перед мультироторными БЛА, так как не требуют взлетно-посадочной полосы или пусковой катапульты для взлета, парашюта для посадки, и имеют длительное полетное время (до 6 часов).

Основные задачи, решаемые с использованием БАК на основе БЛА вертикального взлета и посадки для мониторинга состояния линий электропередач [2]:

- оценка состояния трассы ВЛ в части наличия древесно-кустарниковой растительности и явных дефектов;
 - поиск повреждения на ВЛ, проходящих по труднодоступной местности и на протяженных линиях;
 - общая оценка последствий прохождения неблагоприятных погодных явлений при массовых отключениях;
 - составление ортофотоплана, цифровой (3D) модели местности и расположения ЛЭП.
- БЛА VTOL незаменимы при решении других задач обследования ЛЭП [3]:

1. Благодаря оперативному созданию ортофотоплана ЛЭП с использованием снимков, можно достоверно воссоздать особенности земной поверхности и создать подробный ортофотоплан. Применение высокотехнологичного оборудования позволяет точно отобразить рельеф местности.

2. Обследование существующих сетей ЛЭП проводится с использованием аэрофотоснимков, сделанных БЛА. Это помогает выявить высокие деревья и кустарники, которые могут представлять опасность для ЛЭП. Цифровая съемка и программная обработка данных позволяют определить ширину просеки, высоту объектов и препятствий, которые пересекает ЛЭП.

3. До недавнего времени, повреждения дефектов системы ЛЭП определялись путем отключения комплекса и осмотра с использованием ультразвукового контроллера. Это приводило к снижению эффективности работы структуры. Сейчас возможно проведение регулярного обследования подвесных и опорных изолирующих конструкций путем использования тепловизионного и ультрафиолетового контроля для регистрации дефектов.

4. Фотосъемка ЛЭП, которая позволяет выявить ошибки в установке оборудования. При проведении фотосъемки установленной линии электропередач измеряется расстояние между опорами и проверяется соблюдение параметров приближения проводов.

Преимущества использования БАК на базе БЛА с вертикальным взлетом и посадкой для проведения инспекции ЛЭП включают:

- большую дальность полета (более 200 км);
- длительное время в воздухе (до 6 часов);
- широкий диапазон рабочих высот (от 150 до 5000 м);
- эксплуатация в различных температурных условиях (от –40 до +40 °С);
- высокую точность позиционирования (до 3 см с использованием технологии Real Time Kinematic (RTK) для беспилотных систем).

Задачей, на решение которой направлено использование БАК, является повышение степени достоверности данных мониторинга ЛЭП и обеспечение возможности удаленного визуального инспектирования состояния ЛЭП. Такое инспектирование позволяет осуществлять обследование ЛЭП без отключения напряжения. Система и алгоритм обработки результатов позволяют снизить нагрузку на оператора за счет видеоаналитики на основе искусственного интеллекта, которая минимизирует влияние человеческого фактора на процесс обработки полученной информации.

Данный БАК будет иметь высокую применимость в электроэнергетике, учитывая, что своевременное и достоверное обнаружение дефектов и неудовлетворительного состояния проводов ЛЭП и линейной арматуры – главная задача, к которой стремится современная электроэнергетика.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аварийные отключения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://news.elteh.ru/gbook/Аварийные отключения ВЛ](http://news.elteh.ru/gbook/Аварийные_отключения_ВЛ). – Дата доступа: 11.11.2024.
2. Смолина, Л. В. Мониторинг воздушной линии электропередачи при помощи беспилотных аппаратов / Л. В. Смолина, Е. Ю. Артюшевская // Актуальные проблемы энергетики в АПК: материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Благовещенск, 15 декабря 2021 г. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2021. – С. 100–105.
3. Грядунов, Д. А. О выборе беспилотных авиационных систем для аэродиагностики воздушных ЛЭП / Д. А. Грядунов, Р. Р. Барков // Вести в электроэнергетике. – 2017. – № 5 (91). – С. 64–73.

УДК 355.424.4

Р. А. Барткевич

Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ИНТЕРЕСАХ ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК ПО ОПЫТУ СОВРЕМЕННЫХ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

Анализ современных вооруженных конфликтов показывает востребованность беспилотной авиации (далее – БПА) и значимость ее применения в интересах, сухопутных войск, сил специальных операций (далее – ССО), радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ), обеспечения связи и управления воинскими формированиями.

С момента первого успешного применения беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) в военных целях существенно изменилась войсковая тактика и характер взаимодействия огневых средств на поле боя. Пересматриваются подходы к многим направлениям ведения военных действий, например:

- логика тактической армейской разведки – уже не обязательно отправлять разведгруппы, если интересующую информацию можно получить с помощью БЛА;
- работа диверсионных разведывательных групп (далее – ДРГ) – значительная часть задач выполняется малоразмерными ударными БЛА типа «FPV»;
- работа артиллерии – фундаментальные подходы к «огневым валам», работе по квадратам, плотности орудий на километры заменены точной корректировкой БЛА с использованием цифровых карт и цифровых метеостанций, позволяя наносить высокоточные удары по противнику обычными средствами поражения;
- подавление противозушной обороны (далее – ПВО) – задачи обнаружения и «перегрузки» средств ПВО противника, а также их поражения являются приоритетными для БЛА;
- тактические системы управления боем, на основе информации получаемой от БЛА, значительно сокращают время принятия решения командирами и позволяют координировать действия всех участников боя.

Кроме того, применение недорогих ударных БЛА по объектам, находящимся на удаленной от фронта территории, сформировало новые угрозы для управляющей инфраструктуры и критически важных объектов.

Своими возможностями БЛА компенсируют потребность в большом количестве личного состава, при этом привлекаются для выполнения наиболее опасных и трудоемких задач.

БЛА применяются как для разведки, наблюдения и корректирования артиллерийского и минометного огня, так и в качестве ударных средств. В последнем случае используются ударные БЛА одноразового применения (называемые в СМИ «барражирующие боеприпасы», либо «БЛА-камикадзе») и многоразовые БЛА, являющиеся носителями различных средств поражения, имеющих в основном небольшую массу. В качестве таких средств могут применяться специально созданные либо адаптированные к применению различные виды боеприпасов (гранаты, минометные мины и т. д.), а также самодельные взрывные устройства [1, 2].

Наиболее актуальным из последних вооруженных конфликтов является специальная военная операция Вооруженных Сил Российской Федерации (далее – ВС РФ) на Украине (СВО), опыт которой показывает, что БЛА применяемые в тактическом звене управления имеют большое значение, и зачастую определяют исход боя. Так, например, регулярные налеты БЛА мультироторного типа (в том числе и ударных FPV-БЛА), могут заставить противника отвести тяжелую технику и артиллерию на большое расстояние от линии боевого соприкосновения (далее – ЛБС), тем самым снизить возможности ее применения [3].

В вооруженных конфликтах находят применение БЛА различных классов и назначения. Однако, применение БЛА средней дальности (таких как «Иноходец», «Форпост», «Bayraktar TB-2» и др.) ограничивается работой средств ПВО и РЭБ. Выполнение полетов БЛА данного класса ближе 30 км от ЛБС сводится к минимуму. Такие условия выводят на первый план БЛА тактического уровня, на долю которых в СВО приходится до 70 % от общего объема выполняемых БЛА задач.

Одним из основных способов применения БЛА является выполнение специальных боевых полетов одиночными БЛА различного типа в заданное время в назначенные районы. Групповое применение БЛА находится на стадии развития – в СВО уже были попытки выполнять боевые задачи в составе группы, но пока это осуществлялось только под управлением нескольких операторов.

В огневом поражении противника участвуют преимущественно ударные БЛА разового применения (в том числе FPV-БЛА), способные барражировать в заданном районе, определять цель для удара (по данным внешнего целеуказания или самостоятельно с помощью бортовых сенсоров) и поражать ее.

Барражирующие боеприпасы применяются в основном для нанесения ударов по местам скопления живой силы противника, бронированной техники и критически важных объектов, а также изоляции поля боя. Основной способ их применения – действия по вновь обнаруженным объектам, таким как средства ПВО, авиация на местах базирования, артиллерия, реактивные системы залпового огня (далее – РСЗО), бронированная и автомобильная техника. По стационарным и неподвижным объектам барражирующие боеприпасы применяются после их обнаружения другими средствами разведки. В отдельных случаях, учитывая продолжительность полета и дальность до цели, барражирующие боеприпасы применяют по движущейся технике.

БЛА одноразового использования типа «камикадзе» применяются в заданное время, как правило в темное время суток, по заранее определенным объектам. В зависимости от характера целей – одиночно либо в составе групп от 2 до 20.

Наиболее результативно БЛА применяются в составе разведывательно-ударных систем, совместно с авиацией и артиллерией. Так, во взаимодействии с пилотируемой авиацией применение БЛА позволяет повысить ее возможности по поражению группировок войск противника и исключить нанесение ударов по гражданским объектам, а в составе разведывательно-огневых систем с артиллерией – поражать цели точными ударами, обеспечивая снижение расхода боеприпасов в 3–5 раз [4, 5].

БЛА стали незаменимым средством контрбатареистой борьбы (далее – КББ), в ходе которой ими производится обнаружение радиолокационных станций (далее – РЛС), орудий полевой артиллерии и РСЗО, целеуказание средствам огневого поражения и визуальное наблюдение за

результатами стрельбы (корректирование огня), а барражирующими боеприпасами поражается до 60 % дальнобойной артиллерии и РСЗО. При этом большая часть сил БЛА выделяется для ведения воздушной разведки, а вскрытые объекты противника поражаются одиночными ударными БЛА (в том числе FPV).

В настоящее время все БЛА, используемые в СВО, требуют управления операторами, но уже успешно опробованы такие функции, как автономный полет БЛА в район боевого применения, автоматическое распознавание цели и самонаведение на распознанную цель на заключительном участке полета.

В целях вскрытия системы ПВО применяются мишенные БЛА, имитирующее полет БЛА-камикадзе. Полеты мишеней осуществляются одиночно и в составе групп, как самостоятельно, так и совместно с БЛА-камикадзе.

Для обеспечения выполнения полетов БЛА в условиях воздействия средств РЭБ противника разворачиваются локальные навигационные системы (ЛНС), которые обеспечивают создание навигационного поля и применения БЛА независимо от наличия сигналов спутниковой навигации на глубину до 100 км от наземной базовой станции.

Применение БЛА в условиях современного вооруженного конфликта требует формирования четкой структуры БпА для обеспечения оперативного управления ими. Опыт ведения военных действий ВС РФ и Вооруженных сил Украины (далее – ВСУ) показывает, что на тактическом уровне существует самая острая необходимость в создании подразделений БпА, таких как взвод и рота БЛА, которые в настоящее время уже имеются во всех воинских формированиях, непосредственно задействованных в боевых действиях.

Управление взводами и ротами БЛА осуществляется с пунктов управления воинских частей и подразделений, в штат которых они включены (либо приданы).

Проведенный анализ применения БпА в современных вооруженных конфликтах показал, что перечень решаемых задач с помощью БЛА постоянно увеличивается, при этом основными для БпА по-прежнему остаются задачи воздушной разведки и огневого поражения противника.

Наиболее массово стали применяться тактические БЛА ближнего действия, малой и средней дальности классов микро (до 5 кг) и мини (5–30 кг). Разведывательные БЛА в основной массе имеют целевые нагрузки в виде оптико-электронных систем. Среди ударных чаще всего применяются БЛА разового применения и FPV-БЛА с боевой нагрузкой в виде суббоеприпасов от АСП, мин, гранат, и других средств поражения.

Выявлена зависимость типа применяемых БЛА от задач, решение которых возлагается на соответствующие подразделения. На уровне роты применяются как правило БЛА мультироторного типа, батальона и бригады – самолетного типа. Ударные БЛА одноразового применения («барражирующий боеприпас») наиболее востребованы для поражения противника в ходе контрбатареинной борьбы, а FPV-БЛА – на переднем крае ЛБС в ходе штурмовых действий, а также для выполнения специальных задач подразделениями ССО.

Измененная тактика ведения боевых действий традиционными воинскими формированиями сухопутных войск, обусловленная массовостью применения БЛА, требует модификации технических и технологических решений при использовании этого вида вооружения и отлаженной системы подготовки специалистов, обеспечивающей комплектование подразделений БпА личным составом.

Наиболее подходящим вариантом тактического подразделения БпА, способным самостоятельно выполнять задачи, является «рота БЛА», имеющая в своем составе разнотипные разведывательные, ударные и разведывательно-ударные БЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богданов, Е. В. Общие вопросы применения коммерческих беспилотных летательных аппаратов в условиях специальной военной операции / Е. В. Богданов, Д. А. Шориков, К. А. Прохоров // Обеспечение прав человека в деятельности правоохранительных органов.

Сборник научных трудов. – Тверь : Тверской государственный университет, 2023. – Вып. VII. – С. 48–51.

2. Шайтура, С. В. Краткий анализ использования малых БПЛА в ходе специальной военной операции на Украине / С. В. Шайтура, И. А. Байгутлина, П. А. Замятин // Славянский форум. – 2022. – № 2 (36). – С. 467–498.

3. Грищенко, Н. ВСУ начали с помощью дронов минировать Крынки «умными» боеприпасами [Электронный ресурс] / Н. Грищенко. – Режим доступа: <https://rg.ru/2024/02/02/vsu-nachali-s-pomoshchiu-dronov-minirovat-krynkiumnymi-boepripasami.html>. – Дата доступа: 27.07.2024.

4. Обоснование облика беспилотных авиационных комплексов Вооруженных Сил Республики Беларусь: отчет о НИР «Арлан»/ ГУ «НИИ ВС РБ»; рук. О. Н. Любочко. – Минск, 2017. – 246 с.

5. Техническое обеспечение боевых действий [Электронный ресурс] // Министерство обороны Российской Федерации. – Режим доступа: <https://dictionary.mil.ru/dictionary/Terminy-RVSN/item/141825/>. – Дата доступа: 29.07.2024.

УДК 621.45.038

С. Е. Белова, Р. Р. Дехьян Нахджаван Тапэ, А. Н. Сутягин

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ВОЛНООБРАЗНО ДВИЖУЩЕГОСЯ КРЫЛА

В настоящее время миниатюрные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят применение в промышленной, научной, культурной и развлекательной сферах.

Основными проблемами эксплуатации БПЛА является неустойчивость полета в условиях ветра, шум, недостаток маневренности.

Предлагается конструкция биоинспирированного летательного аппарата типа «скат» с волнообразно движущимся крылом.

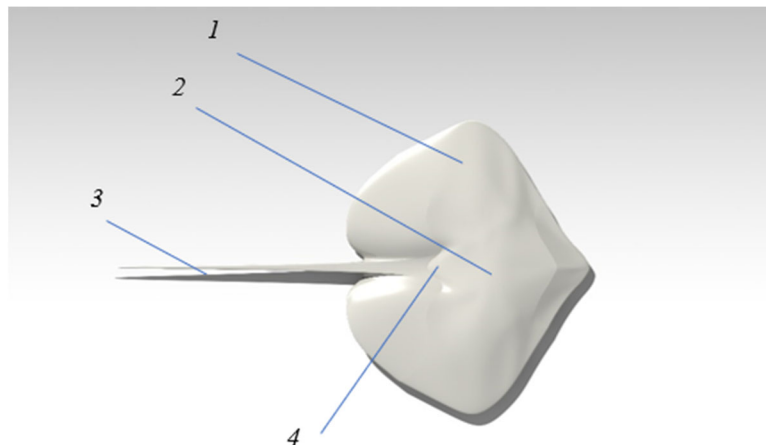
Бионический подход к созданию конструкции позволяет образцу техники достичь качеств, свойственных определенному природному объекту и приблизиться к оптимальной конструкции, созданной природой в ходе эволюции.

В нашем случае за основу концепции летательного аппарата взят скат, плавник которого обеспечивает продвижение в воде по типу полета птицы.

Биоинспирированный летательный аппарат типа «скат» представляет собой корпус (фюзеляж) с эллипсоидным миделевым сечением, у которого высота намного меньше длины, по периметру которого (за исключением хвостовой зоны) крепится крыло (рисунок 1). К кабине сзади крепится элерон. Полотно крыла составлено из рядов полых цилиндрических участков, т. е. фаланг, последовательно подвижно соединенных крепежными элементами между собой. Внутри рядов фаланг содержится элемент приема управляющих сигналов. В фюзеляже расположены кабина, пассажирский и грузовой отсеки, центр управления и источник энергии.

Способ движения плавника скат лег в основу конструкции крыла предлагаемого летательного аппарата. Высокая маневренность плавания ската обусловлена возможностью передвижения в трех координатах фаланг его плавников. Движение передается от управляющего центра посредством специально обученной нейросети на корпусе последовательно по рядам фаланг. Таким образом, движущийся плавник выполняет волнообразное движение по всему своему объему, что позволяет быстро и плавно менять распределение давления под плавником и над плавником по всей его площади, как следствие – плавное изменение подъемной силы. Таким

образом, предлагаемый летательный аппарат летит, используя механическое движение крыла и подъемную силу.



1 – крыло; 2 – фюзеляж; 3 – элерон-стабилизатор; 4 – энергетический отсек и центр управления

Рисунок 1 – Концепция конструкции

Изменение положения фаланг в пространстве обеспечивает движение вперед и назад, вверх и вниз, а также наклон летательного аппарата в любую сторону и движение в любом направлении. Хвостовое оперение играет роль элерона, помогая летательному аппарату маневрировать.

Проведенное численное исследование аэродинамики обтекания летательного аппарата такого типа позволило описать принцип его движения. При волнообразном движении плавника (распространение волны от носовой части к хвостовой), воздух с верхней части крыла перетекает под крыло, повышая в этой зоне давление. Это дает плавное повышение давления и повышение подъемной силы по всему крылу от носовой его части к хвостовой.

Преимущество предлагаемой конструкции заключается в том, что такая конструкция крыла позволяет организовать более устойчивый, чем у аналога и прототипа, полет на достаточных для пассажирского судна скоростях и сохранение более высокой устойчивости при маневрировании и влиянии бокового ветра.

Принцип действия предлагаемой конструкции заключается в следующем. Центр специального управления в соответствии с программой полета подает сигналы элементам приема управляющих сигналов, которые должны быть задействованы для организации того или иного движения крыла. У крыла формы «скат» изменение положения фаланг в пространстве обеспечивает движение по 3-м координатам, рыскание и тангаж. Хвостовое оперение играет роль элерона, помогая летательному аппарату маневрировать. Специальное управление посредством обученной нейросети дает возможность в кратчайшее время передавать управляющий сигнал участкам для немедленного их реагирования.

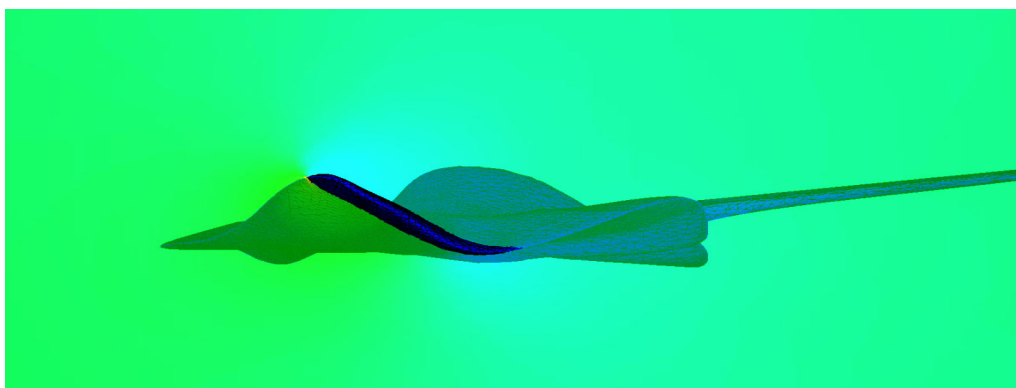


Рисунок 2 – Результаты расчета давления обтекающего воздуха

Основными рисками проекта являются следующие проблемы. Для изготовления данного ЛА необходимы новые и пока достаточно дорогие материалы: аэрогель ($\rho = 0,16 \text{ мг/см}^3$) для обшивки и металлическая микрорешетка ($\rho = 0,9 \text{ мг/см}^3$) для каркаса. Не решен вопрос с типом двигателя. На данный момент нет результатов аэродинамического исследования.

УДК 356

К. С. Валентей¹, Д. А. Дьяков², С. А. Серебрянский³

¹Национальный детский технопарк,

²Белорусская государственная академия авиации,

³Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) и их комплексы являются наиболее перспективными, динамично развивающимися, уникальными системами гражданского и военного назначения. Прослеживается тенденция наращивания усилий ряда научно и технически развитых стран по разработке машинного зрения для БЛА.

В настоящее время точность выдерживания линии заданного пути маршрута полета БЛА обеспечивается спутниковыми навигационными системами «GPS» и «ГЛОНАСС», а также бортовой инерциально-навигационной системой [1]. Однако, при потере спутниковых сигналов бортовая инерциальная система не обеспечивает точную навигацию. Это связано с воздействием на БЛА воздушных течений, разных по направлению и высоте.

В связи с этим существует проблема точного определения БЛА без использования спутниковых сигналов. Одним из путей решения данной проблемы является внедрение машинного зрения на основе искусственного интеллекта (далее – ИИ) для обеспечения навигации БЛА.

Одним из признанных решений является нейросеть «Pigeon», обеспечивающий поиск координаты по фотоснимку [2]. Однако его точности существенно падает даже на уровне города, а на уровне улиц его точность показывает всего 5,36 % чего недостаточно для помощи в навигации БЛА.

Рассмотрим два последовательных кадра с камеры БЛА, с проведенной операцией выделения и классификации зданий на изображении (рисунок 1).



Рисунок 1 – Последовательные кадры

Если предположить, что камеры расположены точно по центру изображения и пренебречь инверсией, то можно считать, что проекция реального изображения на камеру выглядит следующим образом (рисунок 2).

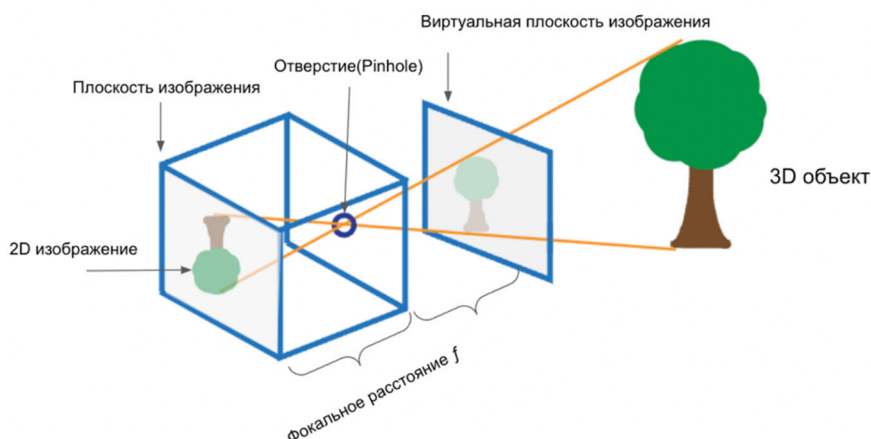


Рисунок 2 – Проекция реального изображения

Первая задача – выделить рамки, относящиеся к одному объекту. Если не рассматривать объекты, рамки которых касаются границ кадра, то можно выделить два свойства:

- при приближении к объекту его рамка должна расширяться пропорционально;
- координаты объектов (или их центры) должны быть близко друг к другу.

Это исключит проблему, наличия нескольких похожих или одинаковых зданий.

После решения первой задачи мы попадаем в ситуацию, когда на изображении в камере мы имеем пары координат одного и того же объекта в двух моментах времени. Если считать, что промежуток времени между кадрами мал и БЛА совершил только одно движение (прямолинейно приблизился / отдалился, горизонтально / вертикально сместился) относительно наблюдаемого здания. То мы можем построить следующую геометрическую модель, горизонтальную проекцию одного объекта.

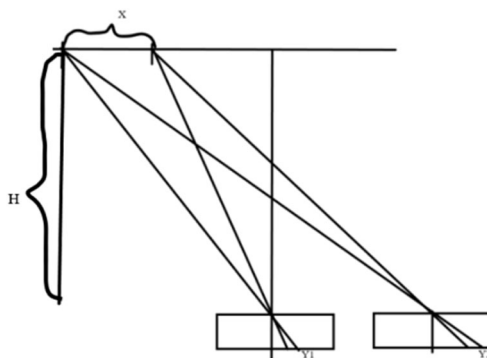


Рисунок 3 – Горизонтальная проекция объекта

Стоит отметить, что на этом этапе мы пренебрегаем инверсией изображений в камере, для облегчения понимания геометрических зависимостей. А также объект на обоих кадрах будет находиться на одной стороне относительно середины кадра. Для последующего использования модели в программном макете инверсия будет учитываться.

Таким же образом строится модель, когда БЛА осуществил движение прямолинейно вперед к зданию.

Для практической реализации точного определения БЛА без использования спутниковых сигналов мы начали работу над собственными методами ИИ с реализацией программного макета на языке программирования python в программной среде Google Colab с использованием ранее обученной модели yolov8x-oiiv7.pt для повышения точности навигации (рисунок 4) [3].

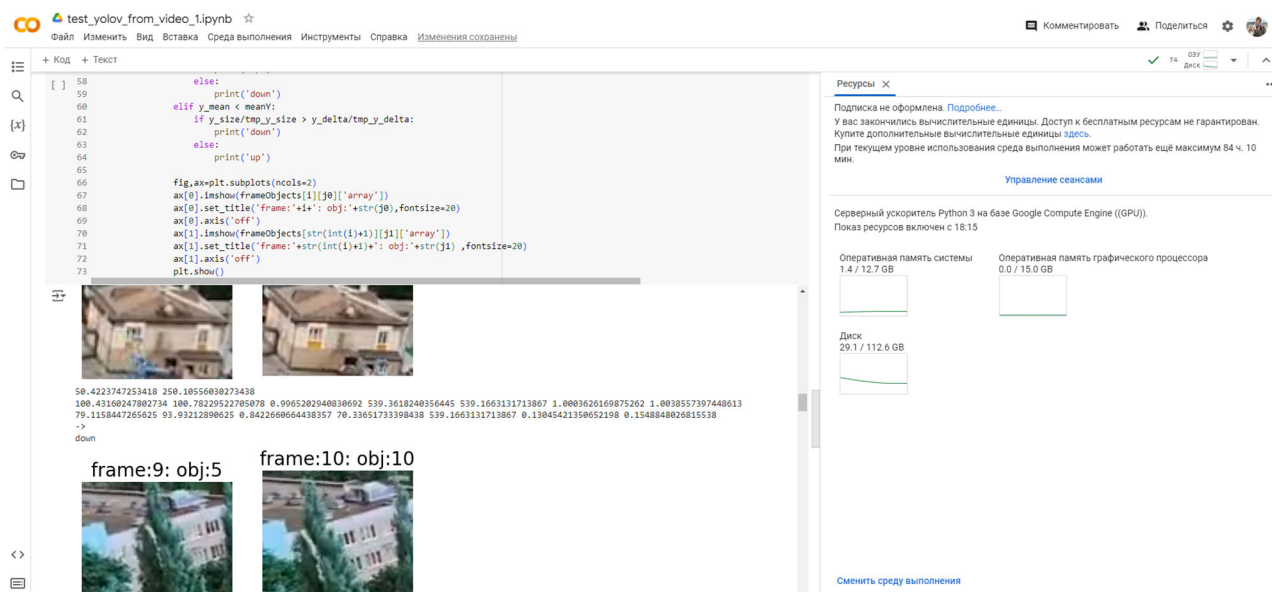


Рисунок 4 – Программный макет

Таким образом, внедрение и обучение искусственного интеллекта обеспечит повышение точности воздушной навигации БЛА без использования спутниковых навигационных систем, добавит автономности полетов БЛА и повысит безопасность полетов БЛА и воздушных судов в общем воздушном пространстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РФ изобрели альтернативную GPS-навигацию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iz.ru/1423177/valerii-kodachigov/edet-ii-edet-v-rf-izobrelialternativnuu-gps-navigatciiu>. – Дата доступа: 28.08.2024.
2. Дронклуб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://droneshub.ru/> – Дата доступа: 15.07.2024.
3. ViKiNG: Vision-Based Kilometer-Scale Navigation with Geographic Hint [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/view/viking-release> – Дата доступа: 15.07.2024.

УДК 629.7.085

В. П. Гончаренко, Ю. А. Грибков, К. В. Чепурко

Военная академия Республики Беларусь

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ВЗЛЕТЕ С ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА) решают достаточно широкий спектр задач, что привело к их значительному многообразию [1]. Отличаются они и способами реализации взлета [2]. В настоящем докладе в качестве объекта исследования рассматривается БПЛА самолетного типа, взлет которого реализуется с применением пусковой установки (далее – ПУ), использующей энергию пружинного механизма.

Для данного БПЛА одной из ключевых кинематических характеристик на взлетном режиме является скорость, достигаемая в момент отрыва от ПУ. Это обусловлено тем, что если скорость будет недостаточная, то может произойти сваливание БПЛА, что приведет к разрушению дорогостоящей техники.

В свою очередь, эта скорость зависит от конструктивных параметров как самого БПЛА, так и ПУ. И если БПЛА уже разработан, то, учитывая его характеристики, необходимо создать наиболее эффективную ПУ. С одной стороны, она не должна иметь значительные габариты, с другой – должна обеспечивать достаточную скорость в момент схода с ПУ для самостоятельного устойчивого полета БПЛА. Кроме того, ПУ должна обладать необходимым запасом энергии для передачи ее летательному аппарату. Таким образом, задача определения оптимальных конструктивных параметров ПУ становится весьма актуальной.

Для теоретического анализа любой сложной системы, включая и систему «БПЛА – ПУ», необходимо разработать математическую модель, которая будет описывать зависимость характеристик процесса от конструктивных параметров элементов системы.

При изучении системы исследованием ее математической модели неизбежно приходится принимать те или иные допущения. Стремление учесть все свойства реальной системы может привести к ее чрезмерному усложнению, что сделает анализ невозможным. С другой стороны, упрощение математической модели также недопустимо, так как результаты исследований могут не отражать наиболее важные свойства системы. Поэтому авторы предлагают использовать в качестве основы для математической модели одну из общих теорем динамики – теорему об изменении кинетической энергии [3]:

$$\frac{mv_{\text{кон}}^2}{2} - \frac{mv_{\text{нач}}^2}{2} = \sum A_i, \quad (1)$$

где m – взлетная масса БПЛА; $mv_{\text{кон}}^2$ – скорость БПЛА в момент схода летательного аппарата с ПУ; $mv_{\text{нач}}^2$ – скорость БПЛА в начальный момент пуска (для данной задачи она равна нулю); $\sum A_i$ – сумма работ всех внешних сил, действующих на БПЛА.

По мнению авторов, она однозначно определяет зависимость кинематических характеристик БПЛА, движущегося поступательно по ПУ, и работой, совершаемой силами, действующими на БПЛА как материальную точку.

Расчетная схема представлена на рисунке 1. В качестве сил действующих на БПЛА в процессе разгона по ПУ рассматриваются: \vec{R} – сила упругой реакции пружинного механизма ПУ; \vec{N} – сила нормальной реакции от опоры; \vec{Y} – аэродинамическая подъемная сила; \vec{X} – сила лобового сопротивления; \vec{G} – сила тяжести.

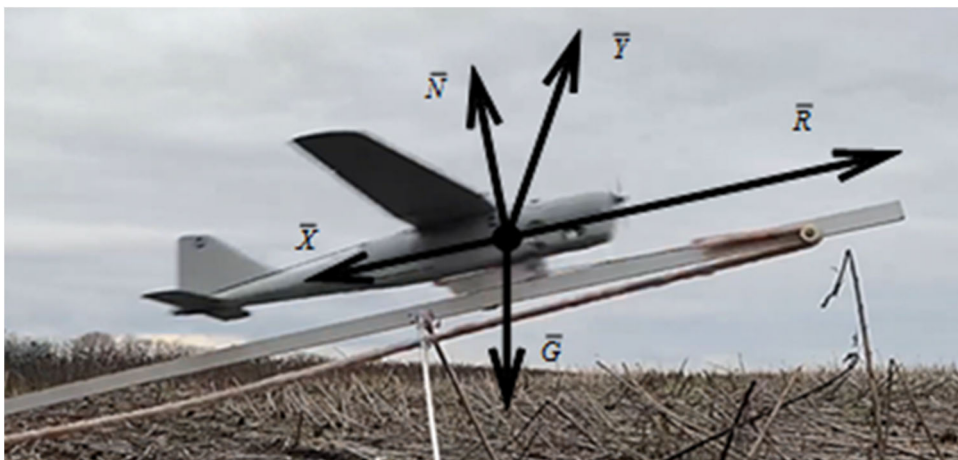


Рисунок 1 – Расчетная схема

Все эти силы, за исключением силы нормальной реакции \vec{N} , совершают работу по перемещению БПЛА вдоль ПУ.

Работа силы упругости определяется с использованием следующей зависимости:

$$A_{\text{упр}} = \frac{c}{2} l^2, \quad (2)$$

где c – коэффициент жесткости пружинного механизма; l – длина пусковой установки.

Работа силы тяжести

$$A_G = -mgl \sin \alpha, \quad (3)$$

где g – ускорение свободного падения; α – угол установки ПУ по отношению к земле.

Работа аэродинамической подъемной силы

$$A_Y = c_Y \frac{\rho v^2}{2} S l \sin \alpha, \quad (4)$$

где c_Y – коэффициент подъемной силы; ρ – плотность воздуха; S – площадь крыла.

Работа силы лобового сопротивления

$$A_X = c_X \frac{\rho v^2}{2} S l, \quad (5)$$

где c_X – коэффициент лобового сопротивления.

В результате суммарная работа всех сил будет равна:

$$\Sigma A_i = A_{\text{упр}} + A_G + A_Y + A_X. \quad (6)$$

Особенность математической модели заключается в том, что, не зная изначально конечного результата – скорости БПЛА в момент схода с ПУ, нельзя определить силы, действующие на летательный аппарат. Решение этой проблемы осуществляется методом бисекции (простейший численный метод для решения нелинейных уравнений), который обладает линейной скоростью сходимости, то есть за одну итерацию точность возрастает в два раза. Достоинство этого метода заключается в том, что он прост, надежно сходящийся, устойчив к ошибкам округления, удобно программируется [4]. На основе представленной математической модели разработан алгоритм, реализованный в программе расчета на языке программирования C++.

Математическая модель и полученные с ее применением результаты могут быть использованы для обоснования конструктивных параметров ПУ с целью реализации одного из основных требований, предъявляемых пусковой установке – обеспечение надежности запуска БПЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сенюшкин, Н. С. Особенности классификации БПЛА самолетного типа / Н. С. Сенюшкин // Молодой ученый. – 2010. – № 11 (22). – Т. 1. – С. 65–68.
2. Голубев, И. С. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования / И. С. Голубев. – М. : МАИ, 2008. – 654 с.
3. Дубинин, В.В. Общие теоремы динамики: учеб. пособие по курсу «Теоретическая механика» / В.В. Дубинин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 59 с.
4. Федоренко, Ю. П. Алгоритмы и программы на C++ Builder / Ю. П. Федоренко. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 544 с.

УДК 629.734.7

В. С. Горбач, В. В. Копытков

*Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь*

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЖАРООПАСНЫЕ ПЕРИОДЫ

Пожары в природных экосистемах представляют собой одну из самых серьезных угроз для биоразнообразия, экологии и экономики. С увеличением частоты и интенсивности лесных пожаров, вызванных как природными факторами, так и человеческой деятельностью, необходимость в эффективных методах мониторинга становится более актуальной. В последние годы беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) в сочетании с искусственным интеллектом (далее – ИИ) стали важным инструментом в этой области.

БЛА играет большую роль в мониторинге экосистем и обладают рядом преимуществ: они могут достигать труднодоступных мест, где традиционные методы мониторинга затруднены, способны быстро охватывать большие территории, что очень важно в условиях, когда необходимо оперативно реагировать на ЧС, оснащаются различными датчиками и камерами, что позволяет получать высококачественные изображения и собирать данные о состоянии экосистемы.

Искусственный интеллект для анализа данных:

Алгоритмы машинного обучения могут автоматически анализировать изображения, выявляя признаки пожара, такие как дым или изменения в растительности. Модели ИИ могут прогнозировать вероятность возникновения пожара на основе собранных данных и текущих климатических условий. ИИ может помочь в мониторинге состояния флоры и фауны, что можно использовать для оценки устойчивости экосистемы к пожарам.

Примеры успешного применения БЛА и ИИ в мониторинге природной экосистемы:

- Проект «Firewatch»: Использование БЛА для мониторинга лесов. Данные, собранные с помощью БЛА, обрабатываются с помощью ИИ для выявления потенциальных очагов возгорания.

- Система «Aerial Fire Detection»: Внедрение БЛА для раннего обнаружения пожаров. ИИ анализирует данные о температуре, влажности и других параметрах окружающей среды, что позволяет заранее предугадать возможные возникновения пожаров.

Несмотря на большое количество преимуществ, существуют и некоторые трудности:

- Технические ограничения: Ограниченное время полета БЛА и необходимость в постоянной зарядке аккумуляторов.

- Правовые аспекты: Необходимость соблюдения законодательства о воздушном пространстве и защите частной жизни.

- Климатические условия: Неблагоприятные погодные условия ограничивают использование БЛА.

Мониторинг природной экосистемы с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта представляет собой перспективное направление, способствует более эффективному управлению рисками, связанными с лесными пожарами. Внедрение данных технологий может значительно повысить скорость реакции на угрозы и улучшить состояние экосистем в целом. Необходимы дальнейшие исследования и разработки для преодоления существующих вызовов и оптимизации использования данных технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Авиационных правил организации и выполнения полетов государственных беспилотных летательных аппаратов Республики Беларусь: постановление Министерства обороны Республики Беларусь, 1 августа 2022 г., № 41. – Минск, 2022. – 20 с.

2. Об изменении Воздушного кодекса Республики Беларусь: Закон Республики Беларусь от 5 января 2024 г. № 346-З. – Минск, 2024. – 23 с.

УДК 629.735

А. В. Волчкович, А. И. Гринкевич, К. О. Нестерович

Белорусская государственная академия авиации

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ И БЕСПИЛОТНЫМИ АВИАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Для повышения вероятности обнаружения объектов необходимо планировать два-три прохода БЛА над районами особого внимания (далее – РОВ) на высотах, обеспечивающих достаточное разрешение для вскрытия объектов заданного класса.

Авиаразведка, управление огнем, нанесение ударов, перехват целей, постановка радиопомех, ретрансляция сообщений, раскрытие противовоздушной обороны.

Беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) могут решать следующие боевые задачи:

- авиаразведка (сегодня это является их основным предназначением);
- управление огнем артиллерии и целеуказания;
- нанесение ударов по наземным и морским целям (ударный БПЛА);
- перехват воздушных целей;
- минирование и разминирование;
- постановка радиопомех;
- ретрансляция сообщений и данных;
- раскрытие систем противовоздушной обороны (дрон-приманка);
- доставка грузов подразделениям.

Для повышения вероятности обнаружения объектов необходимо планировать два-три прохода БЛА над районами особого внимания (РОВ) на высотах, обеспечивающих достаточное разрешение для вскрытия объектов заданного класса.

Вход БЛА в район разведки и выход БЛА из РОВ могут осуществляться с маневром по направлению и без маневра.

Маневр осуществляется для обеспечения выгодных условий поиска объектов с учетом приведенных рекомендаций.

Поиск объекта в РОВ осуществляется с помощью одного или нескольких тактических приемов. Под тактическим приемом ведения воздушной разведки подразумевается этап полета БЛА в РОВ, направленный на внезапное и полное использование тактико-технических характеристик (далее – ТТХ) БЛА и условий обстановки для успешного выполнения задачи и исключения потерь от воздействия ПВО противника.

Выбор того или иного тактического приема осуществляется с учетом:

- возможностей ЦО и бортовой системы управления БЛА;
- характеристик объектов разведки;
- взаимного расположения района развертывания комплекса с БЛА и объектов разведки;
- характера местности в районе ведения воздушной разведки и ожидаемого противодействия средств.

Задачи подразделения беспилотного авиационного комплекса (далее – БАК) в ходе огневого поражения объектов огнем артиллерии.

Подготовка стрельбы и управления огнем в подразделении проводится в целях поддержания артиллерийских подразделений в готовности к выполнению задач и включает в себя:

- 1) разведку и определение координат целей;
- 2) топогеодезическую подготовку;
- 3) метеорологическую подготовку;
- 4) баллистическую подготовку;
- 5) техническую подготовку;
- 6) организацию определения установок для стрельбы;
- 7) организацию управления огнем.

Расчет БАК в составе артиллерийского подразделения предназначен для обеспечения командира подразделения своевременными разведывательными сведениями, полученными в результате ведения воздушной разведки.

Задачами расчета беспилотный авиационный комплекс (БАК) в ходе воздушной разведки будут являться:

- 1) обнаружение объекта и установление его местоположения, состава и характера действия;
- 2) выдача целеуказания на пункт управления (далее – ПУ) артиллерийского подразделения;
- 3) определение отклонений разрывов снарядов от цели и передачи их на ПУ подразделения для последующей корректировки артиллерийского огня;
- 4) установление степени поражения объекта в результате огневого поражения.

Обнаружение объекта и установление его местоположения, состава, характера действия и размеров осуществляется по данной схеме:

- 1) обнаружение (Пример: подразделение СВ);
- 2) определение состава (танков – 5 ед.);
- 3) установление местоположения ($X = 16631$, $Y = 43349$);
- 4) установление характера действий (совершают марш колонной в направлении высоты 164,3);
- 5) установление размера цели по глубине до 25 метров.

Обстрелам (огневым налетам) обычно подвергаются пункты временной дислокации, опорные базы, районы воинских частей (соединений), опорные пункты, блокпосты, государственные учреждения, сторожевые заставы и другие важные объекты и войсковые наряды. Этот способ НВФ применяют для поддержания напряженности и изнурения личного состава, нанесения материального и морального ущерба правительственным войскам, законной власти, государственным учреждениям, избегая при этом потерь своих сил и средств, и является главным примером беспокоящих действий. При этом способе НВФ действуют небольшими группами (5–10 чел.) в основном вечером или ночью. На один объект нацеливается несколько таких групп. Одна из них вызывает огонь на себя, остальные с других направлений поражают цели.

Обстрелы ведутся обычно из всех видов оружия, находящегося на вооружении НВФ. Широко применяются мобильные огневые средства – минометы, крупнокалиберные пулеметы, безоткатные орудия, ПУ ПТУР, АГС, установленные на автомобилях повышенной проходимости типа УАЗ, это позволяет быстро менять огневые позиции и скрываться после выполнения задачи.

При ведении обстрелов населенных пунктов, воинских гарнизонов и других объектов внимание уделяется концентрации различных огневых средств для массированного огневого воздействия. С этой целью огонь ведется сразу с нескольких направлений. Такой способ действий применялся в Афганистане как против воинских частей и подразделений 40-й армии, так и против правительственных войск, промышленных и других важных объектов. Например, в течение длительного времени минометным обстрелам подвергались пункт постоянной дислокации 190 омсп и части 14-й пехотной дивизии афганской армии. При этом точность стрельбы минометов была очень высокой, что свидетельствовало о постоянной доразведке обстреливаемых целей, а в период обстрела грамотной корректировке огня. Для повышения живучести минометов моджахеды применяли нестандартные приемы: огневые позиции оборудовались в колодцах, чтобы в ночное время не были заметны вспышки выстрелов, а днем – легко и быстро маскировались. В районе города Меймене пункт постоянной дислокации пехотного полка афганской армии, а также десантно-штурмовой батальон 40-й армии были оборудованы под землей из-за постоянных огневых налетов противника.

Так, в одном из пособий по подготовке диверсантов в учебных центрах Чеченской Республики дается наставление придерживаться тактики «блоха на собаке». Блоха кусает собаку, говорится в наставлении, и тут же перескакивает на другое место. Потому она и неуязвима. Так должен действовать и моджахед.

Организуя огневой налет на объект, командиры НВФ отработывали план действий, который включал элементы скрытного приближения к объекту, обеспечение безопасности в ходе обстрела и в ходе быстрого отхода с применением маневра. Огневому налету предшествовала тщательная разведка объекта: изучались система охраны, сигнализации, ограждения, пути отхода, возможность усиления. При огневом налете НВФ действовали, как правило, маленькими группами по 5–10 чел., иногда большими, численностью в несколько десятков человек. Боевой порядок мог включать группы (подгруппы) разведки (доразведки), одну или несколько огневых, подавления, прикрытия. В состав огневых групп входили снайперы. При выполнении боевой задачи указанные группы могли занимать огневые позиции заблаговременно, предварительно сосредоточив необходимое оружие, боеприпасы в укрытых местах или под покровом темноты, непогоды, непосредственно перед огневом налетом (обстрелом), скрытно выдвинуться к объекту. В ходе выполнения боевой задачи хорошо подготовленные, грамотные полевые командиры, учитывая планы противника, организовывали его активный обстрел в течение очень короткого промежутка времени (2–3 мин), затем основные силы НВФ пережидали ответный огонь в укрытиях. Прицельный огонь вели только снайперы, используя специальное оружие для беспламенной стрельбы или с направлений, находящихся в промежутках между объектами правительственных войск. Отход обычно осуществлялся после того, как наступало затишье. Группа (подгруппа) прикрытия, занимая указанную позицию, уничтожала разведгруппы противника, которые пытались обойти огневые группы и перерезать им пути отхода, и отходила последней.

В населенных пунктах, особенно в городе, огневые налеты (обстрелы) осуществляли хорошо подготовленные ударно-штурмовые отряды, состоявшие из 20–30 чел. Отряд делился на мелкие группы по 4–6 чел. (командир, радист, гранатометчик, один – три автоматчика), которые скрытно проникали в город, используя для этого подземные коммуникации либо просачиваясь под видом местных жителей, а иногда демонстративно на большегрузных автомашинах, минуя КПП, сторожевые заставы, по проселочным дорогам. Выполнив боевую задачу, мелкие группы НВФ «скидывали» оружие (прятали в схроны) и мгновенно «растворялись» среди местных жителей либо пережидали спецоперацию в подземных коммуникациях, схронах, бункерах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баканеев, С. А. Курс артиллерии / С. А. Баканеев, С. А. Орлов, Ю. М. Чернышев. – СПб., 2023. – Кн. 3. – 250 с.
2. Баканеев, С. А. Курс артиллерии / С. А. Баканеев, С. А. Орлов, Ю. М. Чернышев. – СПб., 2023. – Кн. 4. – 280 с.

УДК614.841.12

К. Э. Долматович, В. В. Копытков

*Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь*

ТУШЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ, ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИНГИБИТОРОВ

Беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) в МЧС используются для проведения пожаротушения. Для этого применяется класс тяжелой беспилотной техники осуществляя сброс реагентов на очаги возгорания. Такими реагентами являются ингибиторы.

Ингибиторы (лат. *inhibere* «задерживать») – общее название веществ, подавляющих или задерживающих течение физиологических и физико-химических процессов.

БЛА с запасом тушающего вещества. занимает безопасную высоту от 50 до 100 м и выливает на горючую жидкость ингибиторный раствор. Процесс тушения начинается с открытия люка слива из емкости, прикрепленной к БЛА. Так же существует и второй способ – в виде сброса слабо прочных резиновых сосудов, наполненных реагентами.

Использование ингибиторов наиболее эффективно при тушении небольших возгораний горючей жидкости.

Ингибиторы могут находиться не только в жидком агрегатном состоянии, но и в твердом. Так ими можно тушить, сбрасывая на очаги возгорания небольшими твердыми частями с помощью механического сброса.

Погрузка этих средств(ингибиторов) осуществляется заблаговременно в специальный контейнер с отсеками для этих так называемых резиновых снарядов. По прибытию на ЧС снаряды крепятся к БЛА, и в последствии сбрасываются с определенной высоты на очаг возгорания при помощи механического сброса. По такому же принципу производят тушение пожара твердыми ингибиторами.

Тушение пожара ингибиторами может осуществляться не только с помощью механического сброса, но и с помощью прямого слива жидкого раствора из небольшого сосуда. К летательному аппарату крепится небольшой сосуд с механической системы открытия люка.

Заправка реагента происходит заблаговременно в сам сосуд, по прибытию на место тушения данное приспособление крепится на БЛА с уже заправленным и готовым к использованию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Авиационных правил организации и выполнения полетов государственных беспилотных летательных аппаратов Республики Беларусь: постановление Министерства обороны Республики Беларусь, 1 августа 2022 г., № 41. – Минск, 2022. – 20 с.
2. Об изменении Воздушного кодекса Республики Беларусь: Закон Республики Беларусь от 5 января 2024 г. № 346-З. – Минск, 2024. – 23 с.

УДК 355.23

Н. В. Дрозд¹, И. О. Косенков², Д. А. Дьяков³

¹*Национальный детский технопарк,*

²*Белорусская государственная академия авиации*

ПРОЕКТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА-ПСЕВДОСПУТНИКА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННОГО И СВЯЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СТРАТОСФЕРЕ

В настоящее время для осуществления навигации транспорта функционируют около десяти систем спутниковой навигации. Две из них – ГЛОНАСС (Российская глобальная навигационная спутниковая система) и GPS (США) работают в полном объеме, покрывая своими сигналами всю территорию Земли [1]. Поскольку GPS используется в первую очередь для территории США, она имеет наклон орбиты 55°. GPS уступает по точности в северных широтах ГЛОНАСС, имеющей наклон орбиты 63°. Поэтому над территорией Союзного государства Беларуси и России в качестве основного средства навигационного обеспечения на удаленных районах предпочтительнее использовать ГЛОНАСС.

Система спутниковой навигации типа ГЛОНАСС, кроме чрезвычайно высокой стоимости, характеризуются следующими недостатками: имеется риск потери космического

спутника при выводе его на орбиту; необходимо устанавливать на спутник защиту от воздействия на электронику агрессивной космической среды; невозможно производить ремонт спутников; в случае гористого рельефа местности одноручевые сигналы из-за многократных отражений превращаются во многолучевые, что резко снижает точность определения координат.

Одним из вариантов улучшения навигационного поля и передачи сигналов на большие расстояния является использование в качестве ретрансляторов беспилотные летательные аппараты (БЛА), выполняющие полеты в стратосфере или на более низких слоях атмосферы Земли.

В настоящее время несколько авиационных предприятий уже проводят исследования полета высотного БЛА, в том числе с использованием в качестве источника электрической энергии солнечные батареи [2]. Данные летательные аппараты имеют следующие преимущества по сравнению с космическими спутниками связи и навигации: запуск БЛА значительно дешевле; многократное применение, возможность обслуживать, ремонтировать и модернизировать; охват связью определенную область Земли.

Высотные БЛА более надежны с точки зрения качества связи сигнала, пропускной способности полосы и времени передачи из-за более близкого расстояния к Земле.

Инновационные технологии, такие как конструкционные решения гибкого крыла, использование композитных материалов и автоматизированных систем управления, могут значительно повысить эффективность и безопасность полета в стратосфере.

Таким образом, для осуществления эффективной и устойчивой связи на конкретном районе целесообразно использовать высотный БЛА, который оснащен ретранслятором сигналов для решения задач навигации и связи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О стратосферных беспилотных летательных аппаратах – высотных псевдоспутниках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vestidosaaaf.ru/2021/04/11/22577/>. – Дата доступа: 12.10.2024.

2. Беспилотники достигают заоблачных высот в гонке за возможность летать выше и дольше [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://telegra.ph/Bespilotniki-dostigayut-zaoblachnyh-vysot-v-gonke-za-vozmozhnost-letat-vyshe-i-dolshe-07-14> – Дата доступа: 10.10.2024.

УДК 355.23

И. В. Рожков, Д. А. Дьяков

Белорусская государственная академия авиации

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Активное боевое применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА), в том числе и гражданских, позволяет сделать вывод о высокой эффективности их применения. Опыт специальной военной операции на Украине безусловно подтверждает этот факт.

Единая система подготовки специалистов по эксплуатации беспилотных авиационных комплексов (далее – БАК) должна предусматривать реализацию на практике опережающего принципа обучения.

На военном факультете в учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации» обучение специалистов по эксплуатации БАК (государственной авиации) (общее высшее образование) осуществляется с использованием трехмодульной модели обучения.

Первый модуль – приобретение навыков в управлении БЛА в ручном режиме. Для этого используются БЛА мультироторного типа. На данном этапе обучающиеся получают

навыки управления, порядка ведения ориентировки, основ воздушной разведки и боевого применения.

Второй модуль – приобретение навыков в управлении БЛА ближнего действия и малой дальности.

Третий модуль – приобретение навыков в управлении тактическими БЛА.

Обучение проводится с использованием материальной технической базы учреждения образования (БЛА мультироторного типа, комплексного тренажера подготовки расчета БАК, тренажера *FPV*-дронов) в рамках учебных занятий, БЛА заказчика на технологических практиках и войсковой стажировке.

Для обучающихся по программам подготовки офицеров запаса по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт БАК» в 2024 году внесены соответствующие изменения и дополнения в учебно-программную документацию, предусматривающие формирование навыков управления БЛА мультироторного типа днем и ночью на воздушную разведку и боевое применение (доставку грузов). Данные навыки обучающиеся получают на итоговой практике.

Перед каждым модулем реализуется следующий цикл обучения: приобретение систематизированных основ научных знаний (лекции), углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и самостоятельной работе с максимальным использованием тренажной базы (групповые занятия), формирование практических умений и навыков в разработке боевых и служебных документов, практического освоения БЛА, овладения методами их применения, эксплуатации и ремонта (практические занятия). Каждый модуль заканчивается учебной практикой в воинских частях.

Таким образом, предлагаемая модель подготовки позволит в полном объеме реализовать компетенции, предусмотренные образовательным стандартом [1] и квалификационными требованиями заказчика специалистов, а также обеспечить опережающий принцип обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Образовательный стандарт высшего образования. Общее высшее образование. Специальность 6-05-0715-02-2023 Беспилотные авиационные комплексы : ОСВО 6-05-0715-02-2023. Утв. 10.08.23. пост. м-ва образования Респ. Беларусь №253. – Минск, 2023. – 8 с.

УДК 629.7.05

Л. А. Иваницкий, А. А. Шейников

Военная академия Республики Беларусь

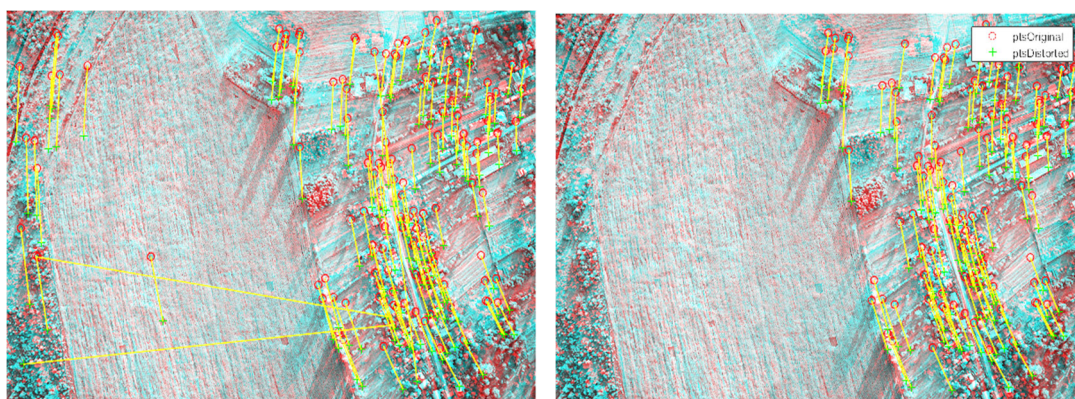
АЛГОРИТМ СЧИСЛЕНИЯ КООРИНАТ И КУРСА МАЛОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО ВИДЕОПОТОКУ ОТ БОРТОВОЙ КАМЕРЫ

Навигационные комплексы (далее – НК) современных беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) военного назначения способны длительно и эффективно обеспечивать воздушную навигацию при наличии устойчивого поля сигналов спутниковых радионавигационных систем (далее – СРНС). Однако в связи с существенными успехами в области разработки средств радиоэлектронной борьбы актуальными становятся вопросы обеспечения помехоустойчивости и информационной живучести НК, в том числе вопросы организации их автономного режима работы, позволяющего поддерживать приемлемую точность позиционирования БЛА на протяжении длительного периода отсутствия внешнего поля информационных радиосигналов. Решение этих задач особенно актуально для малых тактических (далее – МТ) БЛА, НК которых, по соображениям рациональности, включают в основном общедоступные, малогабаритные, относительно недорогие датчики пилотажно-

навигационных параметров полета (далее – ПНПП), как правило, по отдельности имеющие невысокую точность. Информационным ядром таких НК является бесплатформенная инерциальная навигационная система (далее – БИНС) на микроэлектромеханических элементах [1], а основным способом достижения точности позиционирования является комплексирование информации от имеющихся на борту датчиков с использованием алгоритмов оптимального оценивания. Следует учитывать, что в отсутствии сигналов СРНС пропадает возможность осуществления «глобального» позиционирования, подразумевающего получение на каждом шаге новых координат БЛА вне зависимости от его предыдущего местоположения. Автономные НК «локального» позиционирования предполагают знание начальных координат БЛА, регистрацию и оптимальную оценку значений компонент вектора состояния с фиксированным шагом, вычисление в процессе движения их разностных значений и реконструкцию траектории полета по расчетным данным. В качестве перспективной автономной навигационной системы (далее – АНС) БЛА все чаще рассматривают навигационную систему, реализованную на базе штатной бортовой системы технического зрения (далее – СТЗ).

На сегодняшний день разработано много различных способов использования видовой информации для решения рассматриваемой задачи. Некоторые приложения требуют существенных вычислительных ресурсов и применения технологий искусственного интеллекта, другие являются сравнительно простыми в реализации. Ко вторым как раз и относятся системы автономного «локального» позиционирования, основанные на методах счисления пути по видеоданным. При гиросtabilизированной бортовой цифровой камере (далее – БЦК), направленной в надиr, эволюции датчика цифровых изображений (далее – ЦИ) можно считать соответствующими динамике БЛА в горизонтальной плоскости. Другими словами, векторы состояния двух рассматриваемых динамических систем соответствуют друг другу, и появляется возможность описания изменения положения БЛА в пространстве с течением времени методами проективной геометрии. При этом, в каждом очередном кадре автоматически находится группа так называемых особых точек (далее – ОТ), контрастно отличающихся своей окрестностью от соседних областей ЦИ. Говоря неформально, ОТ – это хорошо различимые стабильные уникальные фрагменты ЦИ, используя которые можно вычислить сдвиги и повороты между последовательными кадрами. Соответственно, анализ изменения положений групп особых точек от кадра к кадру (анализ матрицы гомографии [2]) дает информацию о движении БЛА в горизонтальной плоскости. Для обеспечения адекватности оценок изменения координат БЛА минимальный объем группы должен быть не менее четырех ОТ.

При реализации этого подхода в АНС БЛА разработчики вынуждены решать следующие задачи: обеспечение устойчивости к ложным данным; обеспечение режима реального времени; обеспечение субпиксельной точности измерений. Так, набор ОТ, представляющий собой модель анализируемого ЦИ, получается в результате работы специального алгоритма – детектора (например, алгоритм SURF – Speeded Up Robust Features). Однако, не все найденные ОТ являются инвариантными относительно аффинных и проективных преобразований ЦИ [2]. Для отбора из массы найденных ОТ только тех, которые имеют соответствия на смежных кадрах, применяется так называемый дескриптор. Общий недостаток таких дескрипторов – жесткая привязка к ориентации и размеру окрестности. Малейшее изменение окрестности приводит к тому, что для одной и той же ОТ генерируются несколько различных дескрипторов. Для снижения влияния этой особенности на точность сопоставления последовательных кадров применяется алгоритм устойчивой оценки параметров модели на основе случайных выборок RANSAC («random sample consensus») [3]. Концепция данного метода предполагает разделение всех исходных данных на «выбросы» и «попадания». «Выбросами» являются ложные ОТ. «Попаданиями» называются ОТ, удовлетворяющие условию соответствия модели. Та модель, которой соответствует наибольшее число «попаданий» выбирается в качестве основной. На рисунке 1 представлен результат выделения пар ОТ (выполненный с помощью алгоритма SURF), а также результат фильтрации ОТ, не соответствующих выбранной модели движения БЛА (выполненный с помощью алгоритма RANSAC).



SURF

RANSAC

Рисунок 1 – Результаты работы алгоритмов выделения и фильтрации ОТ

Возможность работы в режиме реального времени, зависит от количества одновременно анализируемых ОТ. Чем их меньше, тем быстрее осуществляется расчет на каждом шаге, но при этом снижается точность определения смещений и углов поворота смежных кадров ЦИ. Проблема решается путем выбора количества ОТ (установки порога), оптимального с точки зрения одновременного обеспечения приемлемой точности воздушной навигации и минимальной требуемой производительности бортовых вычислителей БЛА. На рисунке 2 показаны смещения и поворот модели текущего кадра относительно модели предыдущего кадра, заданной группой из четырех ОТ. Также представлено математическое описание этих аффинных преобразований в виде матрицы гомографии H_h .

Регистрация двумерного сигнала в современных камерах осуществляется упорядоченно расположенными в пространстве светочувствительными элементами цифровой матрицы БЦК. Очевидно, что погрешность определения координат объекта на ЦИ обусловлена физическими размерами пикселя. Задача минимизации накапливаемых ошибок позиционирования, обусловленных дискретностью оптического сенсора БЦК, решается за счет применения методов субпиксельной обработки ЦИ. Следует учитывать, что увеличение высоты полета над подстилающей поверхностью приводит к увеличению площади, приходящейся на один пиксель изображения, а значит и увеличению погрешности счисления координат. Следовательно, при разработке маршрута БЛА целесообразно задавать низковисотный профиль полета. С учетом результатов проведенного анализа разработан алгоритм оценки ПНПП (координат X , Y и курса ψ) МТ БЛА по видеопотоку (рисунок 3).

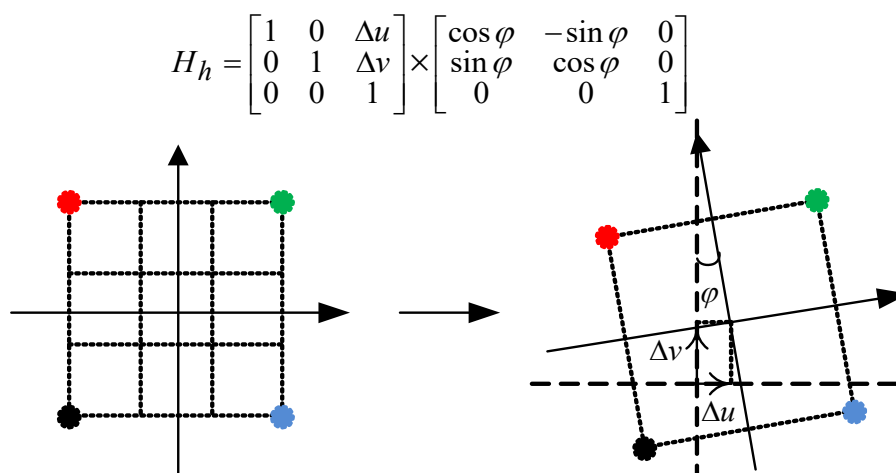


Рисунок 2 – Геометрическое и математическое представление аффинных преобразований моделей ЦИ

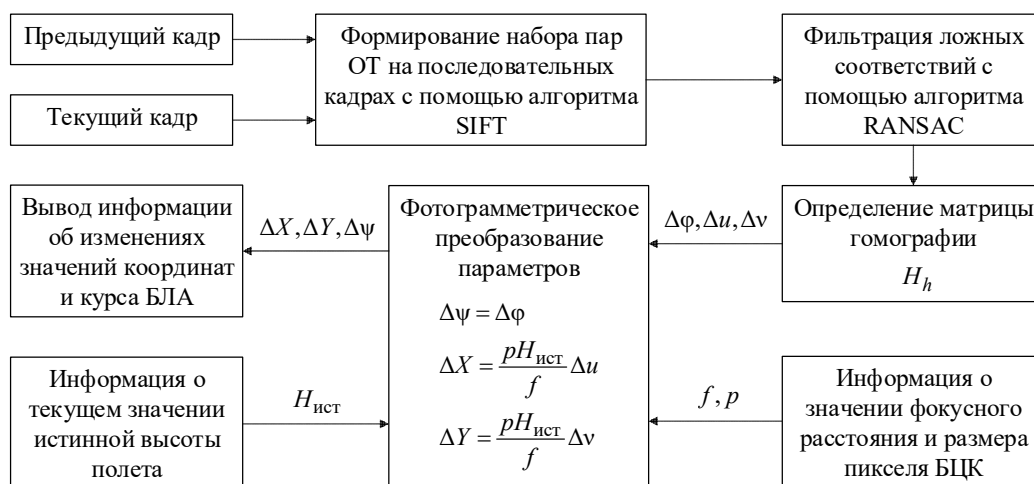


Рисунок 3 – Схема алгоритма счисления ПППИ МТ БЛА по видеопотоку от БЦК

Предлагаемый алгоритм счисления координат и курса МТ БЛА отличается применением методов анализа оптического потока (от бортовой системы пассивной оптической локации) и фотограмметрических методов, что обеспечивает автономность и скрытность измерений компонентов вектора состояния, а также позволяет повысить наблюдаемость этих компонентов. Потенциальная точность разработанного алгоритма (СКО не более 8 м) на ограниченном участке маршрута длиной 400 м сопоставима с точностью, обеспечиваемой СРНС (СКО не более 5 м), при достаточном разрешении, яркости и контрастности ЦИ от БЦК БЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Распопов, В. Я. Микросистемы ориентации беспилотных летательных аппаратов / В.Я. Распопов. – М. : Машиностроение, 2011. – 184 с.
2. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы / Р. Клетте. пер. с англ. А. А. Слинкин. – М. : ДМК Пресс, 2019. – 506 с.
3. Fischler, M. A. Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography / M. A. Fischler, R. C. Bolles. – М., 1981. – P. 381–395.

УДК 623.002

К. П. Какошкин, А. А. Петроченко

Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь

ОСОБЕННОСТИ БОРЬБЫ С МАЛОРАЗМЕРНЫМИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ В ЗОНЕ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

В настоящее время наблюдается коренное изменение взглядов ведущих государств на организацию и ведение военных конфликтов. Анализ специальной военной операции Российской Федерации в Украине показал, что основное внимание наравне с высокоточным оружием, авиацией и группировкой ракетных войск и артиллерии уделяется применению беспилотных летательных аппаратов, а также их противодействию.

Данные обстоятельства привели к тому что, начиная с конца 2022 года в наземных соединениях, воинских частях, а также в подразделениях РЭБ, входящих в состав объединений и соединений видов вооруженных сил, родов войск вооруженных сил с обеих сторон

проводятся существенные изменения штатных структур, меняется перечень специальной техники радиопомех, формируются новые подразделения и принимаются на вооружение новые (модернизированные) образцы техники РЭБ по требованиям войск.

Можно утверждать, что основные усилия противоборствующих сторон направлены на выполнение задач по подавлению:

- спутниковой и УКВ-радиосвязи, которые на современном этапе являются основными в системе управления войсками и оружием во всех звеньях управления;

- сигналов спутниковых радионавигационных систем GPS, ГЛОНАСС, GALILEO и BeiDou, для чего в зоне специальной военной операции с обеих сторон развернуты пространственно-распределенные системы, позволяющие создать эшелонированное поле помех радионавигации (его наличие существенно затрудняет нанесение прицельных ударов беспилотными летательными аппаратами и высокоточным оружием вдоль всей линии фронта, в приграничных районах, а также по наиболее важным военным и государственным объектам);

- каналов управления и передачи данных микро и мини беспилотных летательных аппаратов (мультикоптерного и самолетного типов), применяющихся в комплексе с авиацией, реактивными системами залпового огня, ствольной артиллерии и огнемётными системам с целью ведения разведки, выдачи целеуказания и огневого поражения личного состава, а также вооружение, военную и специальную технику противника.

В рамках основных особенностей можно отметить, что для выполнения указанных задач РЭБ в зоне специальной военной операции силами и средствами РЭБ вооруженных сил противоборствующих сторон используются различные по назначению, размещению, виду воздействия, а также реализуемым физическим принципам действия средства РЭБ.

Отмечается, что к основным средствам РЭБ ВС России, задействованной в специальной военной операции, относятся:

- наземные комплексы РЭБ (станции) – «Палантин», «Поле-21М», РБ-301Б «Борисоглебск-2», КВ-радиосвязи «Мурманск-БН», РЭП Р-330Ж «Житель», РБ-341В «Леер-2, -3», «Тирада 2С» и комплекса РЭБ «Москва-1» с АСП 1Л269 «Красуха-2О» и 1РЛ257 «Красуха-4» и другие;

- комплексы РЭБ воздушных средств – «Витебск», «Гималаи», «Карпаты», «Хибины», «Фасоль» и другие;

- переносные, возимые и носимые малогабаритные средства РЭБ.

Анализ применения вышеуказанных средств позволяет отметить, что особое внимание уделяется последней группе средств. С учетом их «специализации» малогабаритные постановщики помех можно разделить на три подгруппы:

- первая подгруппа средств объединяет малогабаритные постановщики помех типа радиоэлектронное ружье (ПАРС-С, «Пищаль», «Аргумент», REX-1 и другие);

- вторая подгруппа средств включает носимые модели малогабаритных постановщиков помех («Гарпия», «Чистюля», «Тритон», «Волнорез», «Лесочек» и другие), которые предназначены для переноски (использования) в рюкзаке (кейсе) или для установки на вооружение, военную и специальную технику с возможностью крепления их на борту бронетехники, автомобильной техники или других средств подвижности;

- третья подгруппа средств состоит из многофункциональных комплексов противодействия малоразмерным беспилотным летательным аппаратам («Аргумент-3», «Рубеж-Автоматика», «Сапсан-Бекас», «Силок», «Солярис-Н» и другие).

Таким образом, анализ специальной военной операции на Украине позволил выявить существенные изменения в подходах к ведению военных конфликтов, с акцентом на использование и противодействие беспилотным летательным аппаратам и средствам РЭБ. Эти изменения привели к тому, что основной особенностью выполнения задач РЭБ является применение во всех подразделениях (от роты, батареи до батальона, дивизиона) противоборствующих сторон малогабаритных, переносных средств РЭБ. При этом наблюдается тенденция к уменьшению массогабаритных характеристик данных изделий и укомплектование ими каждой единицы техники и военнослужащего. В сложившихся условиях ключевыми стали задачи по подавлению связи и навигации, которые играют

важнейшую роль в применении беспилотных летательных аппаратов. Углубленное внимание к малогабаритным средствам РЭБ и их широкое применение на всех уровнях боевого обеспечения подчеркивает общую тенденцию адаптации вооруженных конфликтов к новым технологиям.

УДК69.059

М. И. Канапляник, И. И. Коваленко

*Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь*

ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ОБРУШЕНИИ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Беспилотный летательный аппарат (далее – БЛА) является незаменимым помощником при проведении аварийно-спасательных работ. Его часто называют дроном, хотя это не совсем точное определение, поскольку «дрон» может относиться к более широкому классу устройств, включая наземные, подводные и даже космические аппараты.

Аварийно-спасательные работы выполняются не только на поверхности земли, но также и в условиях завалов, в таких местах как туннели и различные подземные сооружения. Поиск пострадавших является актуальной задачей, для которой успешно используются БЛА.

БЛА оснащаются акустическими датчиками, которые способны улавливать звуки, не слышимые человеческому уху, например, звуки сердцебиения или дыхания. Таким образом с помощью данного метода можно определить находятся ли люди под завалами или нет. Так же немаловажной функцией является доставка медикаментов, воды и других жизненно необходимых снаряжений в зону разрушений. Проводится мониторинг атмосферных условий при помощи высокоточных датчиков, установленных на БЛА в зоне чрезвычайной ситуации для спасателей, проводящих работы под завалами. во избежание выделения газов из недр земли в результате обрушения породы.

БЛА с лазерными сканерами (LiDAR) или многокамерными системами могут создавать высокодетализированные 3D-модели зоны завала. Постоянное обновление 3D-моделей позволяет точно отследить любые изменения в структуре завала, что помогает определить, где могут произойти новые обрушения. На данном этапе МЧС Беларуси уже использует программное обеспечение для построения ортофотоплана (Agisoft Metashape: Professional Edition).

БЛА, оснащенные радиопередатчиками (DJI SDR Transmission), позволят пострадавшим напрямую связаться с спасателями, даже если мобильная связь отсутствует. Использование данного передатчика позволяет передачу данных на расстоянии до 3 км.

Для поиска тоннелей используется комплексная система разведки, важным элементом которой выступают установленные на БЛА гиперспектральные камеры.

Гиперспектральная камера для каждого пикселя сохраняет данные не о трех, а о многих десятках и сотнях спектральных диапазонов («цветов»), от среднего ИК до ультрафиолета. Взглянув на предмет такими «глазами», можно понять его химический состав и получить данные о его внутреннем устройстве.

При этом ни ИК-излучение, ни видимый свет не проникает сквозь землю, и несут информацию только о приповерхностных слоях. Утверждается, что используемые датчики позволяют с БЛА обнаруживать подземные полости, видеть бетонные трубы, а также замечать просачивающиеся испарения и выдыхаемый людьми углекислый газ. Все это позволяет найти людей под завалами в обрушившихся тоннелях при чрезвычайных ситуациях.

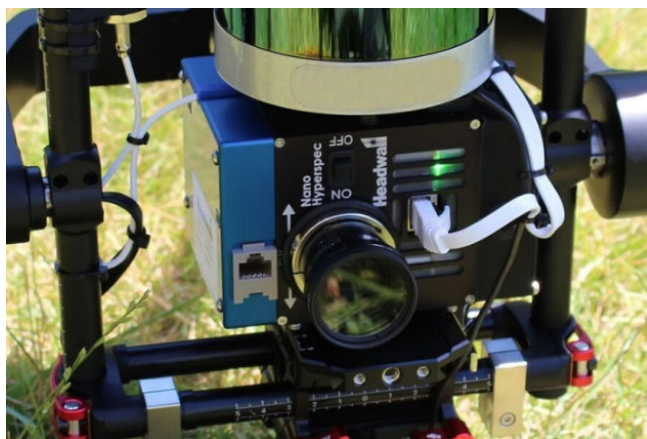


Рисунок 1 – Пример гиперспектральной камеры

Применение данных способов оказывают незаменимую помощь спасателям. Осуществление положительного результата при проведении аварийно-спасательных работ. Нахождение проблемных зон и поиск пострадавших значительно облегчается при использовании данной техники и встроенных программ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кругль, Г. Профессиональное видеонаблюдение – 2 / Г. Кругль. – М. : Security Focus, 2021. – 626 с.
2. Учебно-методическое пособие по использованию беспилотных летательных аппаратов. – Минск, 2020. – 16 с.
3. Сайт фирмы «DJI». Использование LIDAR в беспилотных летательных аппаратах. Режим доступа: <https://djimsk.ru/guides/2024/10/22/ispolzovanie-bpla-s-lidar/>. Дата доступа 30.10.2024.

УДК 614.8.084

Д. И. Рокало, И. И. Коваленко

*Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ

Помимо ликвидации чрезвычайных ситуаций, главной задачей Министерства по чрезвычайным ситуациям является предупреждение, что включает в себя подготовку к бедствию или катастрофе, реакцию на чрезвычайные ситуации, такие как эвакуация, а также поддержку населения и участие в восстановлении после природных и техногенных катастроф. Предупреждение чрезвычайных ситуаций представляет собой комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно для максимально возможного уменьшения риска их возникновения, сохранения здоровья людей и снижения ущерба природной среде.

При проведении мероприятий различного характера, немаловажную роль в обеспечении безопасности играет Министерство по чрезвычайным ситуациям. Задача следить как за противопожарным режимом, так и за общей безопасностью граждан. Во время участия в массовых мероприятиях ведется наблюдение за необходимостью соблюдать и поддерживать общественный порядок, не допускать действий, способных привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, создающих опасность для окружающих. Не оставлять без присмотра несовершеннолетних детей. Парковать автотранспорт в специально отведенных местах.

Дроны (далее – БЛА), оснащенные искусственным интеллектом (далее – ИИ), могут быть использованы для оценки угрозы столпотворений, регулирования прохода толпы по путям, не допускающим давки, и обнаружения посторонних предметов. С помощью алгоритмов машинного обучения, такие как компьютерное зрение, метод дерева решений (CART) производится анализ видеоданных с камер летательных аппаратов и заносится на сервер в базу данных. Там же производится окончательная оценка риска столпотворений, идентифицируется и отслеживается движение людей в толпе, предупреждаются соответствующие органы о потенциальной угрозе.

Так, разработанное компанией «Neurala» программное обеспечение, предназначенное для анализа потокового видео с дронов и идентификации живых существ, транспортных средств и браконьеров с оружием в реальном времени без вмешательства человека, может послужить примером для написания программного обеспечения отечественного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Авиационных правил организации и выполнения полетов государственных беспилотных летательных аппаратов Республики Беларусь: постановление Министерства обороны Республики Беларусь, 1 августа 2022 г., № 41. – Минск, 2022. – 20 с.

2. Об изменении Воздушного кодекса Республики Беларусь: Закон Республики Беларусь от 5 января 2024 г. № 346-З. – Минск, 2024. – 23 с.

УДК 528.7,629.3.05

Е. С. Максимович¹, Ю. И. Семак²

¹*Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси»,*

²*Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси*

УВЕЛИЧЕНИЕ ЗАМЕТНОСТИ ОБЪЕКТА

Существуют задачи, когда необходимо увеличить эффективную площадь рассеяния (далее – ЭПР) объекта для радиолокационного увеличения заметности, например, для маскировки стратегических предприятий и пунктов, создания ложного рельефа береговой линии, использования объектов с высокой ЭПР в качестве приманки для отвода от курса летящей ракеты или перенаправления ее к менее значимой цели, имитации цели, изменения ее сигнатуры (сделать конкретную цель похожей на другую) и пр.

В качестве одного из классов устройств, решающих данные задачи, используются пассивные отражатели или системы на их основе [1], к которым относятся металлические уголкового отражатели как одиночные, так и выстроенные в линейки, цилиндры, полусферы, решетки Van-Atta, плоские, цилиндрические линзы или шарообразные линзы Люнеберга и пр. Радиолокационные отражатели могут также включать активные элементы для усиления обратного рассеянного сигнала или для его изменения, например, путем введения модуляции или моделирования профилей дальности. Такие устройства играют важную роль в обмане станций обнаружения или сопровождения.

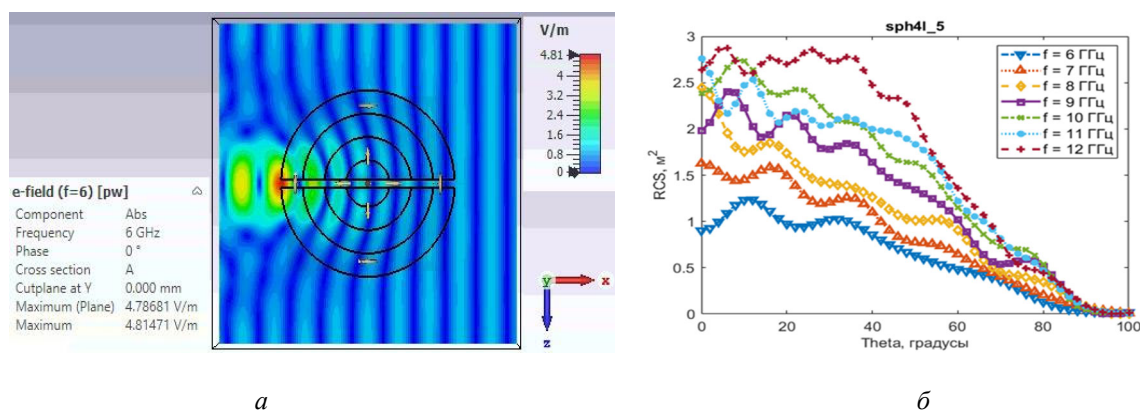
Особым классом являются пассивные многоразовые тренировочные мишени на основе беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА), где кроме обеспечения высокой ЭПР разработчики должны минимизировать геометрические размеры, вес и стоимость отражателя и мишени в целом. В идеале отражатель не должен выходить за пределы корпуса летательного аппарата, а лучше – составлять часть поверхности, на которой он может быть установлен. Поскольку ракурс радиолокационной цели можно считать случайным, то и величина ЭПР в каждый

отдельный момент времени и при каждом ракурсе съема информации является случайной. Следовательно, отражатель должен работать в широком диапазоне углов обзора и радиолокационных частот.

Если стоит вопрос разработки и изготовления отражателей под конкретную задачу, то использование результатов численных исследований, позволяющих учесть много параметров, является научно, экономически и практически обоснованным. Получение радиолокационной информации о готовых объектах различного типа посредством проведения натурных испытаний связано со значительными материальными, техническими, организационными и временными затратами. Поэтому в качестве наиболее доступного способа получения априорных данных о характеристиках рассеяния объектов со сложной геометрией можно рассматривать методы численного моделирования. Для решения электромагнитных задач в статическом режиме наилучшим образом подходят программные продукты HFSS, FDTD, CST Studio Suite, каждый из которых обладает набором методов/решателей [2–4].

В рамках данных исследований использовались методы, заложенные в программное обеспечение CST Studio Suite, в частности, метод конечного интегрирования (FIT, Finite-Integration Theory), являющийся методом пространственной дискретизации, при этом в решающем устройстве реализовался метод конечных разностей во временной области (FDTD – Finite-Difference Time-Domain) как частный случай метода FIT. Важная особенность решения во временной области – достаточно высокая точность и пропорциональная зависимость требуемых вычислительных ресурсов от размеров структуры, в отличие, например, от метода конечных элементов (реализован в программе HFSS Ansoft), где пространство расчета замкнутое и ограниченное.

В данной работе были численно исследованы характеристики слоистых систем шарообразной формы (линз Люнеберга) с различного типа отражателями, изучены возможности минимизации геометрических размеров и упрощения конструкции слоистой диэлектрической структуры с максимальной возможностью сохранения физических параметров. В качестве основных критериев рассматривались формирование плоского фронта, удержание точки фокуса на краю структуры, адекватная зависимость коэффициента усиления от диаметра системы и количества слоев. В результате моделирования была выбрана четырехслойная сферическая модель линзы диаметром 140 мм со следующими диэлектрическими проницаемостями слоев: 1.89, 1.67, 1.45, 1.23. Внешний вид модели с технологическим отверстием, распределение электрического поля и график зависимостей ЭПР от угла обзора показаны на рисунке 1.



a – Внешний вид модели 4-слойной линзы с технологическим отверстием и распределением электрического поля; *б* – Зависимость ЭПР от угла обзора

Рисунок 1 – Результаты моделирования 4-слойной линзы

Линза была изготовлена и экспериментально исследована в безэховой камере. Эталонным объектом служил металлический диск диаметром 140 мм, ЭПР которого для разных частот рассчитывалась по известной формуле. Зная ЭПР эталона и величину отраженных сигналов от

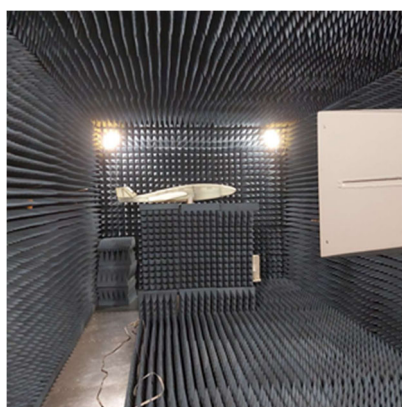
объекта и эталона, ЭПР объекта вычислялась на заданных частотах. Результаты измерений ЭПР 4-слойной линзы приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерения ЭПР 4-слойной линзы от угла обзора

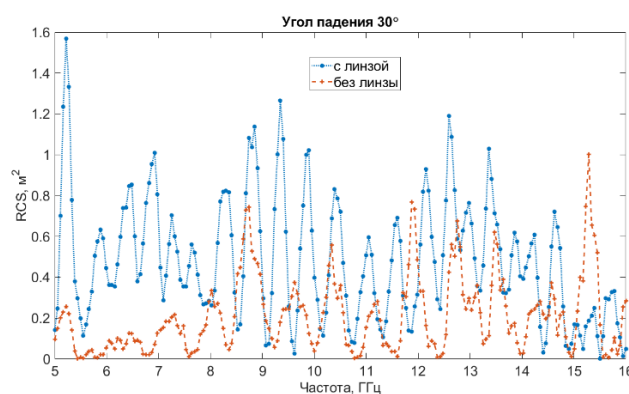
Частота, ГГц	ЭПР при 0°, м ²	ЭПР при 0°–10°, м ²	ЭПР при 0°–20°, м ²	ЭПР при 0°–30°, м ²	ЭПР при 0°–44°, м ²	ЭПР при 0°–60°, м ²
6	1,005	0,800	0,760	0,570	0,45	0,20
8	1,220	1,430	1,256	1,128	0,79	0,39
10	1,798	1,258	0,950	1,147	0,97	0,47
12	1,880	1,798	2,060	1,016	0,68	0,62

Было выявлено, что значения ЭПР, полученные в процессе измерений, оказались несколько ниже, чем полученные при численном моделировании, особенно на более высоких частотах. Это обусловлено прежде всего сложностью процесса расчета полной структуры, точность которого закладывается в выбранном методе расчета. Кроме того, при моделировании происходит идеализация объекта моделирования с четким подбором граничных условий при упрощении диэлектрического слоя. Задачи такого класса сложности требуют больших машинных и временных ресурсов, либо предполагают метод разбиения объекта на части, просчета ЭПР для каждой части и сшивания результатов, что так же не обязательно приведет к повышению точности. При этом, необходимо отметить, что общая тенденция поведения характеристик S-параметров, определения основных ярких точек, зависимости ЭПР от угла наблюдения наблюдалась как для расчетных, так и для экспериментально полученных данных. Как видно из таблицы 1, значения эффективной площади рассеяния при углах 0°–30° и 0°–44° на частоте 10 ГГц несколько ниже, чем на частоте 8 ГГц. Это может быть связано еще и с тем, что недостаточно точно был выполнен фокусирующий шар линзы.

Размещение линзы внутри фюзеляжа многоразовой тренировочной мишени (БПЛА самолетного типа), выполненной из диэлектрического композиционного материала на основе стеклоткани с диэлектрической проницаемостью порядка 3.2–3.4, привело к существенному увеличению значения ЭПР объекта. На рисунке 2 приведены результаты измерений ЭПР БПЛА без линзы и с линзой в частотном диапазоне 5–16 ГГц для угла поворота мишени 30° от носовой части фюзеляжа.



а



б

а – Установленная мишень в безэховой камере, б – Результаты измерений ЭПР БЛА без линзы и с линзой (угол поворота мишени 30°, частотный диапазон 5–15 ГГц)

Рисунок 2 – Результаты экспериментальных исследований ЭПР мишени с линзой и без линзы

В результате экспериментальных исследований было установлено, что влияние линзы на увеличение ЭПР мишени является существенным при углах наблюдения до $\pm 50^\circ$. Надо отметить также, что при угле наблюдения 90° площадь рассеяния за счет металлического отражателя линзы резко увеличивалась и в целом ЭПР мишени с линзой становилось меньше ЭПР мишени без линзы.

Таким образом, в работе проведены исследования оптимально минимизированных под требования условий применения отражателей на основе линзы Лüneберга, теоретически и экспериментально исследовано влияние линзы на заметность мишени, разработанной на основе БПЛА самолетного типа. Выявлено, что в пределах углов наблюдения за объектом $\pm 50^\circ$, заметность объекта с размещенной внутри линзой существенно увеличивается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кобак, В. О. Радиолокационные отражатели / В. О. Кобак. – М. : Советское радио, 1975. – 348 с.
2. Mittra, R. Computational Electromagnetics. Recent Advances and Engineering Applications / Raj Mittra. – Springer, 2013. – 707 p.
3. Fuchs, B. Design optimization of multishell Luneburg lenses, / B. Fuchs, L. Le Coq, O. Lafond // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 2007. – Vol. 55, No. 2. – P. 25–30.
4. Maksimovitch, Y. Assessment of Reflective Properties of the Object by Electromagnetic Simulation / Yelena Maksimovitch, Vitaly Badeev, Manuchehr Malikzoda // IEEE Ukrainian Microwave Week, Kharkiv, Ukraine, September 21 – 25, 2020. – Kharkiv, 2020. – P. 120–126.

УДК 629.7.054:630.57

И. С. Маркова¹, И.П. Аниськов¹, А. Р. Понтус²

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси,

²Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси»

ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО АВИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

Визуальное диагностирование большинства болезней хвойных экосистем довольно проблематично ввиду того, что ранние общие симптомы поражения древостоев – усыхание ветвей, пожелтение, побурение и опадение или отмирание хвои начинают свое проявление с верхних ярусов дерева, где непосредственный верховой визуальный осмотр бывает невозможен [1–3].

Интеграция беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) с гиперспектральной камерой расширяет возможности сбора данных, позволяет проводить более подробную и точную оценку состояния лесов. Использование БЛА для раннего выявления вредителей и болезней деревьев позволяет проводить регулярное обследование больших площадей с минимальными затратами времени и ресурсов. Кроме того, БЛА в лесном хозяйстве могут также применяться для картографирования и классификации растительности, оценки запасов биомассы и углерода в лесах, выбора участков для лесопосадок, обнаружения очагов возгорания и обнаружения зон риска возникновения пожаров и т. д. [4].

Преимущества гиперспектральной аэросъемки:

- высокая чувствительность (детектирует малейшие изменения фотосинтетической активности хвои, вызванные вредителями и заболеваниями);
- точность и надежность (позволяет выявить болезни растений даже на ранних стадиях развития);
- широкий охват (возможность обследования больших территорий за короткое время без необходимости физического присутствия специалистов на месте).

Гиперспектральная съемка может обнаруживать определенные сигнатуры, связанные с вредителями и болезнями леса. Это достигается путем анализа отражения света от растительности.

Больные или зараженные вредителями растения часто демонстрируют отчетливые спектральные сигнатуры из-за изменений пигмента, содержания влаги и структуры клеток.

Аэро съемочные полеты беспилотного авиационного комплекса (далее – БАК) с целью выявления повреждений лесных насаждений и дальнейшего проведения лесопатологического дешифрирования следует осуществлять в визуальных метеорологических условиях днем, при горизонтальной видимости под облаками 10 км и более, ветре до 5–6 м/с, через 2 ч. после восхода Солнца и заканчивать за 3 ч до захода Солнца, при этом Солнце должно находиться выше 30–45 градусов над горизонтом. Оптимальный срок проведения полетов – с конца мая по начало сентября.

В ходе выполнения исследований аэро съемка состояния древостоев выбранных участков хвойных экосистем, как правило, производится до выполнения полного объема съемки по каждому заранее установленному участку лесных насаждений и последующим лесопатологический дешифрированием снимков.

Инновационным является комплексное лесопатологическое дешифрирование – аналитико-измерительное или автоматизированное (интерактивное), с использованием искусственного интеллекта на основе нейронных сетей.

Результаты обработки материалов аэро съемки на основе нейронных сетей представлены на рисунке 1. Участки, отмеченные белым цветом, отображают наибольшую вероятность нахождения зараженных участков леса.

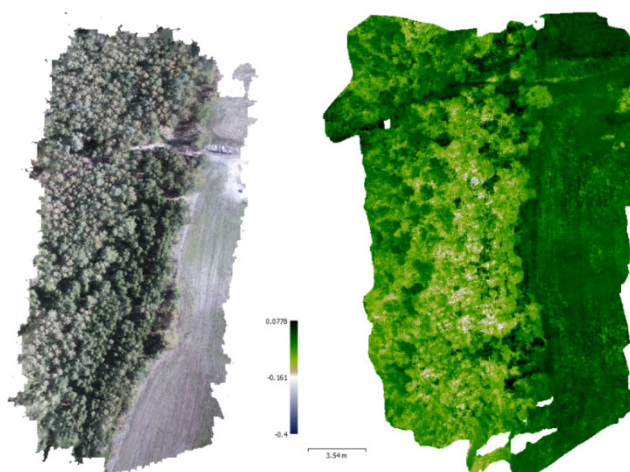


Рисунок 1 – Результаты обработки нейронных сетей

Таким образом, использование специализированного БАК гиперспектральной аэро съемки может помочь работникам лесного хозяйства и ученым более точно определять состояние текущего эколого-функционального состояния лесов, оценки их динамики, ресурсного потенциала и экосистемных функций лесов, что важно для сохранения биоразнообразия и устойчивости хвойных экосистем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основные болезни хвойных [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ruspitomniki.ru/article/670/>. – Дата доступа: 30.10.2024.
2. Болезни хвойных растений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pitomnik-zr.ru/statyi/bolezni-xvojnyx-rastenij/>. – Дата доступа: 30.10.2024.
3. Наглядная таблица болезней хвойных пород и меры их защиты [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.martin-sad.ru/about/advice/bolezni-khvoynyx-derevev-i-kustarnikov/>. – Дата доступа: 30.10.2024.
4. Беспилотные машины и аппараты в лесном хозяйстве / Ю. В. Суханов [и др.] // Наука, технологии, общество: II Всероссийская научная конференция. – М., 2022. – С. 226–232.

УДК 656.71 34

В. Ю. Подрез, Р. А. Вишнеvский

*Белорусская государственная академия авиации***ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ АЭРОПОРТОВ ОТ НЕЗАКОННОГО
ВМЕШАТЕЛЬСТВА БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Огромное количество жителей планеты пользуется авиационным сообщением. Одни люди летают очень часто, другие реже, но все мы представляем себе, что такое аэропорт. Это большой и сложный комплекс сооружений, который предназначен для приема и отправки самых разных воздушных судов, как грузовых, так и пассажирских. Для успешной работы аэропорта трудится множество людей, представляющих разнообразные службы. Это авиационные компании, компании, ведущие наземное обслуживание воздушных судов, ведомства, осуществляющие таможенный и паспортный контроль, службы безопасности, проводящие предполетный досмотр. Взлет, посадка и рулежка самолетов строго регламентированы и контролируются авиационными диспетчерами. От их организованной работы зависит не только комфорт пассажиров, но и самое главное – безопасность.

Производство большого количества беспилотных воздушных судов (далее – БВС) в мире привело к тому, что любой человек может использовать их в своих целях, в том числе и в корыстных побуждениях или для проведения террористического акта. Для безопасного использования воздушного пространства в районах гражданских аэропортов безусловно важное значение имеет эффективная защита от полетов БВС.

По данным из открытых источников количество нарушений использования воздушного пространства за последние несколько лет неуклонно растет, при этом, в большинстве случаев, установить нарушителя не представляется возможным. С учетом большого размера территории, которую занимают современные аэропорты необходимо применение целого комплекса мероприятий [1].

Начиная с начала 2020 года, авиационными властями различных стран стали активно внедряться специализированные программы для выявления и минимизации потенциальных угроз со стороны различных видов БВС в пределах воздушного пространства аэропортов. Эти меры направлены на усиление безопасности пассажиров и воздушных судов от рисков, связанных с присутствием БВС в воздушном пространстве аэропорта [2].

Основными направлениями защиты аэропортов являются:

1. Применение средств радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ). Это использование радиолокационных систем обнаружения и измерения параметров полета БВС. При обнаружении БВС применяются средства РЭБ. Это предполагает радиоэлектронное вмешательство в управляющие каналы БВС и его бортовые приемники сигналов спутниковых навигационных систем с помощью узко, или широкодиапазонных помех. В результате этой интервенции оператор БВС теряет управление над аппаратом, а сам БВС безопасно совершает посадку без повреждений или самостоятельно возвращается в начальную точку запуска.

2. Применение средств вооруженной охраны аэропорта. Использование вооружения для защиты аэропортов от незаконных полетов БВС имеет большое значение для обеспечения безопасности. Использование зенитно-ракетных систем и других видов современного оружия способны поражать различные модификации БВС с высокой эффективностью. Такие многоцелевые системы преимущественно устанавливаются на стратегически важных аэродромах как государственной авиации, так и смешанного базирования. Однако, службы авиационной безопасности гражданских аэропортов не имеют право применения оружия в отношении БВС.

3. Физическая защита аэропортов. Создание физических барьеров для полетов БВС при больших площадях аэропортов является малоэффективным способом защиты, однако также может использоваться в аэропортах. Создание пунктов наблюдения с использованием

приборов ночного видения, современных оптических и инфракрасных систем обнаружения воздушных объектов, может позволить выявлять БВС на больших расстояниях. При этом время на принятие решений по выявленным нарушителям у службы авиационной безопасности будет значительно больше.

4. Административные процедуры. Работа по установлению запретных зон для выполнения полетов БВС в районах аэропортов является ключевым фактором для обеспечения безопасности полетов. Работа по усовершенствованию законодательства в области защиты стратегически важных объектов в Республике Беларусь в том числе и аэропортов находится на начальном этапе. Принятие законов в области защиты объектов от противоправных действий БВС повысит эффективность применения специальных мер защиты аэропортов.[3].

Для противодействия противоправных действий БВС необходима программа, направленная на решение вопроса защиты гражданских аэропортов. При этом, ключевым элементом в системе защиты должен быть квалифицированный авиационный персонал. Именно они обеспечивают надежность защиты аэропорта, эффективно используя вспомогательную технику для оперативного выявления угроз или их нейтрализации. Технические средства, установленные в аэропорту, помогают эффективно выявлять и устранять угрозы противоправных действий неустановленных лиц, использующих БВС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Защита аэропортов от БЛА: требования к технологиям [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.secuteck.ru/articles/zashchita-aehroporta-ot-bpla-trebovaniya-k-tekhnologiyam>. – Дата доступа 18.11.2024.

2. Петров, Д. А. Способы защиты аэродромов от применения беспилотных летательных аппаратов / Д. А. Петров, В. С. Воробьев, А. А. Клепиковский // Вопросы науки и образования. – 2024. – № 6 (178). – С. 53–58.

3. Защита аэропортов от беспилотников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://anti-dron.ru/produkty/zashchita-aeroportov-ot-dronov-i-kvadropteroov.html>. – Дата доступа: 18.11.2024.

УДК 355.345

И. В. Гражевский, К. Е. Рогачевский

Белорусская государственная академия авиации

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ФОТОСХЕМ

Главной задачей составления фотосхемы является получение отчетно-информационного документа с фотографическим изображением имеющихся на нем объектов, полученного в результате воздушного фотографирования, оформленного в соответствии с принятыми правилами и поставленной задачей.

Вид фотодокумента в каждом конкретном случае определяется объектом фотографирования, способом фотографирования, размером аэроснимков, их числом, временем, отводимым на изготовление фотодокумента, специальными требованиями, которые определяются при постановке задач.

Данная программа будет актуальной и может применяться в различных ситуациях. Она позволит автоматизировать систему составления фотосхемы. Будет сформирован единый стандарт составления фотосхемы.

Особое внимание при изготовлении фотодокументов должно быть уделено их стандартизации по размерам и форме самих фотодокументов, элементов оформления, надписей и условных знаков, расположению элементов оформления, применяемым шрифтам.

Своевременность и быстрота составления фотосхемы позволит в кратчайшие сроки поразить объект до того, как он изменит свое местоположение. Это позволит сэкономить запас ресурса БЛА и выдачи новой задачи.

Главная проблема заключается в том, что нет стандарта на составление фотосхем и не сформирован алгоритм действий, на обработку и сшивку снимков уходит много времени и физической нагрузки на человека, что влияет на достоверность и своевременность донесения.

Для оптимизации составления фотосхемы, ее качества и своевременности, а также наилучшей достоверности, необходимо разработать программное средство для автоматизации составления фотосхем.

Программное средство должно выполнять ряд основных задач:

- получение снимков из видеопотока и их обработка;
- определение масштаба снимка;
- определение координат снимка;
- выделение зоны интереса и ее масштабирования;
- выделение контрастных объектов на снимке и их нумерация;
- измерение расстояний между объектами;

Программное средство по автоматизированному составлению фотосхем позволит минимизировать время обработки и составления фотосхем и минимизировать степень утомляемости.

Лишь зная и строго выполняя порядок действий, а также стандартизовав и автоматизировав составление фотосхемы удастся повысить оперативность и достоверность информации и достигнуть наивысшего уровня выполнения задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководство по воздушному фотографированию и обработке его результатов. Приложение к приказу командующего, 1996.
2. Об утверждении Руководства по применению подразделений беспилотной авиации. Приказ Министра обороны Республики Беларусь №701 от 1 июня 2020.

УДК 355.23

И. В. Рожков¹, В. В. Новик²

¹*Белорусская государственная академия авиации,*
²*Национальный детский технопарк*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО НЕСУЩЕГО ВИНТА С РЕВЕРСОМ ТЯГИ

Разработка моделей беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) с цилиндрическими несущими винтами представляет собой перспективное направление в области авиации и аэродинамики.

В последние десятилетия наблюдается значительный интерес к новым формам и концепциям, способным улучшить характеристики летательных аппаратов, такие как эффективность, маневренность, шумность и безопасность. Цилиндрические несущие винты, благодаря своей уникальной геометрии и аэродинамическим свойствам, открывают новые горизонты для проектирования и эксплуатации летательных аппаратов [2, 3].

Цилиндрический винт с реверсом тяги, также известный как циклоидальный ротор, представляет собой механическую систему, которая позволяет генерировать чистую аэродинамическую силу (перпендикулярную оси вращения), величиной и направлением которой можно управлять. Это важная особенность делает цилиндрический винт с реверсом

тяги привлекательной двигательной установкой для широкого спектра применений, поскольку это может улучшить маневренность в условиях полета.

Цилиндрические несущие винты предполагают ряд преимуществ, включая:

1. Увеличение подъемной силы: уникальная форма может повысить эффективность подъема, что особенно важно для легких и маневренных дронов.
2. Снижение уровня шума: в условиях городской застройки и плотного населения уменьшение шума становится критически важным фактором.
3. Устойчивость к повреждениям: дизайн с цилиндрическими винтами может улучшить защиту от механических повреждений, что увеличивает безопасность эксплуатации.

Перспективы использования:

1. Развитие новых конструкций: исследования в области аэродинамики могут привести к созданию новых форм цилиндрических винтов, которые будут еще более эффективными.
2. Многофункциональные БЛА: с учетом растущих потребностей в многофункциональных БЛА, цилиндрические винты могут быть адаптированы для выполнения различных задач, включая сельское хозяйство, транспортировку и разведку.
3. Экологические аспекты: с увеличением внимания к экологии, использование более эффективных винтов может привести к снижению потребления энергии.
4. Интеграция с новыми технологиями: возможность интеграции с электрическими и гибридными силовыми установками делает цилиндрические винты перспективными для будущих разработок.

В предлагаемой модели цилиндрического винта используются роторы с закрытыми торцами. Расчеты и эксперимент показали, что при использовании открытых торцов через них происходит интенсивная эжекция воздуха, которая существенно меняет аэродинамику как внутри ротора, так и формируемой струи. Лопастей при этом работают в существенно неравномерном потоке воздуха и несут локально большие нагрузки. Формируемая от ротора струя расплющивается, что может негативно сказываться на управлении аппаратом (плоские струи менее устойчивы).

Ротор с закрытыми торцами формирует компактную прямоточную струю [1]. Из данных экспериментальных исследований на лабораторной установке с цилиндрическим ротором диаметром 0,6 м и длиной 0,5 м следовало, что эффективность цилиндрического несущего винта с закрытыми торцами ротора для различных величин тяги (разные скорости вращения ротора) на 15 процентов выше, чем эффективность двигателя с открытыми торцами (рисунок 1).

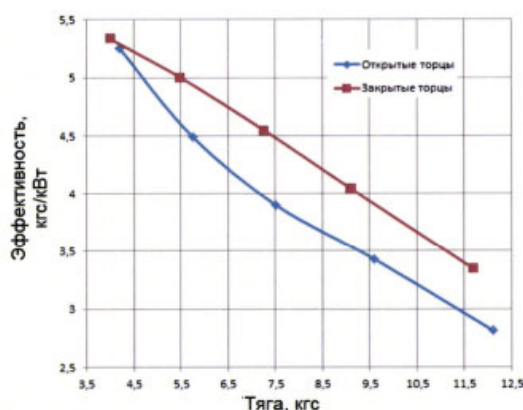


Рисунок 1 – Эффективность цилиндрического несущего винта

Повышение эффективности цилиндрического несущего винта достигается за счет изменения формы поверхности лопастей. Так как лопасти в роторе совершают не прямолинейное движение, а по окружности, то для повышения эффективности необходимо использовать не симметричные профили, а искривленные вдоль хорды. Искривление достигается уменьшением

толщины профиля нижней половины лопасти по отношению к верхней половине. Конкретная, наиболее целесообразная форма лопасти зависит от конструкции цилиндрического несущего винта и от режимов его работы.

Для демонстрации работы механики цилиндрического несущего винта была разработана 3D-модель (рисунок 2).

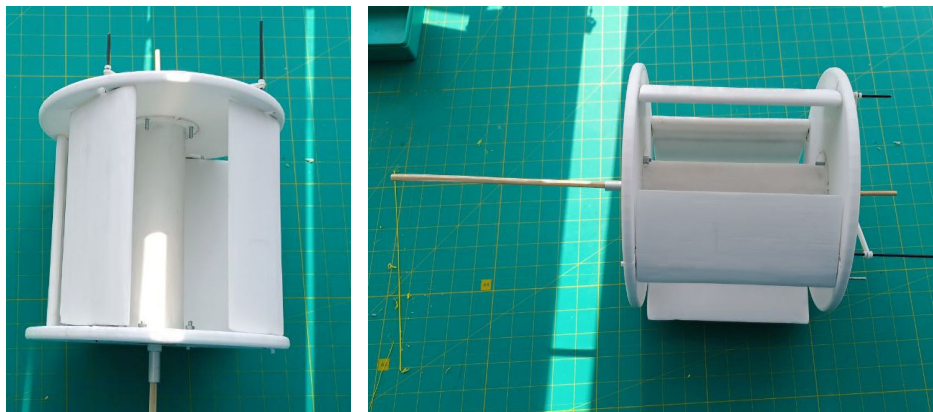


Рисунок 2 – 3D-модель цилиндрического несущего винта

Модель цилиндрического несущего винта с реверсом тяги состоит из ротора, набора лопастей, вращающихся по круговой орбите вокруг оси ротора и поворачивающихся вокруг собственной оси, и механической системы управления углом атаки лопастей и двигательной установки. Ротор имеет закрытые торцы. Лопасти искривлены вдоль хорды, т. е. имеют не симметричный профиль. Поверхность лопастей выполнена гладкой.

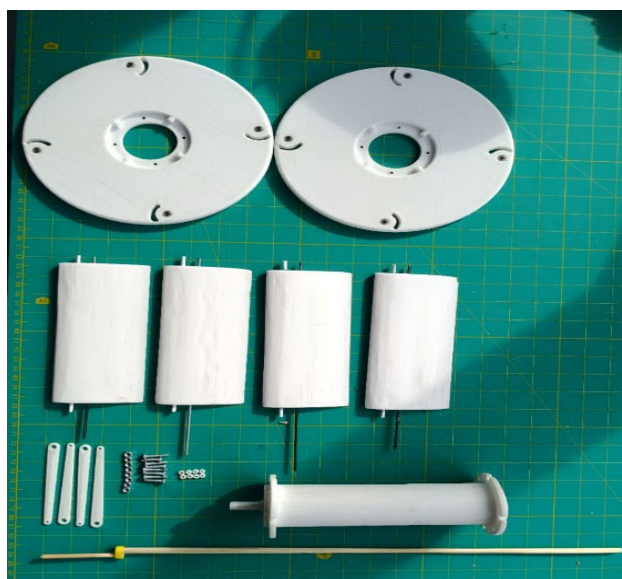


Рисунок 3 – Состав модели цилиндрического несущего винта

Модель цилиндрического несущего винта с реверсом тяги (рисунок 3) состоит из четырех лопастей расположенных по диаметру, вращающихся вокруг оси ротора, создавая направленное движение. Для того чтобы создавать движение необходимо изменять углы наклона отдельных лопастей с помощью механизма управления шагом лопастей.

Существует три типа цилиндрического несущего винта, из них два представляют наибольший практический интерес: движение по укороченной циклоиде (curtate) и движение по удлиненной циклоиде (prolate). При движении по укороченной циклоиде (curtate) лопасти совершают периодические колебательные движения вокруг своей оси, обеспечивая высокую

тягу при низкой скорости поступательного движения. При движении по удлиненной циклоиде (prolate) лопасти совершают круговое вращение вокруг собственной оси, обеспечивая высокую скорость передвижения при относительно низкой тяге.

Таким образом, разработка и внедрение цилиндрического несущего винта с механизмом управления шагом лопастей, который может попеременно работать как в режиме укороченной циклоиды, так и в режиме удлиненной циклоиды с переходом из одного режима в другой без остановки вращения ротора позволит обеспечить высокую тягу, увеличить скорость движения и расширить диапазон возможностей транспортных средств и устройств с цилиндрическим пропеллером.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горюнов, Ю. Н. Численное исследование аэродинамических и энергетических характеристик циклоидального ротора под действием набегающего потока / Ю. Н. Горюнов, А. А. Дектерев // Вычислительные технологии. – 2018. – Т. 23, № 6. – С. 25–34.

2. Коваленко, Г. Д. Летательный аппарат с роторным двигателем альтернатива наземным транспортным средствам / Г. Д. Коваленко, А. М. Спиринов // Материалы XIII Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию Р47 Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та имени академика М. Ф. Решетнева (10–12 нояб. 2009, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2009. – Ч. 1. – 384 с.

УДК614.84

М. В. Секержицкий, И. И. Коваленко

*Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь*

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В ПОЖАРООПАСНЫЙ ПЕРИОД

Торфяные пожары представляют собой серьезную экологическую угрозу, особенно в Беларуси, где распространены обширные торфяники. Эффективное обнаружение и мониторинг таких пожаров являются важнейшими задачами для предотвращения экологических катастроф. Применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) в сочетании с современными сенсорами и искусственным интеллектом открывает новые возможности для мониторинга состояния экосистемы и обнаружения пожаров.

БЛА, оснащаемые тепловизионными и мультиспектральными камерами, способны выявлять аномальные температурные изменения и изменения в состоянии растительности, которые могут гореть на глубине в течение длительного времени. Указывающие на наличие торфяных пожаров.

В качестве полезной нагрузки для DJI Mavic 3T можно использовать профессиональную мультиспектральную камеру MicaSense RedEdge-MX, которая способна снимать одновременно в пяти дискретных спектральных диапазонах для получения геометрически и радиометрически точной и полной информации об температурных характеристиках, а также для анализа состояния растительности.

Использование инфракрасных лучей позволяет регистрировать тепло, исходящее от горения торфа, даже под слоями растительности. Данные о составе почвы и глубине торфяников считываются с помощью георадарных технологий и лидарных систем. Эти методы вместе с программным обеспечением позволяют определить, где возможно обрушения почвы в результате пожара, максимальную площадь распространения, а также оценить устойчивость грунта.

Инфракрасные лучи, мультиспектральные и гиперспектральные лучи используются для получения информации о температуре в конкретных точках горения на пожаре, а также для на поверхности грунта.

Искусственный интеллект анализирует собранные данные, применяя методы машинного обучения и компьютерного зрения для извлечения ключевой информации и выявления паттернов. Модели машинного обучения прогнозируют вероятные зоны распространения пожара и риски обрушения, основываясь на исторических данных и текущих измерениях.

Интерактивные панели и специализированные приложения обеспечивают визуализацию данных и их доступность для операторов и пожарных, что способствует быстрому принятию решений. ИИ также сможет быстро адаптировать план действий в зависимости от изменений на месте пожара, что увеличивает эффективность реагирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – М. : Техносфера, 2008. – 312 с.
2. Шовенгард, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгард. – М. : Техносфера, 2013. – 592 с.

УДК 623.74

А. П. Семенов

Белорусская государственная академия авиации

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В настоящее время беспилотные авиационные комплексы (далее – БАК) стремительно интегрируются в военную и гражданскую сферы, демонстрируя широкий спектр применений. Несмотря на значительный прогресс, ряд технических проблем ограничивает их технические возможности. Ключевой задачей остается повышение энергоэффективности беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА). Ограниченная продолжительность полета, обусловленная емкостью аккумуляторов, существенно сужает область применения БПЛА.

Основным потребителем электроэнергии в БПЛА является его винто-моторная группа (далее – ВМГ), в этой связи актуальным направлением исследований становится поиск инновационных решений по повышению эффективности БПЛА за счет оптимизации ее энергопотребления без потери в значении тяги. Для этих целей активно применяются различные системы диагностики ВМГ. Существующие образцы контроля ВМГ характеризуются следующими недостатками: относительно высокая цена, что ограничивает их повсеместное применение в особенности для небольших коллективов энтузиастов; ограниченная функциональность (во многих образцах отсутствует возможность измерения вибраций, регистрации данных и т. д), закрытый исходный код (не позволяет осуществлять доработку). Данные недостатки в совокупности приводят к необходимости разработки собственной системы диагностики ВМГ. Основными типовыми контролируемыми параметрами ВМГ являются: тяга, скорость вращения винта, энергопотребление. На основании сформулированных требований, разработана структурная схема измерительного стенда, позволяющего проводить комплексную диагностику параметров ВМГ и оптимизировать их для конкретного применения. Для повышения функциональности разрабатываемого стенда целесообразно осуществлять измерения вибраций, а осуществление управления записи и анализа данных производить на ПК. При обосновании технического облика стенда для автоматизации испытаний ВМГ необходимо определить решаемые задачи: измерение данных о тяге, потребляемом токе и

напряжении ВМГ; прием, обработка и сохранение информации на персональном компьютере. Для решения поставленных выше задач предлагается использовать схему технической реализации стенда, представленную на рисунке 1.

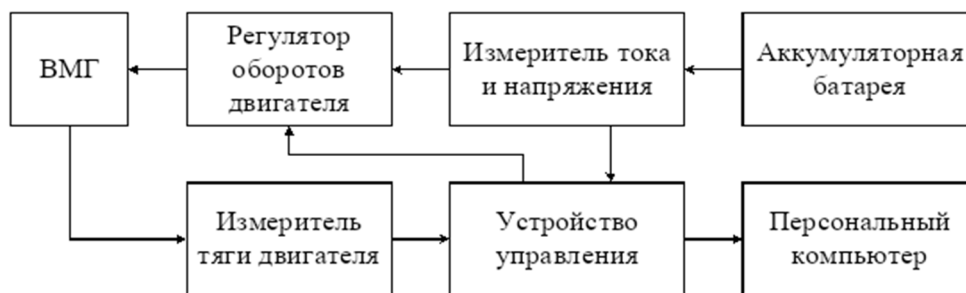


Рисунок 1 – Функциональная схема стенда испытаний ВМГ

В процессе практической реализации стенда использовались следующие элементы: электродвигатель, регулятор оборотов, измеритель тока и напряжения, измеритель тяги двигателя, устройство управления, персональный компьютер. В экспериментальных исследованиях используется двигатель DJI 2212/920KV, который является бюджетным вариантом электродвигателя, активно применяемым для разработки недорогих вариантов квадрокоптеров. Для обеспечения его функционирования используется регулятор оборотов (VOLANTECH EP-40 PRO), который обеспечивает подачу на электродвигатель управляющего сигнала током не более 30 А. Измеритель тока и напряжения представляет собой микросхему ACS712 на рисунке 2 (а), которая предназначена для измерения тока потребляемого регулятором оборотов и преобразование мегозначения в пропорциональный уровень напряжения, что отражено на рисунке 2 (б).

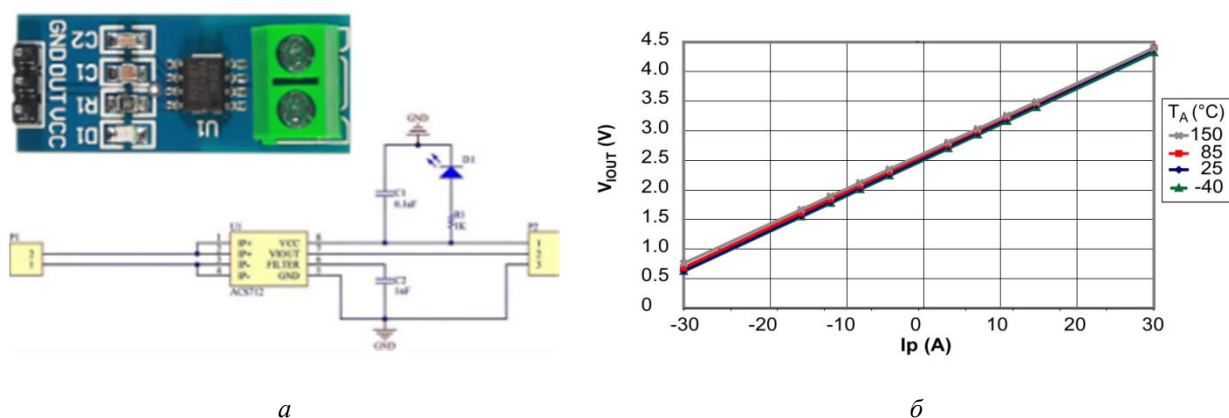


Рисунок 2 – Внешний вид схемы измерителя (а) и пропорциональная зависимость выходного напряжения от измеряемого тока (б)

Аккумуляторная батарея представляет собой последовательно соединенные сборки, состоящие из четырех параллельно соединенных (повышение емкости) аккумуляторных батарей (18650 – 4,2 В, 3200 мА·ч). Для осуществления зарядки данного блока предлагается использовать на каждый блок отдельную зарядку (TP4056). Внешний вид данного блока в процессе зарядки представлен на рисунке 3.

В качестве измерителя тяги двигателя используется тензометрический датчик, который предназначен для измерения воздействующей на него деформирующей силы (силы тяги ВМГ). Типовым решением для преобразования информации от тензометрического датчика используется специализированный аналогово-цифровой преобразователь HX 711 [1].

Для управления работой всего стенда испытаний ВМГ используется микроконтроллер, который решает следующие задачи: измерение тяги двигателя; измерение тока потребления ВМГ и напряжения питания; управление скоростью оборотов ВМГ; обработка и передача

информации на персональный компьютер. Программное обеспечение представляет собой специализированную «прошивку», которая должна обеспечивает выполнение представленных выше задач. При практической реализации была выбрана отладочная плата STM32F3Discovery и специализированное программное обеспечение CubeIDE для разработки прошивки.

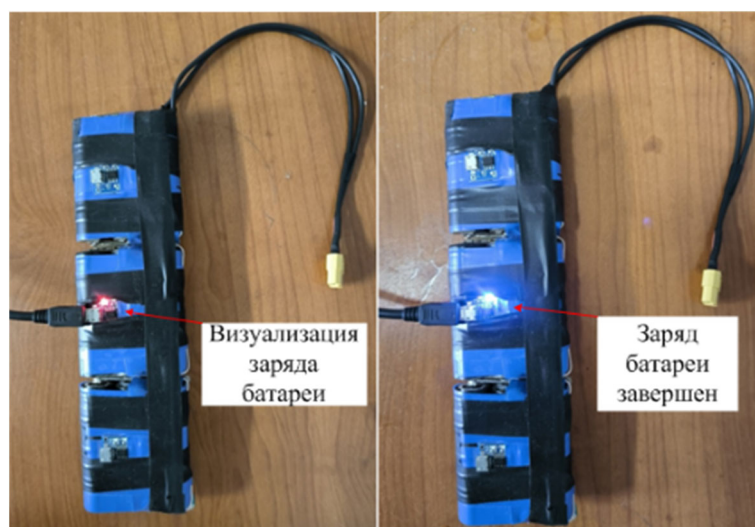
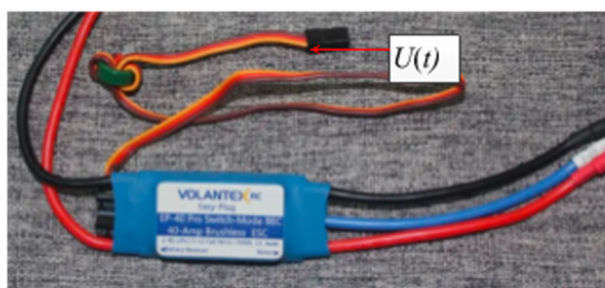
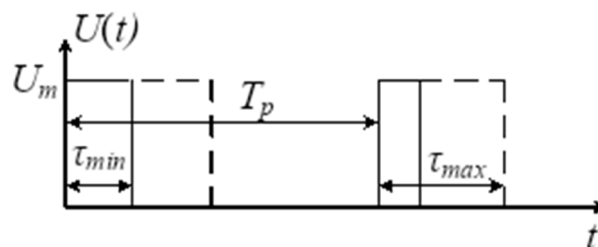


Рисунок 3 – Внешний вид аккумуляторной сборки в процессе зарядки

Для понимания общих принципов функционирования стенда проверки ВМГ необходимо рассмотреть общий принцип функционирования его отдельных элементов, рисунок 4. Управление регулятором оборотов двигателя осуществляется за счет подачи управляющего сигнала на соответствующий вход, представленный на рисунке 4 (а) и параметрами, продемонстрированными на рисунке 4 (б).



а



б

Рисунок 4 – Элементы стенда для испытаний ВМГ

Скорость оборота регулируется за счет изменения длительности импульса τ в соответствующих пределах. Такой сигнал задается микроконтроллером по средством формирования широтно-импульсной модуляции. Решение задачи определения тока потребления регулятором оборотов и напряжения источника питания целесообразно осуществлять за счет использования входящего в состав микроконтроллера аналого-цифрового преобразователя (далее – АЦП). Основной задачей АЦП является преобразование уровня напряжения аналогового сигнала в соответствующее ему цифровое значение. Однако для работы АЦП необходимо в первую очередь преобразовать уровень измеряемого напряжения к требуемому значению уровня входного сигнала АЦП (0...3,3 В). В этой связи при подключении датчика тока при измерении его положительного значения уровень измеряемого напряжения находится в диапазоне 2,5...4,4 В (рисунок 2, б), что не позволяет использовать АЦП микроконтроллера на прямую. По этой причине целесообразно подключить датчик тока в обратном направлении, для измерения отрицательного тока. В таком случае уровень

измеряемого значения напряжения будет находиться в диапазоне 0,6...2,4 В. При измерении напряжения источника питания, которое составляет до 12,6 В, необходимо изменить диапазон измерения напряжения. Для этого используется резистивные делители напряжения с коэффициентом деления 1 / 4. Измерение тяги двигателя организуется с использованием тензодатчика и интегральной микросхемы НХ711, представляющей собой АЦП с разрядностью измерения в 24 бита и встроенным малошумящим операционным усилителем. Полученные микроконтроллером данные передаются на персональный компьютер по средствам использования USB интерфейса обмена по средствам организации виртуального СОМ порта (для упрощения протокола обмена). Обработка и визуализация данных осуществляется на персональном компьютере с использованием среды моделирования MatLAB [2].

Вывод: разработанный измерительный стенд позволяет проводить всестороннюю диагностику характеристик ВМГ и их оптимизацию в целях повышения энергоэффективности БПЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Численное исследование винтомоторной группы беспилотного летательного аппарата с интегрированным в двигатель воздушным винтом / В. Е. Вавилов [и др.] // Труды МАИ. – 2023. – № 131. – С. 175–183.

2. Капля, В. И. Калибровка трехосного акселерометра по данным ряда измерений с различной ориентацией / В. И. Капля, И. В. Савицкий, Д. А. Мاستиков // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 3. – С. 15–20.

УДК 629.7

Н. С. Сенюшкин, Л. Н. Хасанова, П. Н. Скуратова

Уфимский университет науки и технологий

МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГИДРОБИОНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Сельское хозяйство является одной из основных отраслей мировой экономики. Оно обеспечивает население продовольствием, а перерабатывающую промышленность – сырьем. Огромные первичные преимущества были достигнуты благодаря использованию различных типов пестицидов. Однако по уровню антропогенной нагрузки на окружающую среду сельское хозяйство находится в числе лидеров. Когда пестициды наносятся на растения или утилизируются, они попадают в окружающую среду, в частности их применение может вызывать загрязнение водных экосистем.

Любые изменения в гидросфере негативно сказываются на водных организмах, особенно на рыбах, которые являются чувствительными к переменам в окружающей среде [1]. Исследования показывают, что пестициды могут накапливаться в организме рыб и вызывать различные негативные эффекты. Все это может иметь также серьезные последствия для здоровья людей, употребляющих в пищу загрязненный рыбный продукт, так как пестициды могут вызывать различные заболевания, включая рак и сердечно-сосудистые заболевания. Таким образом, исследования на тему содержания пестицидов в водных объектах являются актуальными и необходимыми.

Мониторинг гидросферы может осуществляться по многим показателям. Прежде всего, это химические показатели (окисляемость, водородный показатель, содержание хлоридов и сульфатов). Проведение данного анализа не составляет сложностей, так как это просто взятие образцов в точке с определенными координатами. Сложность может заключаться только в глубине, если она более 100 метров. Более трудоемкой представляется ситуация

с анализом гидробионтов, а точнее с отбором их проб. Причем если крупные гидробионты, такие как рыба, могут быть выловлены сетями или электроудочкой (рисунок 1), то пробы макробеспозвоночных данным образом взять уже невозможно. В настоящее время придонные организмы собираются людьми, которые ворошат камни и потом процеживают мутную воду. Попытки механизировать этот процесс приводят к созданию крупного оборудования, перевозка которого затруднительна. Его применение оправдано только на больших глубинах и с кораблей.



Рисунок 1 – Результаты отбора проб гидробионтов

Исследование пестицидов в водоемах начинается с камерального анализа территории региона на наличие районов с активным использованием пестицидов. Если рядом с полем протекает река, существует высокая вероятность загрязнения водного объекта пестицидами. После идентификации потенциально загрязненного объекта проводится экспедиция для отбора проб. Однако труднодоступность таких мест может затруднить процесс исследования.

Для решения многих экологических проблем предлагают использовать беспилотные летательные аппараты, которые существенно расширяют возможности исследователя. В нашей практике нашлось еще одно применение БПЛА [2, 3] для организации мониторинга водного объекта и гидробионтов. Беспилотный летательный аппарат самолетного типа выполняет облет русла реки и выявляет места, удобные для подхода экспедиции к кромке воды и ручного забора материалов. Кроме этого, наличие мультиспектральной камеры позволяет выявить большое скопление водорослей, удобное для взятия образцов. Взятие образцов самолетным БПЛА невозможно, зато длительность полета, высота и дальность дают существенные результаты для увеличения территориального охвата исследования.

В практике работы СКБ «SafetyLab» и СКБ «Прикладной теплотехники» Уфимского университета науки и технологий применяется комплекс различных летательных аппаратов. В настоящее время планируется проведение в 2025 году обширных исследований воздействия пестицидов на водную среду Республики Башкортостан.

В работе будут задействованы два БПЛА. Один самолетного типа, тандемной схемы, имеющий возможность взлета с ограниченной площадки и посадки на парашюте (рисунок 2). Тандемная схема аппарата позволяет сократить размах, тем самым упрощая перевозку аппарата. При массе аппарата до 5 кг длительность полета может быть до 2 часов. Аппарат в реальном масштабе времени может передавать данные полета и изображение с курсовой камеры, а также фотографии с мультиспектральной камеры. Бортовой комплекс электроники работает на платформе RaspberryPi 4. Связь поддерживается как через сотовую сеть, так при необходимости и через спутниковую систему Гонец.

В настоящее время в СКБ идет работа по созданию БПЛА самолетного типа, имеющего возможность брать образцы воды и гидробионтов. Второй аппарат многомоторного типа позволяет выполнять зависание над водной поверхностью, вести детальную съемку, а также собирать образцы воды с поверхности, при этом в полете аппарат при помощи датчика может

оценить прозрачность, соленость и проводимость воды. Длительность полета до 40 минут. В настоящее время идет стендовая отработка систем полезной нагрузки. Практическая отработка систем летательного аппарата выполнялась при выполнении исследований по мониторингу линейной инфраструктуры железной дороги с использованием искусственного интеллекта.



Рисунок 2 – БПЛА тандемной схемы

На основании вышесказанного можно заключить, что использование специальных авиационных технологий беспилотных летательных аппаратов позволяют поднять эффективность, скорость и объем проведения мониторинга гидробионтов для оценки воздействия на них хозяйственной деятельности человека. Правильный выбор оборудования позволяет выполнять поставленные задачи на более экономически эффективно, при этом по мнению авторов для повышения качества авиационного мониторинга необходимо существенно совершенствовать авиационные гидравлические пробоотборники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скуратова, П. Н. Анализ трофического состояния вод губы Ура Мотовского залива, губы Лодейная Кольского залива и Кильдинского пролива Мурманской области с помощью индекса E-TRIX / П. Н. Скуратова, Л. Н. Хасанова, С. А. Мусина // Рыбное хозяйство. – 2024. – № 2. – С. 26–34.
2. Сенюшкин, Н. С. Особенности классификации БПЛА самолетного типа [Электронный ресурс] / Н. С. Сенюшкин, Р. Р. Ямалиев, Д. В. Усов // Молодой ученый. – 2010. – № 11 (22). – Т. 1. – С. 65–68. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/22/2272/>. – Дата доступа: 27.10.2024.
3. Иванов, К. В. Оценка способа решения задач мониторинга подстилающей поверхности с использованием беспилотного летательного аппарата / К. В. Иванов, А. В. Сидоренко, Н. С. Сенюшкин // Общество. Наука. Инновации (НПК-2022): Сборник статей XXII Всероссийской научно-практической конференции: в 2-х томах, Киров, 11–29 апреля 2022 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2022. – Том 2. – С. 334–340.

УДК 621.396.934

А. Н. Султанова, И. В. Рожков

Белорусская государственная академия авиации

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА КОНТУРА УГЛОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

Математическая модель беспилотного летательного аппарата (далее – БЛА) как объекта управления является основой описания и исследования процессов в контурах управления и основой синтеза и анализа этих контуров.

Разработка математической модели пространственного движения БЛА относится к одному из первых этапов процесса создания системы автоматического управления полетом [2].

В данной работе рассматривается математическая модель пространственного движения БЛА, ее поэтапная линеаризация и декомпозиция полной модели на упрощенные с целью дальнейшего использования для решения задачи синтеза контуров угловой стабилизации БЛА.

Движение БЛА описывается системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned}
 m\dot{V} &= P \cos \alpha \cos \beta - X_a - mg \sin \theta; \\
 mV\dot{\theta} &= P(\sin \alpha \cos \gamma_a + \cos \alpha \sin \beta \sin \gamma_a) + Y_a \cos \gamma_a - Z_a \sin \gamma_a - mg \cos \theta; \\
 mV\dot{\phi} &= P(\sin \alpha \sin \gamma_a - \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma_a) + Y_a \sin \gamma_a + Z_a \cos \gamma_a; \\
 I_x \dot{\omega}_x + (I_z - I_y) \omega_y \omega_z &= M_x; \\
 I_y \dot{\omega}_y + (I_x - I_z) \omega_x \omega_z &= M_y; \\
 I_z \dot{\omega}_z + (I_y - I_x) \omega_x \omega_y &= M_z; \\
 \sin \alpha &= [\sin \vartheta \cos \theta - \cos \vartheta \sin \theta \cos(\psi - \varphi)] \cos \gamma_a - \cos \vartheta \sin \gamma_a \sin(\psi - \varphi); \\
 \sin \beta &= [\cos \gamma \sin(\psi - \varphi) + \sin \vartheta \sin \gamma \cos(\psi - \varphi) \cos \theta] - \sin \theta \cos \vartheta \sin \gamma; \\
 \cos \gamma_a &= \sin \alpha \sin \vartheta + \cos \alpha \cos \vartheta \cos \gamma \sec \theta; \\
 \dot{\psi} &= (\omega_y \cos \gamma - \omega_z \sin \gamma) \sec \vartheta; \\
 \dot{\gamma} &= \omega_x + (\omega_z \sin \gamma - \omega_y \cos \gamma) \operatorname{tg} \vartheta; \\
 \dot{\vartheta} &= \omega_y \sin \gamma + \omega_z \cos \gamma; \\
 \dot{Y}_g &= \dot{H} = V \sin \theta; \\
 \dot{X}_g &= V \cos \theta \cos \varphi; \\
 \dot{Z}_g &= -V \cos \theta \sin \varphi.
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Первые три уравнения представляют собой уравнения для составляющих ускорений движения центра масс БЛА на оси скоростной системы координат (СК). В этих уравнениях: P – сила тяги двигателя; m – масса БЛА; X_a, Y_a, Z_a – проекции всех аэродинамических сил на оси скоростной СК; α и β – соответственно, угол атаки и скольжения; γ_a – угол крена в скоростной СК. Следующие три уравнения – уравнения второго закона Ньютона для вращательного движения БЛА вокруг центра масс в проекциях на оси связанной СК. Позволяют определить составляющие $\dot{\omega}_x, \dot{\omega}_y, \dot{\omega}_z$ угловых ускорений вращения БЛА вокруг центра масс. В эти уравнения входят I_x, I_y, I_z – моменты инерции БЛА относительно соответствующих осей связанной СК. M_x, M_y, M_z – проекции момента аэродинамической силы на оси связанной СК. Уравнения (4), (5), (6) получены при допущении о том, что оси связанной СК являются главными осями инерции БЛА. Для замыкания системы добавляются кинематические уравнения, связывающие неизвестные переменные. Уравнения (7), (8), (9) определяют углы атаки α , скольжения β и крена γ_a в скоростной системе координат. Уравнения (10), (11), (12) позволяют определить углы ориентации БЛА (ϑ – угол тангажа, ψ – угол рысканья, γ – угол крена в связанной СК через проекции угловой скорости на оси связанной СК). Уравнения (14), (15), (16) позволяют по известным значениям модуля скорости V и углов ориентации вектора скорости θ и φ получить проекции вектора скорости БЛА в земной СК (без учета скорости ветра). Для решения задачи стабилизации их можно не использовать.

Таким образом, записана исходная нелинейная пространственная модель движения БЛА. Фактически это уравнения Эйлера с определенными допущениями, замкнутые с помощью уравнений кинематики [1].

Вторым шагом в разработке модели является раскрытие формул для аэродинамических сил и моментов.

Основные допущения при получении математической модели пространственного движения БЛА: самолет – абсолютно твердое тело, с постоянными массовыми и инерционными характеристиками; оси связанной СК совпадают с главными осями инерции БЛА; аэродинамическая схема – нормальная (классическая, с прямым крылом, оперением с одним килем и стабилизатором, рулевыми поверхностями (руль высоты, руль направления, элероны); вектор силы тяги считается приложенным в центре масс БЛА; форма земной поверхности считается плоской.

Можно произвести поэтапную линеаризацию уравнений модели. Для решения задачи стабилизации вполне достаточным будет линеаризация относительно прямолинейной траектории, лежащей в горизонтальной плоскости. При этом $V = V_0 = \text{const}$. На такой траектории: $V = V_0$, $\theta = 0$, $\varphi = 0$, $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$, $\vartheta = 0$, $\psi = 0$.

Линеаризацию тригонометрических функций можно произвести на втором этапе с целью получения линейных уравнений для синтеза алгоритмов стабилизации.

Следующим этапом упрощения модели является линеаризация нелинейностей, обусловленных тригонометрическими функциями. Поскольку линеаризация проводится в окрестностях траектории с нулевыми углами, она сводится к замене $\cos x \approx 1$, $\sin x \approx x$. При записи уравнений в приращениях приращения обозначаются тем же символом, что и переменная (например, $\Delta V = V$). Введя обозначения коэффициентов: $a_{11} = \frac{P - C_{x_0} q S}{m}$; $a_{12} = -g$;

$$a_{21} = \frac{P + C_y^\alpha q S}{mV}; \quad a_{22} = \frac{C_y^\delta q S}{mV}; \quad a_{23} = -\frac{g}{V}; \quad a_{31} = \frac{-P + C_z^\beta q S}{mV}; \quad a_{32} = \frac{C_z^\delta q S}{mV}; \quad a_{41} = \frac{m_x^{\omega_x} q S l}{I_x};$$

$$a_{42} = \frac{m_x^\delta q S l}{I_x}; \quad a_{51} = \frac{m_y^{\omega_y} q S l}{I_y}; \quad a_{52} = \frac{m_y^\beta q S l}{I_y}; \quad a_{53} = \frac{m_y^\delta q S l}{I_y}; \quad a_{61} = \frac{m_z^{\omega_z} q S l}{I_z}; \quad a_{62} = \frac{m_z^\alpha q S l}{I_z};$$

$$a_{63} = \frac{m_z^\delta q S l}{I_z}, \text{ получаем замкнутую линейную систему пространственного движения БЛА:}$$

$$\begin{cases} \dot{V} = a_{11} + a_{12}\theta; \\ \dot{\theta} = a_{21}\alpha + a_{22}\delta_e + a_{23}; \\ \dot{\varphi} = a_{31}\beta + a_{32}\delta_n; \\ \dot{\omega}_x = a_{41}\omega_x + a_{42}\delta_\omega; \\ \dot{\omega}_y = a_{51}\omega_y + a_{52}\beta + a_{53}\delta_n; \\ \dot{\omega}_z = a_{61}\omega_z + a_{62}\alpha + a_{63}\delta_e; \\ \dot{\psi} = \omega_y; \dot{\gamma} = \omega_x; \dot{\vartheta} = \omega_z; \alpha = \vartheta - \theta; \beta = \psi - \varphi. \end{cases} \quad (2)$$

Система уравнений (2) является замкнутой. Проведя декомпозицию модели БЛА на продольное и боковое, получим структурные схемы, которые представлены на рисунках 1–3.

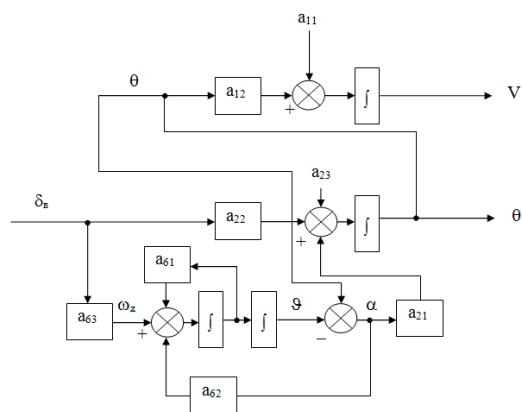


Рисунок 1 – Структурная схема пространственного движения БЛА по каналу тангажа

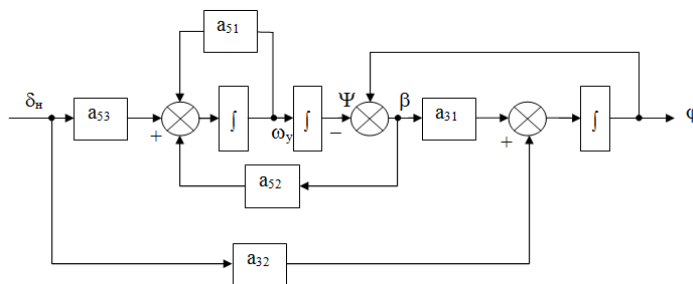


Рисунок 2 – Структурная схема пространственного движения БЛА по каналу курса

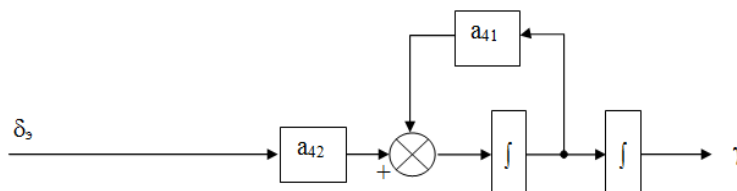


Рисунок 3 – Структурная схема пространственного движения БЛА по каналу крена

Передаточная функция БЛА по каналу тангажа:

$$W_{\delta_b}^{\alpha}(p) = \frac{K_{\alpha}}{T_{\alpha}^2 p^2 + 2\xi_{\alpha} T_{\alpha} p + 1},$$

где $K_{\alpha} = \frac{1}{a_{62}}$ – балансировочный коэффициент БЛА, $T_{\alpha} = \frac{1}{\sqrt{a_{62}}}$ – постоянная времени

отработки угла атаки, $\xi_{\alpha} = \frac{1}{2\sqrt{a_{62}} T_1}$ – коэффициент демпфирования БЛА.

Аналогично можно получить передаточные функции для канала курса и крена.

Таким образом, предложенная математическая модель БЛА может быть использована в дальнейшем при синтезе контуров угловой стабилизации БЛА, а также для оценки влияния параметров объекта управления, параметрических и внешних возмущений на динамические характеристики контуров угловой стабилизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Красовский, А. А. Системы автоматического управления полетом и их аналитическое конструирование / А. А. Красовский. – М. : Наука, 1973. – 558 с.
2. Распопов, В. Я. Автопилот мини-беспилотного летательного аппарата / В. Я. Распопов [и др.] // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2008. – № 10. – С. 19–22.

УДК 629.735.35

И. М. Фиалковский, А. А. Антаневич

Военная академия Республики Беларусь

УПРАВЛЕНИЕ УГЛОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Управление движением беспилотного летательного аппарата (далее – БЛА) по требуемой пространственно-временной траектории, является основной задачей системы автоматического управления (далее – САУ) БЛА. Рассматривая процесс управления БЛА на всех основных этапах полета, будем считать, что в САУ осуществлено четкое разделение внутренних, и траекторных контуров управления [1]. Траекторное управление БЛА предполагает организацию таких воздействий на БЛА, которые приводят к изменению положения его центра масс в пространстве. Изменение положения центра масс БЛА осуществляется изменением его углового положения по законам, определяемым алгоритмами внутренних контуров управления. В общем виде законы управления БЛА для продольного и бокового движений могут быть представлены в виде

$$\left. \begin{aligned} \delta_B &= K_{\omega_z} \omega_z + K_g (\vartheta - \vartheta_{\text{зад}}); \\ \delta_{\vartheta} &= K_{\omega_x} \omega_x + K_{\gamma} (\gamma - \gamma_{\text{зад}}). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

При формировании законов траекторного управления сигналы $\vartheta_{\text{зад}}, \gamma_{\text{зад}}$ являются функциями параметров траекторного движения БЛА, основными из которых являются: для продольного канала – сигнал отклонения от заданной высоты полета $\Delta H = H - H_{\text{зад}}$; для бокового канала – сигнал отклонения от линии заданного пути $\Delta Z = Z - Z_{\text{зад}}$. Качество управления траекторным движением БЛА зависит от качества функционирования внутреннего контура, т.е. контура управления угловым движением БЛА.

При формировании алгоритмов управления внутреннего контура САУ продольным движением БЛА, т. е. контура управления углом тангажа, необходимо удовлетворить требования по качеству переходных процессов управления и снижения зависимости их основных показателей (величины перерегулирования и времени регулирования) от режима полета. Требования по точности управления вытекают из необходимости снижения влияния на контур управления возмущений, вызванных изменением режима полета, ветром, сбросом груза, погрешностями измерителей. Эти требования реализуются выбором целесообразной структуры законов управления, величин передаточных чисел, способов их коррекции по режимам полета, подбором характеристик основных элементов канала управления.

Таким образом, для синтеза внутреннего контура управления САУ продольным движением БЛА необходимо решение двух задач:

- выбор структуры закона управления САУ;
- расчет передаточных чисел САУ выбранного закона управления

Для синтеза САУ углом тангажа необходимо использовать линеаризованные уравнения продольного углового (короткопериодического) движения БЛА (2)

$$\left. \begin{aligned} \dot{\theta} &= a_y^\alpha \alpha + f_y; \\ \dot{\omega}_z &= -a_{m_z}^{\omega_z} \omega_z - a_{m_z}^\alpha \alpha - a_{m_z}^{\delta_B} \delta_B + m_{z\delta}; \\ \dot{\vartheta} &= \omega_z; \\ \vartheta &= \theta + \alpha - \alpha_\delta; \\ \delta_B &= f(\dot{\omega}_z, \omega_z, \vartheta, \vartheta_{\text{зад}}, \dots) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Обозначения (2) соответствуют [1]. Для управления углом тангажа БЛА используем ПИД-регулятор, который формирует сигнал управления органами управления, являющийся линейной комбинацией трех составляющих: пропорциональной, интегральной и дифференциальной [2].

Структурная схема, соответствующая системе (2) представлена на рисунке 1.

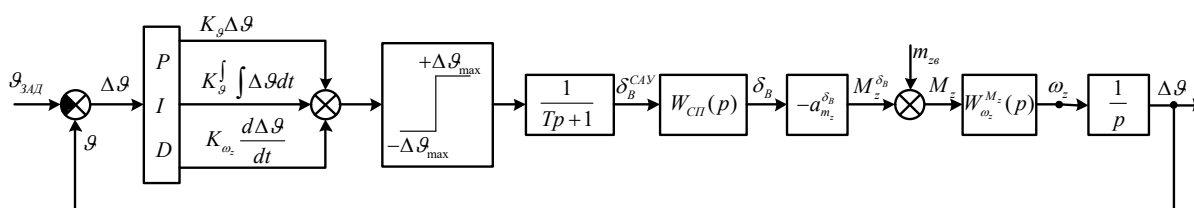


Рисунок 1 – Структурная схема контура управления углом тангажа БЛА на основе ПИД-регулятора

Закон управления САУ углом тангажа имеет вид

$$\delta_A = K_{\omega_z} \omega_z + K_g \Delta\vartheta + K_g^{\int} \int \Delta\vartheta dt. \quad (3)$$

Расчет передаточных чисел САУ выбранного закона управления или, другими словами, настройка ПИД-регулятора произведена с помощью библиотеки Simulink Response Optimization. На рисунке 2 показана реакция замкнутой системы с рассмотренным законом управления при попадании на 4-й секунде полета в восходящий воздушный поток.

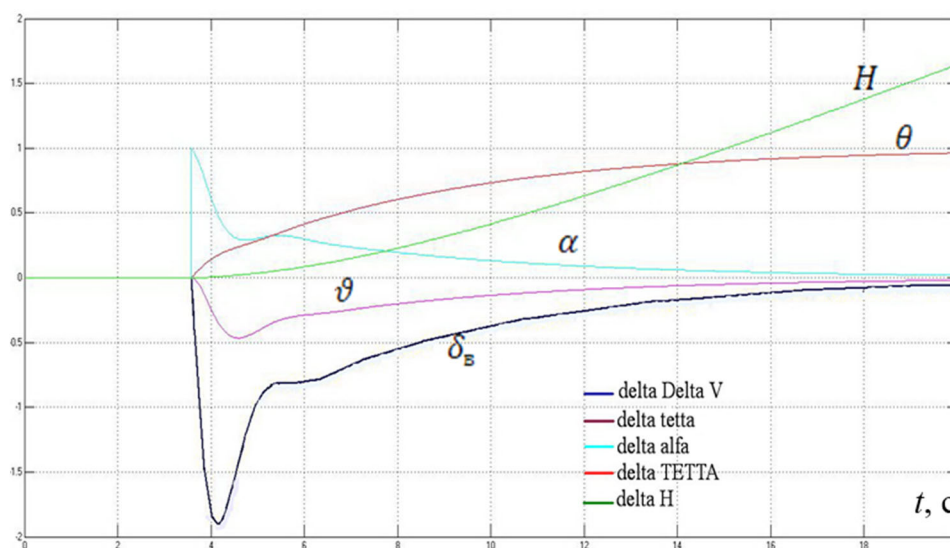


Рисунок 2 – Реакция системы на восходящий воздушный поток

Из приведенных результатов видно, что разработанные алгоритмы работоспособны, в установившемся режиме ошибка стабилизации угла тангажа отсутствует, углы отклонения руля высоты не превысили допустимых значений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы автоматического управления летательных аппаратов / под ред. А.А. Красовского. – М. : ВВИА, 1986. – 478 с.
2. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий / под ред. М. Н. Красильщикова и Г. Г. Себрякова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 280 с.

УДК 623.746.4-159:550.835

А. И. Кириленко, Д. Н. Смирнов, В. Г. Шуруй

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ

Актуальность выбранной темы обусловлена следующими факторами:

1. Повсеместное развитие атомных электростанций как источника энергии для гражданской, военной инфраструктуры и экспорта, ведет к увеличению количества объектов инфраструктуры и увеличению площади территорий, на которых необходимо проводить регулярные замеры уровней радиации для обеспечения безопасности рабочих и граждан, а также защиты природных ресурсов [1].
2. Увеличение количества используемых радиоактивных материалов при производстве техники, товаров [2].
3. Необходимость поиска более безопасных и быстрых способов проведения радиометрической разведки при чрезвычайных происшествиях [3].

Современные беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА) способны не только совершать полеты на ближние и средние дистанции (до 50 км), но также способны нести полезную нагрузку до нескольких десятков килограмм и выполнять полеты по заранее запрограммированному полетному плану в полностью автоматическом режиме без участия оператора. Несмотря на ограниченную дальность и время полета, а также ограниченный вес полезной нагрузки, это позволяет использовать БПЛА для выполнения широкого спектра задач, в том числе и ведения радиометрической разведки.

Тип используемого БПЛА продиктован необходимостью нахождения в пределах исследуемого радиометрическим датчиком участка и поддержания заданной высоты во время проведения измерений. Наиболее подходящим типом являются мультикоптерные БПЛА, совмещающие высокое соотношение полезной нагрузки к снаряженному весу, возможность удержания заданной высоты и точного позиционирования над местом проведения радиологической разведки [4].

Рассмотрим некоторые доступные коммерческие варианты БПЛА пригодные для ведения радиометрической разведки (таблица 1). При выборе БПЛА учитываются размеры, тип компоновки, коэффициент прочности, энергоемкость полезной нагрузки и переносимая полезная нагрузка.

Коэффициент прочности БПЛА – это показатель, характеризующий запас прочности конструкции, обеспечивающий устойчивость к нагрузкам, превышающим стандартные рабочие условия. Определяется как отношение предельной нагрузки к рабочей.

Таблица 1 – Коммерческие дроны и их характеристики

Марка дрона	Компоновка	Вес, габариты, мощность	Коэффициент прочности	Энергоемкость полезной нагрузки (1 кг)	Полезная нагрузка
DJI Matrice 300 RTK	4 двигателя, квадрокоптер	Вес: 6,3 кг, габариты: 810x670x430 мм	1,5	85 Вт/кг	6 кг
Freefly Systems Alta 8	8 двигателей, октокоптер	Вес: 6,2 кг, габариты: 1320 мм в диаметре	1,8	150 Вт/кг	9 кг
Harris Aerial Carrier H6	6 двигателей, гексакоптер	Вес: 6,2 кг, габариты: 1320 мм в диаметре	1,4	100–120 Вт/кг	10 кг
Aerialtronics Altura Zenith	8 двигателей, октокоптер	Вес: 5 кг, габариты: 1300 мм	1,6	100 Вт/кг	3 кг

Энергоемкость полезной нагрузки на 1 кг массы – величина, отражающая необходимое количество энергии для поддержания 1 кг полезной нагрузки в полете. Определяется как отношение энергии, затраченной на полет с полной нагрузкой, к массе полезной нагрузки.

Полезная нагрузка БПЛА – вес, который БПЛА может поднять и нести в полете без ущерба для своей стабильности и маневренности. Полезная нагрузка определяется мощностью двигателей и конструкцией дрона и влияет на продолжительность полета и дальность.

Следует помнить, что вышеприведенные данные (см. таблицу 1), такие как энергоемкость полезной нагрузки и полезная нагрузка, носят исключительно ориентировочный характер, так как они могут варьироваться в зависимости от множества факторов, таких как погодные условия, плотность воздуха и режим использования БПЛА. Данные показатели предназначены для общей оценки.

Проведение радиометрической разведки с использованием БПЛА обуславливает специфичные для работы с радиоактивными материалами условия разработки и эксплуатации БПЛА.

Основными проблемами при использовании БПЛА мультикоптерного типа в радиографической разведке являются [5]:

1. Поднятие в воздух мелкодисперсной пыли турбулентными потоками воздуха, создаваемыми винтами БПЛА.
2. Радиоактивное загрязнение БПЛА и последующий перенос мелкодисперсных источников радиации БПЛА.
3. Подверженность радиоэлектронного оборудования (далее – РЭО) и источников бортового питания воздействию ионизирующего излучения, приводящего к повышенному износу или выходу из строя.
4. Невозможность проведения радиографической разведки в ограниченном пространстве и замкнутых объемах.

Рассмотрим воздействие ионизирующего излучения на БПЛА при ведении радиологической разведки [6]:

1. Ошибки в работе микропроцессоров и контроллеров (битовые ошибки).
2. Деграция полупроводниковых элементов.
3. Сбой в работе GPS и других систем навигации из-за нарушения работы спутников или радиосигналов.
4. Ионизирующее излучение может снизить срок службы аккумуляторов, вызывая их ускоренную деграцию или снижение емкости.
5. Прямое воздействие радиации на электродвигатели минимально, так как двигатели состоят в основном из проводников и магнетиков, которые не сильно подвержены ионизирующему излучению.

Рассмотрим потенциальные меры защиты БПЛА от ионизирующего излучения и радиоактивного заражения [7]:

1. Экранирование РЭО материалами с высокой плотностью, такими как, например, свинец.
2. Использование радиационно-устойчивого РЭО.
3. Дублирование и резервирование критических компонентов и систем.
4. Применение борсодержащих материалов для защиты от нейтронного излучения.
5. Использование одноразовых защитных полимерных и матерчатых барьеров для защиты от пыли и мелкодисперсных частиц.

В случае использования БПЛА в зонах с высоким уровнем радиации, предотвращающим связь БПЛА с оператором или наземным пунктом управления, может выполняться автономный сбор данных, при котором позиционирование БПЛА производится с помощью экранированного бортового РЭО, в частности при помощи электронных и физических гироскопов и акселерометров, радиолокационных и инерциальных высотомеров, по заранее запрограммированному плану полета. При проведении автономной радиологической разведки, данные, получаемые при помощи радиометрического оборудования, записываются на внутренний экранированный носитель информации и передаются для дальнейшего анализа по завершении полета по заданному маршруту [8].

Для научного исследования зараженных участков на разных дистанциях могут использоваться различные радиометры и датчики радиации, способные обеспечивать высокую точность измерений на близких и дальних расстояниях.

Датчики, применение которых, возможно на БПЛА при ведении радиометрической разведки ограничены грузоподъемностью БПЛА и минимальной высотой, на которой может осуществляться висение БПЛА над изучаемой поверхностью.

Как следствие, может применяться ограниченный диапазон датчиков, рассмотрим некоторые из них и их основные характеристики, в частности тип датчика, вес, расстояние до измеряемого объекта (таблица 2) [9–11].

Таблица 2 – Типы и характеристики радиометрических датчиков

Название	Тип датчика	Диапазон измерения	Точность	Расстояние эффективного измерения	Вес, габариты
RADeCo SkyDose	Гамма-спектрометр	0,1 мкЗв/ч – 10 Зв/ч	±10 %	10–50 м	< 2 кг, 250×150×100 мм
Saphymo DG5	Гамма-радиометр	0,05 мкЗв/ч – 10 Зв/ч	±5 %	10–15 м	~ 2 кг, 140×70×40 мм
Mirion Technologies RDS-31	Гамма-дозиметр	0,01 мкЗв/ч – 100 мЗв/ч	±15 %	5–15 м	< 1,5 кг, 130×70×40 мм
ARLON Technologies GAD-6	Гамма-детектор	0,1 мкЗв/ч – 20 мЗв/ч	±10 %	10–20 м	< 1,5 кг, 200×120×60 мм
Thermo Fisher Scientific FHT-1377	Гамма-радиометр	0,01 мкЗв/ч – 100 мЗв/ч	±5 %	10–15 м	< 1,5 кг, 300×160×100 мм

Зиверт (Зв) – единица измерения эффективной и эквивалентной доз ионизирующего излучения, единица биологического воздействия на организм в зависимости от типа излучения. 1 Зиверт – это количество энергии, поглощенное килограммом биологической ткани, равное по воздействию поглощенной дозе гамма-излучения в 1 Гр.

Следует помнить, что с увеличением высоты полета, точность измерения снижается, поскольку на конечный результат влияет стабильность (неподвижность) датчиков во время измерений. Любые колебания и люфты в конструкции могут приводить к дополнительным погрешностям. Также, в зависимости от особенностей местности, плотности и влажности среды, данные, получаемые с датчиков, могут подвергаться искажениям и погрешностям, что требует дополнительного учета данных факторов для более точного анализа результатов.

По завершении радиологической разведки БПЛА проходит процесс деактивации, в случае чрезмерного заражения БПЛА или приведению структурных элементов, РЭО в непригодное для дальнейшего использования состояние, благодаря низкой стоимости

комплекса БПЛА радиологической разведки, комплекс может быть уничтожен или погребен, при этом не требуется прямое взаимодействие персонала с комплексом, он может быть доставлен до места вывода из эксплуатации собственными силами [12].

Учитывая вышеизложенную теоретическую и статистическую информацию, можно утверждать, что БПЛА мультикоптерного типа, оснащенные необходимым радиометрическим оборудованием, с применением достаточных мер защиты от радиационного воздействия, являются удобоваримыми носителями радиометрического оборудования, пригодны для использования в целях радиометрической разведки и имеют перспективное применение, позволяющее сократить время проведения радиометрической разведки, уменьшить подверженность персонала и сотрудников радиоактивному облучению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колесников А. В. Применение беспилотных летательных аппаратов для радиационного мониторинга. / Колесников А. В., Гаврилова Т. В. // Применение беспилотных летательных аппаратов для радиационного мониторинга. – 2017.
2. Alonzi, S., et al. Unmanned Aerial Systems for Radiological Monitoring. / S. Alonzi, et al. // Unmanned Aerial Systems for Radiological Monitoring. – 2020. – № 5. – P. 120–125.
3. Sanada, Y. Aerial Radiation Monitoring Around Fukushima Daiichi Using an Unmanned Helicopter. / Y. Sanada, T. Torii // Aerial Radiation Monitoring Around Fukushima Daiichi Using an Unmanned Helicopter. – 2015. – № 2. – P. 162-168.
4. Murphy, S., et al. UAV-Based Radiation Mapping: A Critical Review of Techniques for Detecting Radiological Contamination. / S. Murphy, et al. // UAV-Based Radiation Mapping: A Critical Review of Techniques for Detecting Radiological Contamination. – 2019. – № 5. – P. 202–208.
5. Watson, J. Drones and Radiation: Technology for Safe Monitoring. / J. Watson // Drones and Radiation: Technology for Safe Monitoring. – 2018. – № 6. – P. 32-40.
6. Kato, S. Radiological Survey with UAVs: Technology and Field Applications. / S. Kato, T. Yamada // Radiological Survey with UAVs: Technology and Field Applications. – 2021. – № 12. – P. 133–142.
7. Bosse, T. Unmanned Aerial Vehicles for Radiological Assessment and Response. / T. Bosse // Unmanned Aerial Vehicles for Radiological Assessment and Response. – 2019. – № 7. – P. 22–28.
8. Wilson, J. D. Drone-Based Radiological Survey: Development and Validation of UAV Mounted Radiation Detectors. / J. D. Wilson, et al. // Drone-Based Radiological Survey: Development and Validation of UAV-Mounted Radiation Detectors. – 2018. – № 2. – P. 145-150.
9. Buddy Mini – RADeCO Radiation Detection Equipment Company [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://radecoinc.com/products/buddy-mini-2> – Дата доступа 28.09.2024.
10. Saphymo DG5 – Radiation Detection & Monitoring Systems [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://www.bertintechnologies.com> – Дата доступа: 28.09.2024.
11. Radiation Survey Meters – Thermo Scientific [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://www.thermofisher.com> – Дата доступа: 28.09.2024.
12. Smith, R. UAVs in Environmental Monitoring: Applications in Radiation Detection / R. Smith, P. Jones // UAVs in Environmental Monitoring: Applications in Radiation Detection. – 2020. – № 5. – P. 125–135.

УДК 629.7:551.51

А. А. Щавлев, И. П. Аниськов, Ю. И. Семак, И. С. Маркова

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ), ПОЛУЧЕННОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ БЕСПИЛОТНОЙ ВОЗДУШНОЙ ПЛАТФОРМОЙ

Развитие технологий беспилотных воздушных платформ и возрастающая потребность в мониторинге атмосферы в планетарном пограничном слое ставят перед научными исследователями и инженерами новые задачи.

Метеорологическое наблюдение включает измерение (получение и регистрация оценок) параметров атмосферы с помощью измерителя (целевой нагрузки), обработку и представление первичной информации при фиксировании текущих моментов времени, координат барицентра и параметров движения беспилотного летательного аппарата (далее – БЛА) по спиралевидной траектории полета в пределах пространства оценки планетарного пограничного слоя.

Измерение сводится к выработке штатным оборудованием БЛА количественных оценок координат барицентра и параметров движения воздушной платформы, а также регистрации параметров атмосферы с минимальными погрешностями.

Для решения задач прогнозирования метеорологических явлений необходима информация о вертикальной структуре тропосферы (профиле) и ее динамике в зависимости от высоты.

Общеизвестно, что вертикальные профили метеорологических величин сильно изменчивы. Путем проведения большого количества исследований [1] уже получены обобщенные эмпирические вертикальные профили подобия для метеорологических параметров в атмосферном планетарном пограничном слое, а также аппроксимирующих их функций.

С помощью измерителя параметров атмосферы, который исполнен в виде штатной целевой нагрузки для БЛА, происходит регистрация первичной информации, в том числе параметров атмосферы, на всем маршруте полета летательного аппарата. Маршрут полета БЛА охватывает пространство оценки планетарного пограничного слоя.

Первичная информация – это «сырые» потоки данных, полученные непосредственно от источника информации (измерителей) путем измерения характеристик атмосферы, а также координаты и параметры движения барицентра беспилотной воздушной платформы в пространстве оценки планетарного пограничного слоя. *Вторичная информация* – это обработанная или интерпретированная первичная информация. Для использования первичной информации потребителем требуется привести ее к целевому виду.

Упрощенный вид процесса передачи первичной информации приведен на рисунке 1.

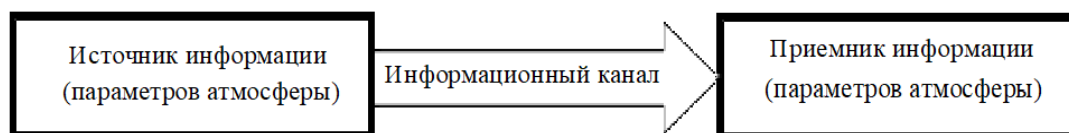


Рисунок 1 – Упрощенный вид процесса передачи первичной информации

Первичная информация регистрируется в виде потока данных от измерителя параметров атмосферы. Поток данных содержит следующие сведения и оценки параметров: время регистрации, географическое положение (координаты) и высота барицентра беспилотной воздушной платформы (далее – БВП), ее путевая скорость, воздушная скорость, направление ветра, давление, температура, относительная влажность, концентрация аэрозолей

(PM_{2,5}), концентрация озона (O₃). Совокупность регистрируемых данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, представляется в виде базы данных, которая не зависит от прикладных программ. База данных служит объектом управления данными [2].

Алгоритм представления первичной информации (параметров атмосферы) в планетарном пограничном слое приведен на рисунке 2.

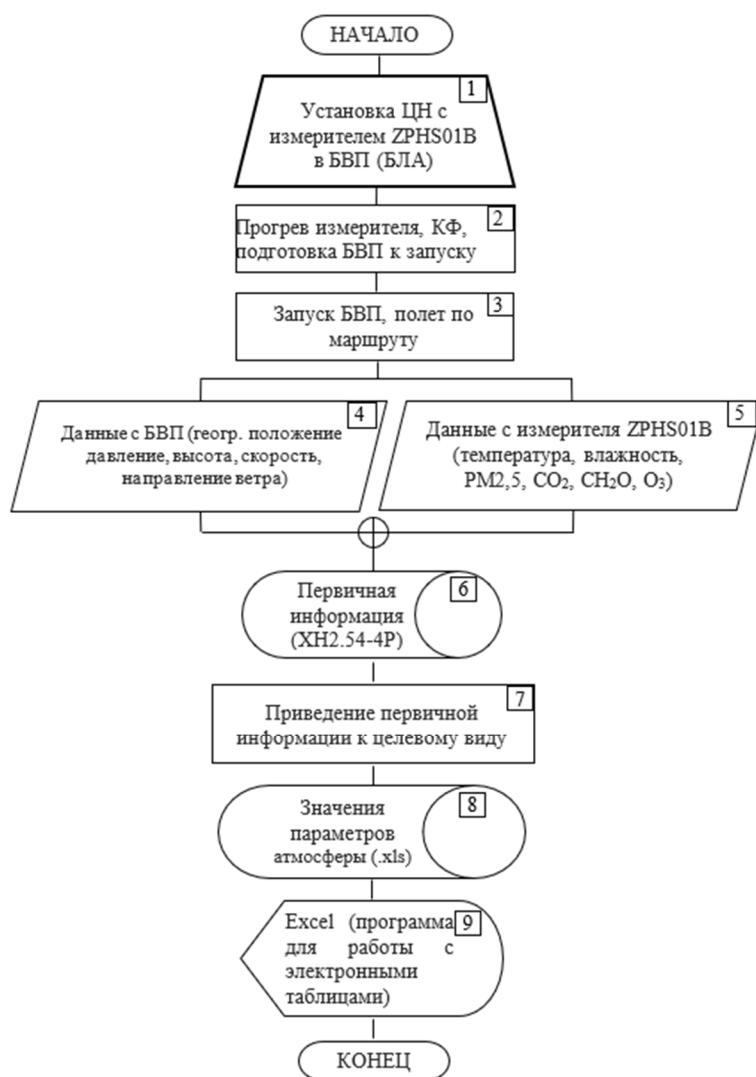


Рисунок 2 – Алгоритм представления первичной информации (параметров атмосферы) в планетарном пограничном слое

Таким образом, целью представления первичной информации является преобразование сообщений, организованных в базе данных на физическом уровне (XN2.54-4P), в сообщения, организованные на логическом уровне, т. е. в вид, удобный для восприятия человеком и использования в работе. Минимальная дискретность временного интервала представления первичной информации определяется техническими характеристиками измерителя параметров атмосферы в планетарном пограничном слое.

Эффективность применения БЛА для исследования атмосферы в планетарном пограничном слое базируется на их высокой мобильности, относительно низкой стоимости, широком диапазоне применения, простоте конструкции, экономии топливных ресурсов, снижении габаритных характеристик по сравнению с традиционными воздушными судами, исключении «человеческого фактора» и экологичности.

Использование беспилотной воздушной платформы самолетного типа в качестве носителя исследовательского оборудования, позволит использовать большие разности высот (до 3 км), а также минимизировать влияние воздушных потоков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Использование беспилотных летательных аппаратов для исследования атмосферного пограничного слоя / И. А. Репина [и др.] // Инноватика и экспертиза. – 2020. – Вып. 2(30). – С. 20–39.
2. ГОСТ 20886-85. Организация данных в системе обработки данных. Термины и определения. – Введ. 01.07.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.

УДК329.734.7

А. А. Юрина

Гимназия города Фаниполя имени А. И. Гурина

РОЛЬ И МЕСТО БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Научный и технологический прогресс не стоит на месте, еще 50 лет назад сложно было представить, какие технологии будут использовать в нынешнее время. Я как ученица инженерного класса авиационной направленности подготовила доклад на тему «Роль и место беспилотных авиационных комплексов на современном этапе развития науки и техники». В его рамках я рассмотрю:

- историю и основы развития беспилотных авиационных комплексов (далее – БАК);
- практическое применение этих комплексов в Республике Беларусь, их влияние и использование в различных отраслях;
- перспективы дальнейшего развития и риски, с которыми можно столкнуться на этом пути.

Понятие «Беспилотный авиационный комплекс» подразумевает собой совокупность функционально связанных и используемых беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА), средств наземного управления, средств обеспечения взлета и посадки для применения по назначению. БАК или дроны стали неотъемлемой частью современного мира. За последние десятилетия они стали применяться в самых разных сферах, за счет интенсивного развития технологий.

В начале 2000-х годов Республика Беларусь начала активно изучать и разрабатывать беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА), уделяя внимание как военным (для нужд белорусской армии), так и гражданским применениям. В 2008 году Юрий Яцына, ныне кандидат технических наук и доцент «Научно-производственного центра многофункциональных беспилотных комплексов», предложил руководству Национальной академии наук Республики Беларусь начать разработку небольшого научно-технического сектора, что в последующем, при поддержке Президента Республики Беларусь, выросло в Научно-производительный центр многофункциональных беспилотных комплексов. Так в 2010-е годы страна стала разрабатывать и производить БПЛА, создавая первые образцы беспилотных авиационных комплексов для мониторинга, съемки, картографирования и патрулирования. Не останавливаясь на достигнутом, происходило совершенствование систем имеющихся БЛА. Так появилась линейка многофункциональных БЛА типа «Бусел», относящихся к малым разведывательным беспилотникам. Сегодня Республика Беларусь продолжает развивать инфраструктуру и технологии в области беспилотных авиационных комплексов, внедряя новые технологии и улучшая эффективность и функциональность своих БПЛА.

Беспилотные авиационные комплексы работают на основе следующих принципов:

1) автономность:

- БАК могут выполнять определенные задачи без постоянного управления человеком, используя встроенные системы навигации.

2) связь:

- передача данных и управление осуществляется с помощью радиосвязи.

3) сенсоры и обработка данных:

- наличие в БАК различных сенсоров (камер, радаров) помогает собирать и передавать информацию для дальнейшей ее обработки;

- наличие качественных камер для съемки объектов.

В Республике Беларусь разрабатывают БЛА разных типов, а именно самолетные, вертолетные и мультикоптерные. У каждой модели свое особенное строение, которое помогает выполнять характерные для этого задачи. К тому же, развитие технологий управления, миниатюризации и компьютеризации позволило создавать более легкие, устойчивые и доступные БАК. А чем дрон меньше, легче и маневреннее, тем лучше и точнее он будет выполнять свои задачи. И при этом не существует универсального беспилотника, так как каждый из них разрабатывается специально для каких-либо целей. Так как инновационный прогресс не стоит на месте, то БАК оснащены современными технологиями, которые позволяют проще и эффективнее использовать беспилотники. Такие технологии включают:

- искусственный интеллект: для анализа данных и принятия решений в реальном времени, пока управляющий им оператор находится на большом расстоянии;

- системы навигации: GPS для точного позиционирования.

Практическое применение БЛА в Республике Беларусь многогранно. Беспилотники используются для гражданских, пограничников, армии, милиционеров, сотрудников МВД, гидрометеорологических центров, МЧС. Не остается без внимания их использование в лесных хозяйствах, для сельскохозяйственных работ. Например, для мониторинга урожая, опрыскивания полей, контроля за состоянием лесов и водоемов. Служба в МЧС так же не остается без внимания. Беспилотники помогают осуществлять:

- мониторинг чрезвычайных ситуаций и обнаружение пожаров;

- оценку ущерба после какого-либо бедствия при помощи съемки фото и видео;

- поиск людей и спасение пострадавших, особенно в труднодоступных местах;

- доставку грузов, спасательного снаряжения, медикаментов;

- проведение разведывательных миссий для обеспечения безопасности оперативного персонала.

Эти возможности делают беспилотники важным инструментом для повышения эффективности и безопасности деятельности людей, так как они могут пробраться в труднодоступные места, опасные для человека.

Актуальным является применение БАК в военных и защитных целях. Большинство выпускаемых моделей применяются для патрулирования границ, территорий, разведки местности, радиационной разведки, оборонных целей, получения информации о потенциальных угрозах и противниках и др. Такие дроны оснащены авиационными ракетами и бомбами, управляемые дистанционно.


Несмотря на преимущества, БАК сталкиваются с проблемами, такими как ограниченная продолжительность полета, автономность полета и возможности подъема грузов. Также риском их использования является то, что наша страна не желает участвовать в военных конфликтах, притом, что может возникнуть проблема с воздушным пространством. Также беспилотники могут столкнуться с техническими сбоями, которые могут привести к авариям или потере управления. Однако с течением времени эти проблемы будут минимизироваться и БЛА станут более безопасными, совершенствованными и частыми в использовании. Предполагается, что в будущем БАК будут играть еще более значимую роль в различных отраслях, например в военных, медицинских и транспортных. С ростом

использования БАК возникают новые этические и правовые вопросы, которые требуют внимания и решения.


В заключение хочу сказать, что будущее БАК неограниченно и в ближайшее время будет находиться в развитии и под внедрением различных инноваций. В перспективе использование беспилотников в Республике Беларусь обещает быть еще более динамичным, с расширением применения технологий и укреплением инфраструктуры для их поддержки. Таким образом, беспилотные авиационные комплексы становятся неотъемлемой частью современного общества, способствуя развитию науки и техники и решению насущных проблем в различных отраслях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Информагенство БЕЛТА. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.belta.by> (дата обращения 30.10.2024г.).
2. Национальна академия наук Беларуси. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nasb.gov.by> (дата обращения 30.10.2024).
3. Газета «Рэспубліка». Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.sb.by> (дата обращения 30.10.2024).



**СЕКЦИЯ 3.
ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ
ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ, БЕЗОПАСНОСТЬ
ПОЛЕТОВ**



ВЛИЯНИЯ ОШИБКИ ЧЕЛОВЕКА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

Модель «Швейцарского сыра» появилась в 1990 году, ее описал в своей книге «Человеческие ошибки» известный британский психолог Дж. Ризон [1]. Он придумал весьма своеобразную метафорическую картинку, которая плотно вошла в обиход любого авиационного специалиста, будь то пилот, бортпроводник, специалист по управлению воздушным движением или технической эксплуатации воздушных судов. На своем рисунке он описал череду ошибок, ведущих к катастрофе. Эта теория хорошо известна, а также применяется специалистами в области риск-менеджмента, медицины, строительства.

Основа концепции Ризона, которую называют еще «кумулятивными последствиями действий» – это выделение типичных ошибок в любой организации.

Благодаря модели «Швейцарского сыра» в гражданской авиации начала функционировать система оценки рисков, как часть общей системы управления безопасностью полетов. Система оценки рисков помогает оценить вероятность и возможные последствия на каждом этапе функционирования многогранной авиационной системы, в том числе и в сфере технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Более наглядно модель «Швейцарского сыра» представлена на рисунке 1.

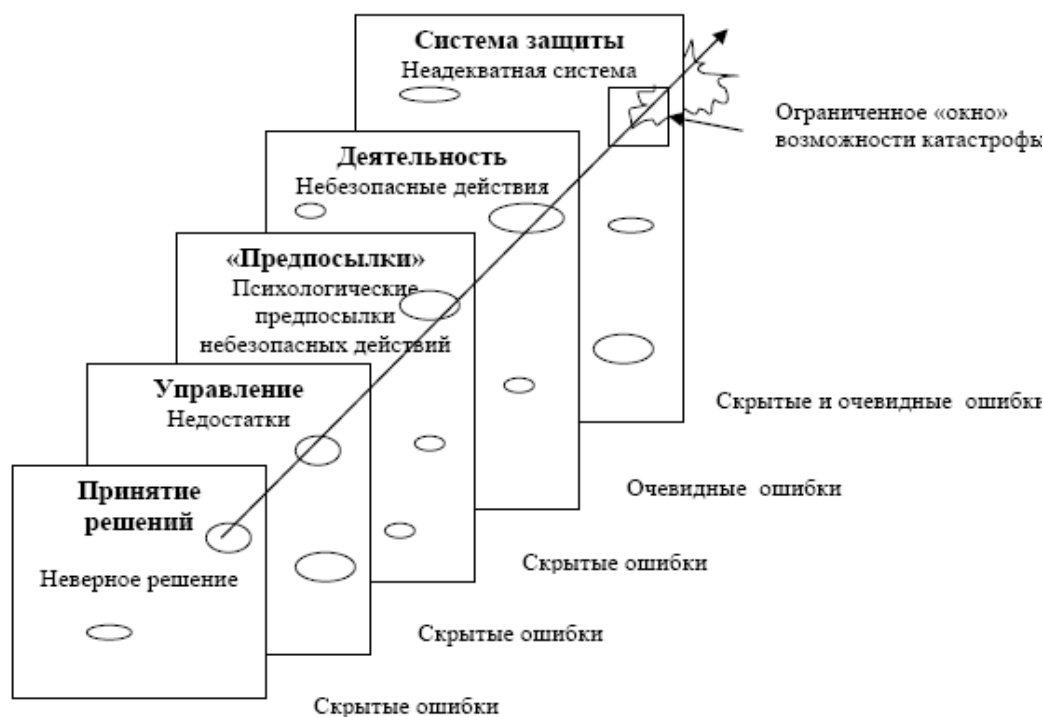


Рисунок 1 – Модель «Швейцарского сыра»

Дж. Ризон считает, что авиационные происшествия и инциденты редко являются следствием ошибки со стороны так называемых «операторов передней линии», к которым можно отнести непосредственно летный состав, персонал по управлению воздушным движением и инженерно-технический персонал. Чаще всего такие инциденты являются итогом взаимодействия серии упущений, известных как «латентные (скрытые) нарушения», которые скрывались внутри производственных процессов, как системные нарушения и недостатки. Проблема латентных нарушений в том, что при ошибке оператора «передней

линии», эта ошибка моментально выявляется системами защиты и дублирования, при этом латентные недостатки возникают, как правило, от решений и действий руководящего состава (или отсутствия действий), эти лица далеко отодвинуты от «передней линии», а их ошибки глубоко укореняются в систему [1].

Исходя из изложенного в своей модели Дж. Ризон выделяет пять пластов. Первый пласт – это пласт «принимающих решение». Это руководители далекие от производства, функция которых вырабатывать системную стратегию. На том уровне закладывается тот самый баланс между безопасностью полетов и коммерческой выгодой. Решение на получение максимальной финансовой выгоды является летальным нарушением.

Второй пласт – это пласт «линейного руководства», которое отвечает за воплощение руководящих решений на практике. На практике решения могут осуществиться с массой ошибочных действий, что в свою очередь приведет к катастрофе.

Третий пласт – это пласт «непременных условий». Данный пласт несет в себе ошибки при эксплуатации авиационной техники, несовершенство конструкции воздушных судов, недостаточные процедуры, недостаточную подготовку инженерно-технического персонала. Все это совместно с другими нарушениями может привести к плачевным последствиям.

Четвертый пласт – это пласт «производственной деятельности». Он включает в себя ошибочные действия непосредственных операторов. Здесь совершаются ошибочные действия – активные отказы, по терминологии Дж. Ризона.

Пятый пласт – это пласт «защитных средств». Этот пласт характеризуется дисциплиной специалистов, уровнем обучения и переобучения персонала, средствами предупреждения, технологическими инновациями с учетом человеческого фактора.

Каждая дырка в ломтике – отдельная ошибка. Таких дырок много в любой авиационной системе, на любом уровне, они обладают разной степенью опасности и влекут за собой разные последствия. Однако следующий уровень (пласт), в котором нет таких проблем, защищает все систему от катастрофы.

Мы часто слышим, что авиационная катастрофа является совокупностью летальных ошибок персонала на всех уровнях производства. Модель «Швейцарского сыра» хорошо подтверждает это утверждение. Эта модель четко показывает пути решения проблемы поддержания заданного уровня безопасности полетов: увеличение количества «ломтиков сыра», количества качественных защитных барьеров, одним из них является изучение человеческого фактора и осведомленность персонала в этой сфере.

Данный подход к исследованию человеческого фактора побуждает расследователей не останавливаться только на анализе действий авиационного персонала, а идти дальше в поисках глубинных причин, которые уже присутствовали в авиационной системе и стали предпосылкой к летному происшествию. При этом выявление реальных опасных факторов, системных недочетов способствует предотвращению повторных неблагоприятных событий в будущем, эта деятельность должна быть направлена не на установление доли чей-либо вины или ответственности, а на соблюдение объективности и выявление реальных причин авиационного происшествия.

Таким образом, модель Дж. Ризона ориентирует на поиск скрытых недостатков в компонентах авиационной системы, которые далеко отстоят от прошедшего события, ничем себя не проявляют, но обуславливают ненадежность действий специалиста по причине влияния на него человеческого фактора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Reason, J. Human Error / J. Reason. – Cambridge University Press, 1990. – 302 p.

УДК 351.814.2

З. В. Машарский, В. В. Дубовик

Белорусская государственная академия авиации

ПРОЦЕДУРЫ И ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ

Поиск и спасание воздушных судов – система мероприятий, направленных на обнаружение воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие, оказание помощи пассажирам и экипажам таких воздушных судов, обеспечение их выживания и эвакуации. Поиск и спасание воздушных судов. осуществляются органами поисково-спасательной службы, которая создается государством для поисково-спасательного обеспечения полетов в пределах своей территории. Координацию, организацию и проведение мероприятий по поиску и спасанию пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь, осуществляет государственное авиационное аварийно-спасательное учреждение «АВИАЦИЯ» Министерства по чрезвычайным ситуациям [1].

Эффективное проведение поисково-спасательных операции невозможно без координации действия участвующих организации и средств, к которым могут относиться воздушные суда. Методы обеспечения такой координации могут быть различными и зависят от конкретной организации в данном районе.

В соответствии со статьей 91 Воздушного кодекса Республики Беларусь «Поисковые и аварийно-спасательные работы» поиск и спасание пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие, являются безвозмездными. Координацию, организацию и проведение поисковых и аварийно-спасательных работ осуществляет государственная авиационная поисково-спасательная организация.

Местные исполнительные и распорядительные органы в пределах их компетенции, организации и граждане, на земельном участке которых воздушное судно потерпело бедствие, обязаны до прибытия представителей государственной авиационной поисково-спасательной организации принять неотложные меры по спасанию граждан, оказанию им медицинской и иной помощи, охране воздушного судна и находящихся на его борту документации, оборудования и имущества, а также по сохранению состояния места авиационного события [2].

Воздушному судну, терпящему или потерпевшему бедствие, оказывается помощь независимо от его государственной принадлежности и обстоятельств авиационного события. Специалисты республиканских органов государственного управления и организаций, в обязанности которых входит выполнение мероприятий по поиску и спасанию пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь, проходят подготовку, переподготовку и повышение квалификации для проведения поисковых и аварийно-спасательных работ в учреждениях образования Республики Беларусь, иных организациях системы образования Республики Беларусь, а также в иностранных организациях, имеющих соответствующий международный (иностраный) сертификат, признанный в Республике Беларусь.

Специалисты республиканских органов государственного управления и организаций, которые привлекаются для выполнения мероприятий по поиску и спасанию пассажиров и экипажей воздушных судов, терпящих или потерпевших бедствие на территории Республики Беларусь, в соответствии с актами Президента Республики Беларусь и Совета Министров Республики Беларусь проходят тренировки для проведения поисковых и аварийно-спасательных работ. Эвакуация воздушного судна или его частей с места авиационного события осуществляется силами и средствами эксплуатанта этого воздушного судна или другими организациями и гражданами за счет средств эксплуатанта воздушного судна, если иное не установлено законодательными актами [3].

В соответствии со статьей 92 Воздушного кодекса Республики Беларусь «Сотрудничество с иностранными государствами при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ» поиск и спасание пассажиров и экипажа воздушного судна, терпящего или потерпевшего бедствие на территории Республики Беларусь и за ее пределами, осуществляются в соответствии с актами законодательства, международными договорами Республики Беларусь. Координацию этих действий со службами поиска и спасания иностранных государств осуществляет государственная авиационная поисково-спасательная организация.

Соглашения о сотрудничестве и взаимодействии в области поиска и спасания со службами поиска, и спасания иностранных государств заключает государственная авиационная поисково-спасательная организация.

Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полетов включает:

- организацию дежурства поисково-спасательных и аварийно-спасательных сил и средств;
- организацию аварийного оповещения;
- организацию и проведение поисковых и аварийно-спасательных работ по спасанию пассажиров, экипажей воздушных судов, потерпевших бедствие;
- специальную подготовку экипажей поисковых воздушных судов, а также должностных лиц, привлекаемых к поиску и спасанию;
- организацию специальной подготовки экипажей воздушных судов к действиям в аварийном положении и выживанию экипажей и пассажиров при авиационном событии;
- организацию технического оснащения поисково-спасательных воздушных судов, наземных поисковых и аварийно-спасательных команд современными средствами поиска и спасания, необходимым имуществом и снаряжением;
- оснащение воздушного судна бортовыми аварийно-спасательными средствами;
- управление поисково-спасательными силами и средствами;
- оказание помощи населению при авариях и техногенных катастрофах в народном хозяйстве, стихийных и экологических бедствиях.

Поисковые и аварийно-спасательные работы организуются и осуществляются в случаях объявления соответствующей стадии аварийного положения [4].

Организация сбора информации, имеющей отношение к аварийной обстановке, возлагается на руководителя полетов, в районе ответственности которого находится воздушное судно. Органы организации воздушного движения являются основными пунктами сбора полетной информации, относящейся к аварийной обстановке.

Развитие аварийной обстановки характеризуется типовыми аварийными стадиями: «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ», «ТРЕВОГА», «БЕДСТВИЕ». В зависимости от складывающейся ситуации руководитель полетов определяет аварийную стадию и предпринимает соответствующие действия:

Стадия «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ» (INCERFA) – ситуация, характеризующаяся наличием неуверенности относительно безопасности воздушных судов и находящихся на его борту лиц. О стадии «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ» речь идет в тех случаях, когда известно о ситуации, которая может требовать наблюдения за ее развитием или сбора дополнительной информации, но не требует направления ресурсов. При возникновении сомнений относительно безопасности воздушного судна либо находящихся на его борту лиц, или когда оно не прибыло в расчетное время, необходимо изучить ситуацию и собрать информацию. На этой стадии может быть начат поиск с помощью средств связи. Стадия «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ» объявляется в тех случаях, когда возникают сомнения относительно безопасности воздушного судна либо находящихся на его борту лиц.

Стадия «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ» объявляется в тех случаях, когда:

- органом организации воздушного движения установлен факт потери радиосвязи с воздушным судном, находящимся в зоне ответственности органа организации воздушного движения;
- воздушное судно не вышло на связь по истечении 30 мин после расчетного времени прибытия (посадки), прохода пункта обязательного донесения;

- получено аварийное сообщение по системе КОСПАС-САРСАТ о работе ELT.

Стадия «ТРЕВОГА» (ALERFA) – ситуация, при которой существует опасение за безопасность воздушного судна и находящихся на его борту лиц.

Стадия «ТРЕВОГА» наступает в тех случаях, когда воздушное судно, либо находящиеся на его борту лица столкнулись с некоторыми трудностями и могут нуждаться в помощи, но не подвергаются непосредственной опасности. Со стадией «ТРЕВОГА» обычно связаны опасения, но не существует какой-либо известной угрозы, требующей незамедлительных действий. В отношении не прибывших в расчетное время воздушное судно вопрос о стадии «ТРЕВОГА» может рассматриваться в тех случаях, когда и в дальнейшем не поступает никакой информации о местоположении воздушного судна.

Стадия «ТРЕВОГА» объявляется в тех случаях, когда:

- после наступления стадии «НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ» по всем имеющимся средствам связи и наблюдения не удалось получить сведения о воздушном судне;
- воздушное судно, получившее диспетчерское разрешение на посадку, по истечении 5 мин не произвело посадку и связь с данным воздушным судном отсутствует;
- получена информации о неисправностях или отказах бортового оборудования воздушного судна, но по докладу экипажа помощь поисковых и аварийно-спасательных сил и средств не требуется;
- известно или предполагается, что воздушное судно является объектом незаконного вмешательства.

Стадия «БЕДСТВИЕ» (DETRESFA) – ситуация, характеризующаяся наличием обоснованной уверенности в том, что воздушное судно и находящимся на его борту лицам грозит серьезная и непосредственная опасность или требуется немедленная помощь. Стадия «БЕДСТВИЕ» наступает в тех случаях, когда есть уверенность в том, что воздушное судно и находящиеся на его борту лица подвергаются опасности и нуждаются в незамедлительной помощи. В отношении не прибывших в расчетное время воздушных судов вопрос о стадии «БЕДСТВИЕ» может рассматриваться в тех случаях, когда в результате поисков с помощью средств связи и других видов обследования не удалось установить местоположение воздушного судна. Стадия «БЕДСТВИЕ» объявляется в тех случаях, когда:

- после наступления стадии «ТРЕВОГА» связь с воздушным судном и его местоположение установить не удалось и предполагается, что воздушное судно терпит бедствие;
- экипажем воздушного судна объявлен сигнал «Бедствие» (сигнал «MAYDAY», «SOS», установка кода ответчика вторичной локации «7700»);
- по докладу экипажа для выполнения посадки на аэродроме топлива на борту воздушного судна недостаточно;
- получена информации о неисправностях или отказах бортового оборудования воздушного судна и по докладу экипажа требуется помощь поисковых и аварийно-спасательных сил и средств;
- экипаж воздушного судна доложил о намерении выполнить или выполняет вынужденную посадку вне аэродрома;
- из других источников стало известно о воздушном судне, терпящем или потерпевшем бедствие;
- авиационное происшествие на аэродроме произошло внезапно и требуется оказание немедленной помощи пассажирам и членам экипажа воздушного судна.

В современных условиях поиск и спасание является значимым социально-экономическим фактором вследствие того, что летная деятельность остается в жесткой зависимости от возникновения нештатных ситуаций на различных этапах полета. Поисково-спасательное обеспечение полетов авиации заключается в организации и осуществлении мероприятий, направленных на надежное оповещение о бедствии, достижение высокой эффективности применения поисково-спасательных сил и средств, готовности летного состава к действиям в аварийных ситуациях [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воздушный Кодекс Республики Беларусь: Законов Республики Беларусь от 26.12.2007 N 300-З, от 26.12.2007 N 301-З : с изм. и доп. от 04.01.2014 N 127-З. – Минск : Амалфея, 2013. – 46 с.
2. Об утверждении Правил использования воздушного пространства Республики Беларусь: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 4 ноября 2006 г., № 1471 (в ред. постановлений Совмина от 10.01.2008 N 21, от 30.11.2009 N 1554, от 23.07.2014 N 713). – Минск, 2014. – 28 с.
3. Об органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь : Закон Республики Беларусь от 16 июля 2009 года № 45-З – Минск : Амалфея, 2013. – 32 с.
4. Руководство по организации поискового и аварийно-спасательного обеспечения полетов в авиационных организациях Республики Беларусь: приказ Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 9 ноября 2019 г. № 333. – 20 с.
5. Инструкция организации информационного обмена между государственным учреждением «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь» и Государственным предприятием «Белаэронавигация»: утв. генеральным директором государственного предприятия «Белаэронавигация» и Начальником государственного учреждения «Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации МЧС Республики Беларусь», от 22.05.2015 г. – Минск, 2015. – 18 с.

УДК 341

О. Г. Колошич

Белорусская государственная академия авиации

ВЛИЯНИЕ ОДНОСТОРОННИХ САНКЦИЙ НА ДВУСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Для установления воздушного сообщения между государствами в рамках Конвенции о международной гражданской авиации действуют соглашения о воздушном сообщении в области гражданской авиации (далее – соглашения о воздушном сообщении) в которых установлено, что каждое государство-участник договора предоставляет другому государству-участнику договора определенные права в целях установления международных регулярных воздушных сообщений [1].

С каждым государством условия соглашения о воздушном сообщении содержат разное количество выполняемых полетов по согласованным маршрутам, однако подходы к аннулированию выданных разрешений на полет и разрешению спорных ситуаций в случае их возникновения единообразные. Так, в настоящее время действуют соглашения о воздушном сообщении с государствами, которые ограничивают использование воздушного пространства для белорусских перевозчиков, такими как Австрия, Бельгия, Болгария, Германия, Латвия, Польша, Румыния, Эстония.

Как отмечается в научной литературе, специальным докладчиком Организации Объединенных Наций (далее - ООН) Довгань Е.Ф. с точки зрения международного права санкции *вводятся в соответствии с международно-правовыми нормами*, т. е. они принимаются с разрешениями Совета безопасности, действующими на основании главы VII Устава ООН для поддержания мира и безопасности, и они не нарушают никакой международной договор и никакую обычную норму [2-5], либо являются *«контрмерами в соответствии с нормами международной ответственности»*, которые могут приниматься только непосредственно затронутыми государствами в ответ на нарушение международного

обязательства в целях восстановления выполнения этого обязательства» [2, с. 21]. Если вводятся «односторонние санкции, не отвечающие вышеуказанным критериям, они представляют собой *односторонние принудительные меры* и являются незаконными с точки зрения международного права». [2, с. 21]

Белорусский ученый Т. Н. Михалёва в своих исследованиях также рассматривает санкции и подчеркивает их негативное влияние на выполнение международных экономических обязательств и важность согласованных региональных действий для избежания неправомерного введения санкций [3, с. 27–28].

Введение ограничительных мер в виде санкций и принятие решения о запрете на выполнение полетов в воздушном пространстве воздушным судам, зарегистрированным в Республике Беларусь, *является нарушением в одностороннем порядке соглашения о воздушном сообщении как двустороннего международного договора*.

Полагаем, что введением односторонних санкций в отношении гражданской авиации Республики Беларусь нарушаются следующие требования соглашения о воздушном сообщении.

В статье 2 соглашения о воздушном сообщении установлено, что государство-участник договора предоставляет другому государству-участнику договора права, указанные в соглашении о воздушном сообщении, в целях установления международных воздушных линий по маршрутам, позволяющим эксплуатировать договорные линии, где пункты отправления и пункты назначения включают любые пункты одного государства и любые пункты в другом государстве.

Согласно статье 4 соглашения о воздушном сообщении каждое государство-участник договора будет иметь право аннулировать разрешение на эксплуатацию или приостановить назначенным авиапредприятием пользование правами, указанными в статье 2 соглашения о воздушном сообщении, любому авиапредприятию, назначенному другим государством-участником договора, или потребовать выполнения таких условий, которые оно сочтет необходимыми при пользовании этими правами.

При этом, каждое государство-участник имеет право аннулировать разрешение на выполнение полетов или приостановить назначенным авиапредприятием пользование правами любому авиапредприятию, назначенному другим государством-участником договора, или поставить такие условия, которые она может считать необходимыми при пользовании этими правами.

Немедленное аннулирование или приостановление разрешений на выполнение полетов возможно только в случаях, если оно является необходимым для предотвращения дальнейших нарушений обеспечения безопасности полетов в части соблюдения международных требований по эксплуатации воздушных судов, подготовки экипажа, использованию аэропортов и аэронавигационных средств, и будет применяться только после консультаций с другим государством-участником договора по всем вопросам, относящимся к применению соглашения о воздушном сообщении.

Кроме того, соглашение о воздушном сообщении также предусматривает проведение консультаций между авиационными властями государствами-участниками договора по всем вопросам, относящимся к его выполнению.

Авиационные власти государств, которые ввели санкционные ограничения на использование воздушного пространства, не высказывали официальных заявлений о нарушении требований к обеспечению безопасности полетов, просьб о проведении консультаций для урегулирования ситуации путем проведения переговоров.

Статья 17 соглашения о воздушном сообщении императивно устанавливает обязанность для государства-участника договора при возникновении какого-либо спора относительно применения соглашения о воздушном сообщении, в первую очередь, пытаться урегулировать спор путем проведения переговоров между сторонами, а при невозможности урегулирования спора путем переговоров, спор может быть вынесен на рассмотрение арбитражного третейского суда. Исходя из анализа положений двусторонних соглашений, мы приходим к выводу, что нарушен установленный порядок разрешения споров на локальном уровне.

С учетом изложенного, можно сделать вывод, что санкции, введенные в отношении белорусской гражданской авиации, не соответствуют международно-правовым нормам, так были приняты государствами в одностороннем порядке, в нарушение Устава ООН, нарушают соглашение о воздушном сообщении как двусторонний международный договор и подрывают усилия международного сообщества по созданию и развитию безопасной гражданской авиации.

Санкции в отношении Беларуси являются *неправомерными односторонними принудительными мерами* с нарушением норм международного воздушного права и принципов международной гражданской авиации, а закрытие воздушного пространства для выполнения полетов является мерой экономического воздействия, которая нанесла материальный ущерб субъектом хозяйствования, обеспечивающим функционирование гражданской авиации (авиакомпаниям, организациям, обеспечивающим аэронавигационное обслуживание, аэропортам, авиационному бизнес-сообществу).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конвенция о международной гражданской авиации: заключена в г. Чикаго 7 дек. 1944 г. // iLex: информ. правовая система (дата обращения: 01.11.2024).
2. Международное публичное право. Общая часть: учеб. пособие / Е. Ф. Довгань [и др.]; под ред. Е. Ф. Довгань. – Минск; БГУ, 2023. – 463 с.
3. Е. Ф. Довгань. Доклад специального докладчика ООН Довгань Е. Односторонние принудительные меры: понятие, виды и квалификация. 8 июля 2021 г. – 23 с.
4. Е. Ф. Довгань. Доклад специального докладчика ООН Довгань Е. по вопросу о негативном воздействии односторонних принудительных мер на осуществление прав человека от 13 сентября 2021 г. – 28 с.
5. Довгань, Е. Ф. Негативное влияние односторонних санкций в условиях пандемии / Е. Ф. Довгань // Международные отношения. – 2020. – № 2. – С. 78–85.
6. Михалёва, Т. Н. Санкции, Всемирная торговая организация и Евразийский экономический союз: правовые взаимосвязи / Т. Н. Михалёва // Международные отношения. – 2022. – № 2. – С. 23–30.

УДК 623.76

А. И. Листопад, О. Н. Скрыпник

Белорусская государственная академия авиации

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ C-UAS ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант T23-029).

В настоящее время в связи с бурным развитием беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) и сфер их применения возрастает уровень возникновения угроз на объектах гражданской авиации. Важной задачей в таких случаях является определение степени уязвимости к рискам и изучение влияния различных инцидентов, создаваемых БЛА, на авиационную безопасность, а затем определение подходящих мер по смягчению последствий.

Мировым авиационным сообществом в этой связи осуществляется разработка эффективной стратегии C-UAS (Counter Unmanned Aerial Systems), которая представляет собой системный структурированный подход по обнаружению и отслеживанию БЛА [1]. Техническое решение C-UAS призвано: обеспечить раннее оповещение о несанкционированном приближении БЛА к объекту или нахождение на его территории, быстрое задействование

оперативных и технических ресурсов для своевременного реагирования, передачу информации, позволяющую принимать решения относительно безопасной эксплуатации объекта.

Стратегия C-UAS включает себя план внедрения систем обнаружения беспилотной авиации, состоящий из семи основных этапов, которые представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Этапы внедрения технологии C-UAS

Развитие концепции противодействия БЛА планируется осуществлять по двум направлениям:

- обнаружить, отследить и идентифицировать (DTI);
- обнаружить, отследить, идентифицировать и воздействовать (DTIE).

Технологии C-UAS быстро развиваются. Они предоставляют множество вариантов обнаружения, идентификации и/или смягчения последствий. Такие комплексные многоуровневые варианты часто объединяют радарные, радиочастотные, звуковые детекторы, видеокамеры и искусственный интеллект (ИИ), которые могут быть сопряжены с различными вариантами смягчения последствий, такими, как например постановка радио и других помех.

Для обнаружения БЛА используются следующие технологии, которые считаются применимыми в районах аэропортов:

1. Радарные датчики, основанные на принципах первичной радиолокации, которые часто рассматриваются в качестве основного средства обнаружения угроз в зонах аэропорта. Радар может обнаруживать БЛА любого размера по его специфической радиолокационной сигнатуре и предоставлять информацию о текущей и прогнозируемой траектории его движения в реальном времени. Несомненным преимуществом является то, что радарное устройство может обнаруживать и отслеживать несколько объектов одновременно. Однако оно должно быстро сканировать большие площади с высокой чувствительностью и иметь возможность исключать ложные цели с помощью соответствующих алгоритмов.

Для обнаружения БЛА в большинстве случаев используются микроплеровские радары, обладающие разрешающей способностью по скорости цели. Это позволяет отличить БЛА от птицы, поскольку скорость вращения его лопастей отличается от взмахов крыльев.

Проблемы использования радаров включают в себя сложность автоматизации, зависимость от обученности операторов, высокую стоимость системы и зависимость характеристик обнаружения и измерения параметров цели от ее эффективной отражающей поверхности [2]. Ключевой частью идентификации несанкционированных БЛА является необходимость найти пилота-оператора, а радар не может определить его местоположение.

2. Радиочастотные датчики, обнаруживающие радиочастотные (РЧ) сигналы. Использование РЧ-сканеров обеспечивает экономически эффективное решение для обнаружения, отслеживания и идентификации БЛА на дальностях от 1 до 3 км. При этом виде обнаружения используются алгоритмы для сканирования известных частот с целью поиска излучающих РЧ устройств и приблизительного местоположения БЛА и его оператора. Этот метод эффективен, если БЛА передает сигнал. Однако датчики обнаружения РЧ могут обнаруживать только несколько объектов в воздухе за цикл сканирования, а на точность обнаружения могут влиять факторы, связанные с условиями распространения радиоволн. Несмотря на это, использование РЧ-сканеров обеспечивает высокую вероятность обнаружения с низким уровнем ложных тревог.

Также для обнаружения БЛА могут использоваться Wi-Fi-приемники, осуществляющие мониторинг радиочастот в соответствующем диапазоне. Такие устройства способны перехватывать пакеты Wi-Fi и обеспечивать доступ к управлению БЛА. Однако сигналы Wi-Fi значительно ослабевают с расстоянием и наличием препятствий, поэтому в таких приемниках задействован расширенный диапазон частот от 2,4 ГГц до 5,8 ГГц. Следует отметить, что данный метод действенен только с БЛА, которые управляются через сети Wi-Fi.

3. Акустические датчики, идентифицирующие звуковые волны. Акустическая технология обнаружения БЛА использует массивы микрофонов для улавливания шума, издаваемого роторами БЛА в полете.

Акустические сигнатуры, улавливаемые микрофонами, можно сравнить с базой данных известных сигнатур, чтобы определить тип угрозы БЛА. Главным преимуществом акустических систем является их относительно невысокая стоимость. При этом на их характеристики могут влиять ветер, шум от авиационных двигателей и техники на аэродроме и другие фоновые шумы, что приводит к достаточно высокому риску ложных срабатываний.

Искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения также могут использоваться для обнаружения акустических особенностей целей и их классификации. Несколько массивов микрофонов, распределенных на большой площади, могут использоваться для определения положения возможных угроз, исходящих от БЛА, методом триангуляции.

Акустические системы обнаружения могут использоваться для обнаружения как дистанционно управляемых, так и автономных БЛА. При этом они являются пассивными устройствами и не излучают никаких сигналов, что делает их менее уязвимыми для обнаружения. Их применение не требует сертификации в области использования частотного диапазона радиосредствами.

Акустическое обнаружение может использоваться для обнаружения угроз от БЛА, которые не обнаруживаются радарными системами, обеспечивая дополнительный уровень безопасности при использовании совместно с радарными системами. В отличие от радиочастотных датчиков, акустические системы могут обнаружить любой БЛА в ближнем поле электромагнитного спектра, включая автономные устройства, которые не излучают никакие сигналы. Они также могут различать помехи от наземных средств и настоящую активность БЛА, с чем некоторые системы обнаружения могут сталкиваться.

Еще одним достоинством акустических датчиков является их возможность идентифицировать рой БЛА, но при этом они могут испытываться проблемы при различении отдельных БЛА внутри него. Чтобы распознать и отследить несколько целей одновременно, на аэродроме необходимо устанавливать дополнительные радарные системы. Поэтому акустические системы неэффективны в качестве основной системы обнаружения беспилотников.

При самостоятельном использовании акустические системы обнаружения ограничены радиусом действия в несколько сотен метров. Акустические датчики с максимальным диапазоном 300–500 м обеспечивают лишь ограниченное покрытие по сравнению с другими системами. Поэтому акустические системы могут быть развернуты как часть комплексного многоуровневого решения по борьбе с беспилотной авиацией, которое включает в себя радиочастотные и другие виды технологий обнаружения, а также системы перехвата.

4. Электрооптические датчики, состоящие из видео и инфракрасных камер. Датчики подразделяются на два основных типа: электрооптические (ЭО) и ЭО IP сенсоры. Первый тип

получает фотоны от просматриваемой зоны, преобразует их в электрические сигналы и создает изображение [3]. В настоящее время используются четыре основных вида ЭО датчиков: фотопроводящие устройства, фотоэлектрические элементы, фотодиоды, фоторезисторы. ЭО датчики могут быть откалиброваны для обнаружения электромагнитного излучения от инфракрасного до ультрафиолетового диапазона длин волн, что позволяет им работать в условиях плохой освещенности. Такие устройства не могут работать автономно, поскольку получаемые данные должны анализироваться и интерпретироваться. К значительным недостаткам электрооптических датчиков можно отнести высокую стоимость, а также подверженность влиянию погодных условий (осадки, перепады температур, туман).

В последние годы ведутся разработки микрооптоэлектромеханических систем, которые смогут манипулировать сигналами на молекулярном уровне. Благодаря своим небольшим размерам они будут менее уязвимы и малозаметны.

Беспилотная авиация будет продолжать активно развиваться, в связи с этим возрастут риски незаконного проникновения БЛА на критически важные объекты. Поэтому авиационным организациям следует принимать решения о внедрении систем обнаружения БЛА. При выборе определенной системы необходимо учитывать множество различных факторов, преимущества и недостатки используемых технологий, выявить наиболее уязвимые объекты, выделить денежные ресурсы для обеспечения своевременного выполнения всех этапов валидации. Однако следует учитывать, что ни одна система пока не может обеспечить полной защищенности, поэтому целесообразно рассматривать совместное использование различных видов систем, которые бы работали как единый комплекс обнаружения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Counter unmanned aerial systems (C-UAS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pesco.europa.eu/project/counter-unmanned-aerial-system-c-uas/>. – Дата доступа: 30.09.2024.
2. Drone Detection Radar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.terma.com/capabilities/radar-systems/drone-detection/>. – Дата доступа: 30.09.2024.
3. EO IR Sensor and RF Sensor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.baesystems.com/en/product/eo-ir-sensor-r-d>. – Дата доступа: 28.09.2024.

УДК 159.9

У. А. Лупеева

Белорусская государственная академия авиации

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ СТРЕССА

Стресс – это реакция организма на различные внешние или внутренние раздражители, которая может привести к негативным последствиям для здоровья. Стресс в малых дозах может быть полезным для организма, но в случае чрезмерной нагрузки может стать причиной серьезных последствий. Каждый организм реагирует на стресс активацией нейрогуморальной системы. При стрессе происходит выброс гормона кортизола, С-реактивного белка и фибриногена, которые считаются маркерами воспаления в организме, а также инсулиноподобного фактора роста 1, играющего роль в процессах старения и связанный с продолжительностью жизни [1].

Каждый человек индивидуален, и то, что вызывает стресс у одного, может не иметь значения для другого и важно уметь распознавать собственные триггеры стресса и научиться эффективно справляться с ними.

Стресс сегодня – это явление привычное и повседневное, при этом человеку не всегда легко приспособиться к постоянным изменениям окружающей среды, характерным для

нынешнего времени [2]. Существует множество факторов, которые могут способствовать возникновению стресса у человека.

Негативные события или обстоятельства в жизни, такие как потеря близкого человека, развод, увольнение с работы и т. д. могут происходить в жизни каждого человека. Эти, как правило, непредсказуемые обстоятельства существенно влияют на настроение и могут выбить из обычного ритма жизни, привести к развитию сильного стресса.

Учебные нагрузки, конфликты на рабочем месте или в учебном заведении, постоянное ощущение временного давления и нехватки времени негативно влияют на качество жизни, ведут к формированию эмоционального выгорания и вызывают стресс. В последующем это сказывается на качестве выполнения работы, что особенно у перфекционистов вызывает дополнительный стресс, замыкая порочный круг. Недостаток сна и плохой режим дня, как результат, дополняет уже имеющийся стресс и усугубляет его.

Физическое состояние организма, недосып, плохое питание, отсутствие физической активности – все это может быть причиной возникновения стресса. Болезни часто являются причиной хронического стресса. Физическое состояние организма, недосып, плохое питание, отсутствие физической активности – все это может быть причиной возникновения стресса. Тяжелые болезни нарушают общее состояние организма, причиняют неудобства, заставляют человека беспокоиться о возможных последствиях. Изменение внешнего вида нарушает социализацию, самооценку, ведет к формированию длительного хронического стресса [3].

Финансовые проблемы и нехватка денег тоже являются источником стресса, ограничивая возможности человека. Исследование ученых из Университетского колледжа Лондона и Королевского колледжа показало, что стресс в результате финансовых проблем влияет на психику человека и может вести к нарушениям в иммунной, нервной и гормональной системам [1].

Семейные проблемы и конфликты в отношениях с близкими являются частыми причинами стресса. Трудности во взаимоотношениях разных поколений людей, отсутствие уважения к позиции близкого, авторитарный тип воспитания часто является причиной конфликтов и ведет к возникновению стресса, часто хронического. При этом у детей, периодически испытывающих стресс в семье, отмечается более высокий уровень стрессоустойчивости [2].

Одним из факторов, влияющим на возникновение стресса, является негативное мышление. Если человек постоянно сосредотачивается на проблемах, не видя позитивных сторон ситуации, это также может способствовать развитию стресса.

Факторы окружающей среды, такие как шум, загрязнение, некомфортные условия жизни также являются причинами стресса. Шум считается одним из самых агрессивных видов загрязнения, с которым очень тяжело бороться [4]. Он присутствует везде: на улице, внутри здания, в транспорте, на работе. Шум может оказывать негативное влияние на человека и приводить к таким последствиям, как расстройства в эндокринной системе, недостаточность сердечно-сосудистой функции, нарушение пищеварения, снижение слуха, головные боли или головокружения, стресс, раздражение, агрессия, постоянная усталость, ухудшение памяти [5].

Профессия играет значительную роль в возникновении стресса у человека. Некоторые профессии, такие как пилоты, авиадиспетчеры, врачи, пожарные, полицейские и работники скорой помощи, связаны с постоянным стрессом и высоким уровнем ответственности. Необходимость быстро принимать решения в критических ситуациях, работать с людьми в экстренных ситуациях и возможность столкнуться с травматическими событиями могут серьезно повлиять на психическое здоровье работника. В гражданской авиации, стресс распространенное явление и присутствует во всех видах работ, ведь на сотрудников отрасли возложена большая ответственность, а любая ошибка может вылиться в непоправимую катастрофу [6]. Кроме высокой ответственности на пилотов и авиадиспетчеров влияют такие факторы, как шум, теснота кабины, нарушение физиологических ритмов сна и бодрствования (работа в ночное время), усталость и др.

Стрессоустойчивость и правильная реакция на стресс важны для специалистов, обеспечивающих безопасность полетов в гражданской авиации. Именно от тактики поведения

авиадиспетчера и пилота в критической ситуации, правильности и своевременности принятия решения может зависеть жизнь десятков, а то и сотен людей. И стрессоустойчивость является обязательной для этой сферы деятельности. И уже при поступлении в высшее учебное заведение по таким направлениям как «пилот» и «авиадиспетчер» абитуриенты проходят специализированную медицинскую комиссию, частью которой являются специальные психологические тесты в том числе на стрессоустойчивость. Тесты на стрессоустойчивость являются обязательными при приеме на работу, переучивании на новый тип воздушного судна.

На сегодняшний день важно уделять внимание психологическому состоянию работников, проводить профилактические мероприятия для предотвращения стресса и борьбы с его последствиями. Обучение навыкам саморегуляции, создание благоприятной рабочей среды, поддержка коллег и руководства – все это может помочь сократить уровень стресса в любой профессии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Immune-neuroendocrine patterning and response to stress. A latent profile analysis in the English longitudinal study of ageing / S. Odessa [at all] // Brain, Behavior, and Immunity. – 2024. – Vol. 115. – P. 600–608.

2. Прохорова, М. А. Стресс в семье. психологические аспекты / М. А. Прохорова // Теория и практика современной науки. – 2017. – №2 (20). – С. 516–518.

3. Полын, И. В. Оценка психопатологических признаков у молодых людей с вульгарным акне / И. В. Полын, Л. А. Порошина // Дерматовенерология. Косметология. – 2019. – № 1, Т. 5. – С. 30–36.

4. Грибина, Г. А. Влияние шумового фактора на психоэмоциональное состояние человека [Электронный ресурс] / Г. А. Грибина [и др.] // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 6. – Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2017/06/83679>. – Дата доступа: 28.04.2024.

5. Мандельштам, О. Шум времени / О. Мандельштам – М. : Азбука-Аттикус, 2012. – 384 с.

6. Димов, И. В. Профессиональный стресс в авиационной отрасли / И. В. Димов, Т. В. Бойков // Вестник науки. – 2022. – № 1 (58), Т. 5. – С. 212–214.

УДК 625.717

С. В. Минаев, Д. Ю. Мягков

Белорусская государственная академия авиации

МОНИТОРИНГ ИСКУССТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕТНОГО ПОЛЯ АЭРОДРОМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

Качественное состояние аэродромных покрытий, как один из факторов безопасности полетов воздушных судов достигается комплексом мероприятий, направленных на поддержание и восстановление первоначальных эксплуатационных свойств покрытий. Постоянный мониторинг покрытий летного поля позволяет не допустить появления дефектов и повреждений на «здоровом» покрытии и предупредить их появление после ремонта.

Прежде чем приступить к рассмотрению характерных повреждений аэродромных покрытий, целесообразно четко разделить понятия «дефект» и «повреждение» [1, 2].

Дефект – несоответствие конструкций установленным параметрам, нормативным требованиям, проекту.

Повреждение – это разрушение конструкции вследствие проявления дефекта. Например, перекосы штырей в температурных швах бетонных покрытий – это дефект

конструкции, а разрушение (растрескивание) бетона в зоне температурного шва из-за перекося штырей – это повреждение.

Таким образом, дефекты конструкций возникают вследствие ошибок проектирования, а также вследствие нарушения технологии производства работ. Повреждения аэродромных покрытий проявляются в процессе эксплуатации и являются следствием проявления дефекта.

Различного рода повреждения аэродромных покрытий происходят в результате действия на них эксплуатационных нагрузок и природно-климатических факторов. Процессы повреждения развиваются непрерывно, проходя условно несколько стадий – от незаметных для невооруженного глаза дефектов до разрушений, представляющих серьезную опасность для воздушных судов.

Для выявления дефектов и повреждений производится техническая диагностика покрытия, которая изучает и устанавливает признаки и причины повреждения отдельных элементов аэродромных покрытий.

Виды диагностики покрытий:

- визуальный осмотр (выявляются видимые дефекты и повреждения конструкций: трещины, отколы углов и кромок плит, шелушение, выбоины и т. п.; используются простейшие приспособления и инструменты);

- инструментальный контроль (выявляются скрытые дефекты и повреждения, которые не могут быть обнаружены визуально);

- инженерный анализ (производится сбор, хранение, выдача информации по итогам диагностики предыдущих объектов).

Согласно требованиям нормативных правовых актов два раза в год весной и осенью производится осмотр и оценка состояния аэродромных покрытий. Осмотр производится силами личного состава аэродромно-эксплуатационного подразделения.

Выявленные неисправности аэродромных покрытий необходимо своевременно устранять. Систематические работы по текущему содержанию аэродрома увеличивают срок его службы.

Результаты осмотра оформляются в журнале технического состояния аэродромных покрытий. В таблице 1 приведены наиболее распространенные виды дефектов искусственных аэродромных покрытий и причины их появления.

Таблица 1 – Виды дефектов искусственных аэродромных покрытий и причины их появления

Виды дефектов	Причины их появления
Трещины	Усадка бетона, температурные колебания, сверхдопустимые нагрузки при эксплуатации, недопустимые деформации основания.
Разрушение кромок плит	Неравномерные нагрузки по площади покрытия, пучение грунта, температурные напряжения, нарушение технологии строительства, механические повреждения при очистке швов.
Отколы углов плит и сколы бетона	Производственные дефекты, вымывание основания, нарушение требований к устройству деформационных швов.
Шелушение (разрушение верхнего слоя покрытия)	Нарушение технологии строительства, замерзание свежесуложенного бетона, гидрологические и климатические условия, воздействие струй реактивных двигателей, воздействие агрессивных жидкостей, химических реагентов.
Вертикальное смещение плит	Деформация основания, недопустимые эксплуатационные нагрузки.
Коробление плит	Ошибки при проектировании, отсутствие свободы горизонтального перемещения

Результаты анализа выявленных в ходе осмотра повреждений искусственных покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов государственной авиации Республики Беларусь представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты осмотра искусственных покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов государственной авиации

БАРАНОВИЧИ/ МАЧУЛИЦИ/ЛИДА	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
--------------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Шелушение по всей плите	42/2454/1801	42/3659/1939	230/3013/1912	574/2666/1947
Сколы кромок и углов	174/-/776	221/265/1461	570/257/1307	701/646/1314
Очаговое шелушение, раковины выбоины	314/10958/-	512/3501/-	716/3443/-	1130/2850/-
Оголение арматуры	–	–/133/–	–/113/–	–
Поверхностные и усадочные трещины	34/-/212	68/201/216	354/201/216	713/189/216
Разрушение верхнего слоя	42	42	181	181
Сквозные трещины	18/-/24	40/-/26	–/–/26	–/132/26
Просадка плиты	–	–/7/–	–/7/–	–/9/–
Уступы смежных плит	–/–/10	–/14/10	–/14/31	–/18/35
Количество плит ПАГ подлежащих замене	–	–	–	–
ВСЕГО дефектных плит	624/13429/2823	897/7780/3652	2051/7048/3492	2631/7759/3538
ВСЕГО плит	3432/14270/8340	3432/14270/8340	3432/14270/8340	3432/14270/8340
Процент дефектных плит	18,2/94,1/34	26,1/54,52/44	59,8/49,4/42	76,7/54,37/42

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о возможных причинах появления дефектов и повреждений:

- некачественное строительство покрытия;
- эксплуатация покрытий воздушными судами с полетной массой, превышающей расчетную;
- переувлажнение основания вследствие неисправности водосточно-дренажной системы;
- динамические воздействия от колес шасси авиационной техники;
- динамические и температурные воздействия от газовых струй двигателей авиационной техники;
- нарушения правил содержания аэродромных покрытий;
- несвоевременный или низкого качества текущий ремонт покрытия;
- неправильное использование тепловых машин при удалении гололедных образований.

Таким образом, проведенный мониторинг позволит осуществлять качественную подготовку аэродрома в зимний период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горецкий, Л. И. Эксплуатация аэродромов: учебник для вузов / Л. И. Горецкий. – М.: Транспорт, 1986. – 280 с.
2. Эксплуатация аэродромов: учеб. пособие / Д. Ю. Мягков [и др.]. – Минск: ВА РБ, 2021. – 273 с.

УДК 629.73

М. В. Мнишко, Е. В. Кильдюшевская

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕТОВ НА ГРАЖДАНСКИХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ

Воздушный транспорт является важным компонентом экономической системы любой страны. Воздушные суда российских авиакомпаний осуществляют перевозку пассажиров и грузов на многочисленных внутренних и зарубежных воздушных линиях, обеспечивают

транспортные потребности, как в коммерческих авиаперевозках, так и выполняют задания по доставке почты, оказанию срочной медицинской помощи, патрулированию нефте- и газопроводов, осуществляют ледовую разведку, аэрофотосъемку местности, прокладку линий электропередач, строительные-монтажные работы.

Безопасность полетов на воздушном транспорте является одной из наиболее важных комплексных задач в авиационной отрасли, главным показателем качества деятельности гражданской авиации и зависит от качества работы всех составных звеньев авиационной транспортной системы: эксплуатируемой авиационной техники, летного и технического персонала, наземной техники и персонала служб организации воздушного движения.

В условиях увеличения количества авиаперевозок в связи с ростом не только внутренних рейсов, но и полетов за границу благодаря восстановлению прямого авиасообщения с рядом зарубежных государств, обеспечение безопасности становится все более актуальным. Поэтому авиационная отрасль постоянно работает над разработкой и внедрением новых технологий и систем безопасности, чтобы минимизировать риски и обеспечить безопасность полетов.

Системы, обеспечивающие безопасность воздушных перевозок, имеют первостепенное значение для организации безопасности полетов. Они состоят из комплекса мер и технологий, направленных на предотвращение аварий и снижение рисков при организации воздушного движения.

Одной из основных систем безопасности полетов, введенной и интегрированной в кабину пилотов еще в 80-х годах прошлого века, является система FMS (Flight Management System). Она позволяет автоматически планировать маршруты, оптимизировать расход топлива, рассчитывает оптимальную скорость и высоту полета. Данную систему авионики можно сравнить с навигатором, который использует заранее заданный план полета для расчета и отображения не только горизонтальной и вертикальной траектории самолета, обеспечивая управление на протяжении всего полета, но и предполагаемого времени полета, количестве топлива и помогает пилотам распределять рабочую нагрузку, выполняя навигационные задачи, что позволяет им принимать обоснованные решения [1].

К важным системам обеспечения безопасности полетов также относится система предотвращения столкновений в воздухе такая, как TCAS (Traffic Collision Avoidance System), которая сканирует пространство, окружающее воздушное судно, выявляя другие самолеты, оснащенные ответчиками системы TCAS. Если возникает угроза столкновения, система предупреждает об этом пилотов и предлагает рекомендации по уклонению [2].

Еще одной важной системой безопасности является автоматическая система контроля полета FBW (Fly-by-wire), которая использует компьютеры для обработки команд управления полетом, введенных пилотом или автопилотом и которые посылают соответствующие электрические сигналы на приводы поверхностей управления полетом. Эта технология заменяет прямое механическое соединение. С ее помощью снижается вес за счет устранения тросов, шкивов и стержней, что, в свою очередь, позволяет повысить безопасность, надежность и маневренность ВС [3].

Еще одной системой безопасности является система предотвращения выхода за пределы взлетно-посадочной полосы (ROPS). Она имеет функцию предупреждения о превышении длины взлетно-посадочной полосы (ROW), которая применяется во время полета и предупреждает экипаж во время захода на посадку о том, что взлетно-посадочная полоса может быть слишком короткой для безопасной посадки с учетом уровня энергии самолета в реальном времени, тем самым предупреждая экипаж о необходимости ухода на второй круг. Также функция защиты от превышения скорости на взлетно-посадочной полосе (ROP) применяется, когда самолет находится на земле, и направлена на остановку самолета или снижение скорости в конце взлетно-посадочной полосы, если самолет не может остановиться до конца взлетно-посадочной полосы. Она предупреждает экипаж о необходимости использовать все тормозные устройства для остановки самолета: максимальную обратную тягу (реверс) и максимальное торможение [4].

Системы безопасности полетов непрерывно улучшаются и модернизируются: все более важную роль играет искусственный интеллект. Системы безопасности полетов, основанные на искусственном интеллекте, контролируют работу всех систем на борту воздушного судна, включая двигатели, гидравлические системы, электрические инсталляции и другие, и мгновенно реагируют на любые отклонения от нормального функционирования. Данные системы могут предвидеть возможные проблемы до их проявления и принимать соответствующие меры.

Одну из таких систем безопасности полетов разработала и использует компания GE Aviation. Воздушное судно оснащается большим количеством дополнительных датчиков, а измеряемые ими показания позволяют создать при помощи искусственного интеллекта «цифровой двойник» как для системы в целом, так и для наиболее критичных ее компонентов, например, посадочное устройство, как это сделала компания GE Aviation. Цифровой двойник посадочного устройства самолета. Информация сенсоров давления и температуры, размещенных на частях шасси, подверженных поломкам, собирается и используется в цифровой модели для прогноза возможных сбоев и оставшегося срока службы отдельных агрегатов воздушного судна [5].

Внедрение новых технологий в системы безопасности полетов является необходимым шагом для совершенствования авиационной отрасли и обеспечения ее стабильного развития. Последние достижения в этой сфере включают внедрение беспилотных систем, применение искусственного интеллекта, а также создание более совершенных систем контроля и навигации. Эти новшества способствуют повышению уровня безопасности полетов и делают воздушные перевозки еще более надежными и защищенными [6].

Использование искусственного интеллекта в авиации представляет собой перспективную область развития, которая может принести значительные выгоды как для авиационной отрасли, так и для пассажиров. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут способствовать созданию более безопасных, эффективных и удобных авиационных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Евстигнеев, Д. А. Авиационная психология и человеческий фактор: учеб.-метод. пособие / Д. А. Евстигнеев, Е. Н. Коврижных – М. : УВАУ ГА, 2005. – 103 с.
2. Зубков, Б. В. Безопасность полетов : учебник / Б. В. Зубков, С. Е. Прозоров – М. : УВАУ ГА, 2012. – 451 с.
3. Drozdowski, S. Traffic Alert And Collision Avoidance System (TCAS) – Selected Statistical and Performance Data in Core European Airspace: отдельные статистические и эксплуатационные данные / S. Drozdowski. – Eurocontrol, 2021 – 53 с.
4. Senior Vice President, FMS Data Entry Error Prevention Best Practices: передовой опыт / Senior Vice President. – IATA, 2015. – 25 с.
5. Герасев, И. В. Система предупреждения столкновений самолетов в воздухе TCAS: статья / И. В. Герасев, Е. С. Золкина // Решетневские чтения, 2014. – М., 2014. – С. 350–351.
6. Белогрудова, Д. Ю. Автоматизированные системы предупреждения опасности выкатывания воздушных судов за границы взлетно-посадочной полосы / Д. Ю. Белогрудова, Р. А. Сайфутдинов // Вестник УлГТУ. – 2021. – № 2 (94). – С. 55–60.

УДК 504.054:656.13

Д. Ю. Мягков

Белорусская государственная академия авиации

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ АЭРОДРОМНОГО КОМПЛЕКСА

В настоящее время в связи с развитием авиации существенно увеличилась доля выбросов, поступающих в атмосферу от подвижных источников – воздушных судов и наземной техники.

Это обусловило научный и практический интерес к решению данной проблемы. Исследования, проведенные в этом направлении, освещены в работах Е. И. Павлова (2000); И. Р. Голубева, Ю. В. Новикова (1987); В. Г. Ененкова (1986); В. Е. Квитки (1984); Б. Н. Мельникова (1992); из зарубежных авторов следует выделить работы Баррета [1, 2] (1991–1992); Ж. Крайстона (1992) и других.

Методика оценки возможного загрязнения воздушного бассейна аэродромов отсутствует. Это связано с трудностями точного количественного определения величин выбросов загрязняющих веществ от перемещающихся источников загрязнения, какими являются воздушные суда, и условий распространения выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы с учетом многочисленных взаимно влияющих факторов (скорости и направления ветра, рельефа местности, температуры и давления воздуха) [3].

Общепризнанным критерием качества состояния окружающей среды является предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ, принятые в большинстве стран. Однако принцип задания ПДК в каждом государстве свой – в разных системах единиц усреднение осуществляется за разные отрезки времени, и даже в пределах одной страны могут существовать различные ПДК. В связи с этим, ПДК многих стран практически несопоставимы между собой. Поэтому они неприемлемы для осуществления глобального мониторинга и не могут быть оценены из-за различных основополагающих принципов в их установлении.

Известно, что источником загрязнения природной среды называется объект, выбрасывающий (сбрасывающий) загрязняющие вещества, энергетические излучения и информацию в окружающую среду.

В результате проведенных исследований нами были определены источники загрязнения природной среды аэродромного комплекса:

аккумуляторно-зарядная станция (наличие емкостей для сбора кислотосодержащих жидкостей, отработанного электролита, наличие средств нейтрализации кислот и их контроля);

парк:

- контрольно-технический пункт;
- пункт предварительной очистки;
- пункт заправки топливом;
- пункт чистки и мойки;
- пункт технического обслуживания и ремонта;
- места стоянки (хранения) вооружения и военной техники;
- пункт сбора отработанных масел (ПСОМ);
- аккумуляторная;
- склады военно-технического имущества;
- система отвода ливневых и дренажных вод;
- локальные очистные сооружения для очистки стоков нефтепродуктов;
- места сбора и складирования твердых отходов (наличие моек, техники с обратным использованием воды, места сбора отработанных масел, отсутствие пролива ГСМ и масляных пятен);
- дизельные электростанции (твердые частицы, окись углерода, окислы азота, диоксид серы, пятиокись ванадия, нефтепродукты);
- котельные на твердом топливе (твердые частицы, окись углерода, окислы азота, диоксид серы);
- пункты заправки автомобилей (герметичность резервуаров, трубопроводов запорной арматуры, отсутствие проливов ГСМ и масляных пятен, наличие площадок из бензостойких материалов, лотков);
- место для мойки машин в автопарке (очистные сооружения – техническое состояние эффективности работы);
- водопровод (герметичность, ограждение зон строгого режима, чистота территории, укомплектованность водомерными приборами);

- канализация (техническое состояние водозаборных сооружений, герметичность территории, укомплектованность водомерными приборами);
- пожарное подразделение (химические пенообразующие вещества);
- система водоснабжения (герметичность, ограждение зон строгого режима, чистота территории, укомплектованность водомерными приборами);

склады горюче-смазочных материалов (базовый и расходные в зонах рассредоточения): участок приема-выдачи горючего; резервуарный парк; хранилища и площадки для ЛВЖ и ГЖ в таре; трубопроводы; насосные станции; система отвода ливневых и дренажных вод; локальные очистные сооружения производственных вод;

- склады и хранилища химических средств службы РХБЗ (дихлорэтан, аммиак, СПАВ, хлорпикрин, едкий натр).

Также был проведен анализ выполнения природоохранных мероприятий, выполненных за год по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. В результате анализа был выявлен ряд недостатков. Постоянно действующие комиссии по предотвращению отрицательного воздействия войск на природную среду и нештатные инспекторы по охране окружающей среды работают неэффективно, планы обеспечения мероприятий по охране окружающей среды составляются без учета реальных экологических проблем.

В разделе «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» плана организации хозяйственной деятельности на год отражаются два-три малозначащих мероприятия общего характера.

Анализ состояния природоохранной работы и подведение итогов выполнения плана обеспечения мероприятий по охране окружающей среды за год с изданием приказа командира воинской части не проводятся.

Не разработаны нормативы допустимых выбросов и разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Инструкции по обращению с отходами производства не согласованы с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Контроль за содержанием мусоросборников со стороны ответственных должностных лиц воинских частей ослаблен, площадки хранения не имеют твердого покрытия, контейнеры не промаркированы, не обслужены, крышками не закрываются, что приводит к ухудшению санитарного состояния прилегающей территории.

Места для сбора отработанных масел не обозначены, не имеют ограждений, отсутствуют таблички с ответственными должностными лицами и распорядком работы.

Допускаются случаи пролива нефтепродуктов на грунт, нет запаса песка для их нейтрализации, отсутствуют оборудованные площадки для временного хранения изношенных автомобильных шин.

С нарушениями хранятся отходы черных металлов и строительного мусора.

Таким образом, определены источники загрязнения окружающей природной среды аэродромного комплекса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Barrett, M. Aircraft pollution. Environmental impacts and future solutions / M. Barrett. – WWF Research Paper, 1991. – 10 p.
2. Crayston, J. ICAO group identifies environmental problems associated with civil aviation / J. Crayston // ICAO Journal. – 1992. – № 8. – P. 4–5.
3. Маслов, В. А. Размещение приборов контроля окружающей среды в районе аэродрома / В. А. Маслов // Совершенствование наземного обеспечения авиации: Межвуз. сб. научно-методич. трудов. – Воронеж: ВВАИИ, 2000. – Ч. IV. – С. 280-285.

УДК 351.814.2

С. Е. Потапова, А. В. Дормидонтов

*Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации
Б. П. Бугаева (г. Ульяновск, Российская Федерация)*

КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ФРАКТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ

Сфера обеспечения безопасности в настоящее время не остается в стороне от такого направления ее организации как фрактальное моделирование. Система безопасности сохраняет свои позиции среди ряда отраслей с высоким уровнем риска. Построение таких систем безопасности основывается на требованиях к ее обеспечению, что часто приводит к противоречиям и обременению в исполнении этих требований, что в значительной степени осложняет поддержание приемлемого уровня безопасности. Моделирование деятельности систем безопасности, в том числе и в гражданской авиации, может осуществляться с помощью таких методов как структурно-функциональный анализ и проектирование сложных систем, а также актуального в настоящее время фрактального метода анализа. Одним из преимуществ метода является возможность выделить кластеры, на основании ряда признаков. Также при моделировании выделяются параметры устойчивого функционирования системы, и определяются критические показатели, влекущие необратимые разрушительные последствия для системы. Эти кластеры являются элементами фрактала безопасности.

В работе «Введение и обзор систем управления безопасностью» Маурино Д. [1] представляет три направления эффективного внедрения систем безопасности:

- проектирование систем безопасности с минимизацией рисков;
- применение междисциплинарного подхода в оптимизации взаимоотношений в подсистемах «человек-операционная среда», «человек-человек»;
- управление качеством.

Такой подход предусматривает сосредоточение на перспективных технологиях организации и обеспечения безопасности в тесной взаимосвязи с компетентностью специалиста.

В работе «Управление безопасностью в различных областях повышенного риска. Все ли одинаково?» Гроте Г. [2] обобщает элементы системы безопасности, с учетом обязательных компонентов. Компоненты определены в Приложении 19 к Конвенции о международной гражданской авиации «Управление безопасностью полетов» [3] – это «политика и цели обеспечения безопасности», «управление рисками», «обеспечение безопасности» и «популяризация вопрос безопасности». Обобщенный комплекс включает следующий перечень элементов: политика безопасности; ресурсы и обязанности в области безопасности; идентификация и снижение рисков; проектирование систем с учетом человеческого фактора; подготовка кадров в области безопасности; оценка эффективности деятельности в области безопасности; отчетность и расследование инцидентов; анализ; постоянное совершенствование; управление изменениями

Комплекс представляет собой иерархическую структуры со множеством взаимных связей, что обуславливает необходимость создания требований, средств реализации и средств контроля для приемлемого устойчивого функционирования деятельности на каждом из уровней. Воспроизводство схожих процессов на разных этапах, их повторяемость и масштабирование (иерархия) характерна для фрактальной структуры и возможно применение фрактально-кластерного анализа при создании систем безопасности. Фрактал подробно описан в работе Мандельброта Б. [4] и определен как «структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому».

В статье «Представление расширенного фрактала безопасности: повторное использование концепции систем управления безопасностью организации» [5] авторы представляют пятиступенчатый фрактал (рисунок 1).

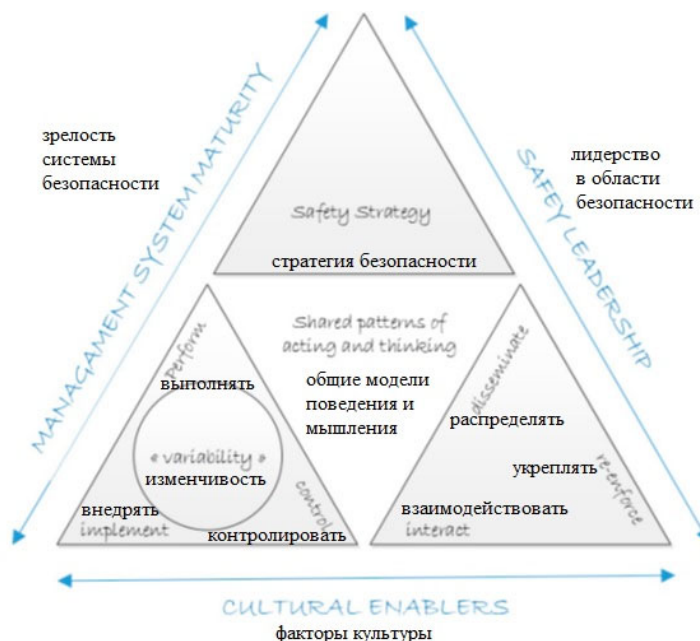


Рисунок 1 – Расширенный фрактал безопасности [5]

Расширенный фрактал представлен треугольником по форме рассматривается как стратегия управления безопасностью по содержанию. Стратегия расположена на вершине треугольника. Основные компоненты фрактала: управление безопасностью, культура безопасности и лидерство в безопасности.

Левая грань фрактала содержит описание устойчивого управления системой безопасности и внутренние процессы. Степень эффективности внедрения фрактала безопасности определяется показателем «зрелость системы», измеряющей уровень реализации проактивной стратегии безопасности.

Правая грань отражает внедрение и поддержание стратегии безопасности на всех уровнях в повседневной трудовой деятельности – «лидерство в безопасности», опирается в большей степени на неформальные факторы взаимодействия. Неформальность предполагает зависимость между личностными качествами специалистов, уровнем профессиональной подготовки и способностью к принятию решений.

Факторы культуры безопасности, возникающие в результате взаимодействия окружающих элементов, опирается на модели поведения и особенности мышления [5].

В исследовании [6] была представлена система безопасности как фрактальная модель (рисунок 2). Были выделены три укрупненных кластера, обеспечивающих систему безопасности: правовой, материальный (оснащенность) и кадровый.

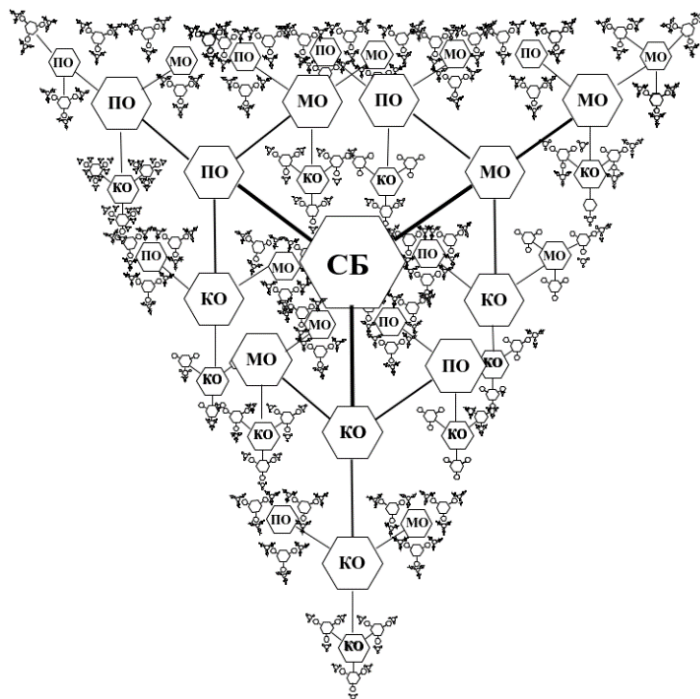
$C_{око}$ – степень соответствия нормативно-правовых документов текущим условиям в задачах обеспечения безопасности от различных видов угроз;

$C_{омо}$ – вероятность выполнения профессиональных функций в задачах предотвращения противоправных действий с учетом характеристик используемых технических средств (обнаружение запрещенных предметов и веществ, пресечение попытки проникновения посторонних лиц);

$C_{око}$ – степень соответствия компетентности специалистов транспортной безопасности требованиям [6].

Модель представлена разветвленной структурой масштабированных элементов – кластеров. Каждый фрагмент структуры тиражируется. Фрактальность здесь – согласованность между всеми уровнями и элементами в масштабе. На каждом уровне в каждом компоненте содержатся

тождественные элементы: ПО (правовое обеспечение), МО (материальное обеспечение), КО (кадровое обеспечение) [6].



ПО – правовое обеспечение; МО – материальное обеспечение; КО – кадровое обеспечение

Рисунок 2 – Фрактальная модель системы безопасности [6]

Устойчивость структуры подвержена воздействию внутренних и внешних факторов [6]. Деятельность по обеспечению безопасности осуществляется в условиях проведения превентивных мер, собственно противодействию угрозам и минимизации последствий. Одновременно осуществляется процессная деятельность с целью организации проактивного подхода обеспечения безопасности: анализ состояния, разработка предложений проактивного подхода и оценка эффективности осуществляемых мер.

Фрактальная модель системы безопасности является многомерной и пространственной. Создание и внедрение подобной модели вероятно может способствовать более системному подходу для осуществления безопасности «чего, от чего и каким образом», и поддержания устойчивого функционирования как при нормальных так и при критических условиях реализации деятельности. Фрактальная модель на основе ее компонент и взаимосвязей между ними позволяет анализировать состояние общесистемно и детально.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маурино, Д. Введение и обзор систем управления безопасностью [Электронный ресурс] / Д. Маурино. – Режим доступа: <https://www.itf-oecd.org/why-safety-management-systems>. – Дата доступа: 10.10.2024.
2. Гротте, Г. Управление безопасностью в различных областях повышенного риска – все то же самое? / Г. Гротте // Наука о безопасности. – 2012. – Т. 50, вып. 10. – С. 1983–1992.
3. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. – Монреаль: ИКАО, 2013. – 120 с.
4. Mandelbrot, B. V. The Fractal Geometry of Nature / B. V. Mandelbrot. – New York, 1982. – 460 p.

5. Accou, B.; Reniers, G. Introducing the Extended Safety Fractal: Reusing the Concept of Safety Management Systems to Organize Resilient Organizations / B. Accou, G. Reniers // Res. Public Health. – 2020. – № 17. – P. 180–185.

6. Потапова, С. Е. Применение метода фрактального структурирования при оценке устойчивости систем безопасности / С. Е. Потапова, А. В. Дормидонтов, Ю. С. Аксенова // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2024. – № 46. – С. 131–138.

УДК 629.7.067:005.53

В. Н. Рудько, В. М. Алефиренко

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПИЛОТОМ В УСЛОВИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИВОЙ ИНФОРМАЦИИ

При управлении самолетом пилот принимает и анализирует несколько видов информации. Информация может поступать с приборной панели, показывающей актуальные параметры приборов или сигнализирующей о неисправностях, по радиосвязи с диспетчером, при взаимодействии со вторым пилотом. При разногласиях в показателях приборов, которые могут привести к критической ситуации, важно быстро и правильно анализировать информацию и принимать верное решение, которое может минимизировать риски катастрофы и помочь сохранить контроль над ситуацией.

Количество полетов с каждым годом увеличивается, поэтому важно отслеживать закономерности и делать выводы из произошедших катастроф или ситуаций, которые могли привести к катастрофам, чтобы лучше подготовить пилотов к внештатным ситуациям. Современные самолеты имеют высокую степень автоматизации, однако в критических ситуациях все еще требуется активное вмешательство пилота [1]. Часто к таким ситуациям могут привести такие причины, как сбой датчиков, отвечающих за сбор полетной информации, различие в показаниях датчиков, разногласие в показаниях приборов в кабине пилота и информации диспетчера, другие причины.

Катастрофа рейса 301 Boeing 757 под Пуэрто-Плата произошла 6 февраля 1996 года [2]. Экипаж управления самолетом состоял из трех человек – капитана, второго пилота и сменного капитана. Состав экипажа имел гражданство Турции и Доминиканской Республики, в культурах которых принято уважать мнение старших. Во время разгона самолета капитан судна заметил, что данные с указателей скорости на его панели и на панели второго пилота не сходятся. Капитаном было принято решение продолжать полет, а не отменять взлет, что следовало сделать исходя из инструкции. После взлета самолета капитан передал управление автопилоту, который получал информацию только из одного источника – с указателя скорости с неверными, как оказалось в последствии, показателями, на котором указывалась слишком высокая скорость, и автопилот принял действия для того, чтобы ее снизить. После этого с панели управления были получены два противоречащих друг другу предупреждения: в одном – что скорость превышена, во втором – что скорости недостаточно для полета. Экипаж сделал вывод, что оба указателя скорости неисправны, хотя у второго пилота показатели о слишком малой скорости, как оказалось в последствии, были верными, и самолет падал. После принятого капитаном решения о снижении скорости самолета, он получил вибросигнал штурвала, который сигнализировал о вхождении самолета в сваливание, но не понял, что самолет скоро войдет в сваливание. Это можно объяснить тем, что были получены один за другим противоречивые сигналы – сначала о слишком высокой, потом опасно низкой скорости самолета. А затем, после автоматического отключения автопилота при входе самолета в сваливание, пилот получил управление самолетом в момент, когда был больше всего растерян. Однако сменный капитан, исходя из полученного вибросигнала штурвала,

понял, что происходит и что выходом из данной ситуации являлось направление носа самолета вниз и пикирование, и пытался донести капитану судна эту информацию. Но капитан судна игнорировал советы. Следует отметить, что при данной критической ситуации второй пилот автоматически получал доступ к управлению самолетом через свой штурвал, и сам мог сделать необходимые действия, которые могли бы исправить ситуацию. Можно предположить, что культура и социальная атмосфера экипажа не позволяла второму пилоту взять управление на себя у более старшего и опытного капитана судна, даже если это могло увеличить шансы на предотвращение катастрофы. Капитаном было принято другое решение, которое оказалось неверным и привело к крушению.

Катастрофа рейса Boeing 757 под Лимой произошла 2 октября 1996 года [2]. Экипаж состоял из двух человек – капитана судна и второго пилота. После взлета экипаж заметил, что высотомер неподвижен, и все три высотомера выглядят нерабочими. Вскоре прибор показателя скорости тоже вышел из строя. После множества аварийных сигналов капитан принял решение о посадке самолета. Экипаж объявил диспетчеру об аварийной ситуации и принятом решении о посадке. Полет проходил ночью, над водой, без визуальных ориентиров. Таким образом, в следствие вышедших из строя приборов и отсутствии визуальных ориентиров пилоты летели вслепую и полагались только на информацию от диспетчера. Затем система самолета вывела предупреждение о превышении скорости, после чего экипаж выпустил воздушные тормоза. После этого прозвучали два противоречивых предупреждения – с панели управления о близости земли и одновременно от диспетчера о достаточной для полета высоте. Такие факторы, как одновременное поступление множества звуковых и визуальных аварийных сигналов в критической ситуации могли ввести пилота в стрессовое состояние. Самолет задевает крылом воду, пилот тянет на себя штурвал, но уже поздно и происходит крушение.

Как показали дальнейшие расследования, обе катастрофы имели общий первоисточник – технические неисправности самолета, которые не были замечены вовремя. На самолете Boeing 757, который использовался в обоих рейсах, скорость и высота полета измеряются при помощи трубок Пито и, соответственно, приемников воздушного давления – внешних датчиков, передающих информацию компьютерным системам самолета. На найденных обломках самолета рейса 603 обнаружилось, что датчики были заклеены защитной лентой, которая не была снята после наземного обслуживания самолета. После изучения обломков самолета рейса 301 было обнаружено, что одна из трех трубок Пито была заблокирована. Предположительной причиной блокировки явилось гнездо песочной осы, т. к. самолет простоял в аэропорту 20 дней, 12 из которых за ним никто не следил. За это время песочная оса успела сделать гнездо в трубке Пито, расположенной на фюзеляже самолета со стороны капитана воздушного судна. Вследствие вышеприведенных факторов пилоты обоих экипажей получали ложные показания.

Таким образом, в обеих катастрофах к крушению привела совокупность ряда факторов: техническая неисправность самолета, вызванная недостаточно полным техническим осмотром перед взлетом; поступление противоречивой информации о параметрах полета самолета; показания аварийных сигналов, которые не соответствовали действительности, а действия по их устранению ухудшали ситуацию; на экипаж оказывалась когнитивная нагрузка – обилие визуальных и звуковых аварийных сигналов, противоречивая информация приборов, дезориентация в пространстве вследствие отсутствия визуальных данных из-за свойств внешней среды; отсутствие слаженной командной работы по принятию правильного решения.

Как показывает анализ рассмотренных авиакатастроф, четкого алгоритма действия пилота в случаях получения противоречивой информации не существует. На принятие решения влияют такие факторы, как опыт пилота, его возраст, ментальность, физическое и психологическое состояние, сила влияния факторов, их количество и другие. Тем не менее, анализ таких факторов позволит выработать общие рекомендации по принятию решения в таких случаях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волк, Е. А. Факторы, влияющие на безопасность полетов / Е. А. Волк, В. В. Шаталова // *Авиация: история, современность, перспективы развития : сборник материалов VIII Международной научно практической конференции, посвященной 90-летию гражданской авиации Республики Беларусь учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации»*, Минск, 3 ноября 2023 г. – Минск : Национальная библиотека Беларуси, 2024. – С. 201–203.
2. *Расследование авиакатастроф [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/@airplaneCrashe/playlists>. – Дата доступа: 23.10.2024



**СЕКЦИЯ 4.
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**



УДК 621.313.629.73

Д. В. Андреюк, А. Г. Капустин

Белорусская государственная академия авиации

ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ МАТЛАВ

Электрические машины применяются практически во всех бортовых системах современных самолетов, построенных по технологии *More electric aircraft* [1, 2]. Это говорит об актуальности исследований электромагнитных и электромеханических процессов, режимов работы электрических машин, как на воздушных судах, так и в народном хозяйстве. Исследования связаны с вопросами обеспечения статической и динамической устойчивости электрических машин и элементов электропривода в условиях возрастающей сложности энергосистем [2].

В работе выполнены исследования касающиеся эффективности функционирования и исправности авиационных электрических машин с помощью имитационного моделирования в среде *Matlab* на основе анализа характеристик и режимов работы машин, полученных в результате имитационного моделирования [3, 4].

Исследования охватывают следующие типы авиационных электрических машин – трансформаторы, асинхронные электрические машины, синхронные двигатели и генераторы, машины постоянного тока.

Исследования выполнялись с использованием пакета моделирования *Matlab* с расширениями *Control System Toolbox* и *Simulink* (таблица 1) [5].

Таблица 1 – Перечень блоков имитационных моделей среды *Matlab*

Название блока	Раздел Библиотеки <i>Simulink</i>
<i>Asynchronous Machine SI Units</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Machinies/</i>
<i>Three-Phase Source –</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Electrical Sources/</i>
<i>Three-Phase V-I Measurement</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Measurements/</i>
<i>Current Measurement</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Measurements/</i>
<Continuous>	<i>/ SimPowerSystems/Open the SimPowerSystems library/</i>
<i>Active & Reactive Power</i>	<i>/SPS/Measurements/Fourier/</i>
<Display>	<i>/Simulink/Sinks/</i>
<i>Machines Measurement Demux</i>	<i>/SimPowerSystems/Machinies/</i>
<i>Asynchronous Machine</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Machinies/</i>
<i>Three-Phase Source</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Electrical Sources/</i>
<i>Three-Phase V-I Measurement</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Measurements/</i>
<i>Voltage Measurement (V_a)</i>	<i>/ SimPowerSystems / /Measurements /</i>
<Display>	<i>/Simulink/Sinks/</i>
<i>Constant (moment)</i>	<i>/Simulink/Sources/Constant/</i>
<i>Mux</i>	<i>/Simulink/Signal Routing/</i>
<i>Simplified Synchronous Machine SI Units</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Machinies/</i>
<i>Voltage Measurement</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Measurements/</i>
<i>RMS</i>	<i>/SPS/Measurements /RMS/</i>
<i>Sum</i>	<i>/Simulink/Commonly Used Blocks/</i>
<i>Synchronous Machine SI</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Machinies/</i>
<i>DC Machine</i>	<i>/SimPowerSystems/ /Machines/</i>

При исследовании определялись адекватность, универсальность и экономичность моделей электрических машин, их способность описывать и прогнозировать поведение машин в различных условиях. Исследования выполнялись с использованием современных вычислительных методов для анализа и оптимизации электромеханических и электромагнитных

процессов, а именно с использованием среды *Matlab* с расширениями *Control System Toolbox* и *Simulink* [3–5].

По результатам исследования получены следующие результаты.

1. Имитационное моделирование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором позволило провести анализ динамических и стационарных характеристик двигателя. При выполнении моделирования исследовались процессы запуска, торможения и переходных процессов, режимы работы двигателя при различных величинах и характерах нагрузки и оценено влияние изменения параметров сети на работу двигателя.

2. Имитационное моделирование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором позволило детально проанализировать и оптимизировать его рабочие характеристики (по отношению к энергетическим затратам на управление двигателем).

Моделирование данного типа двигателя включало исследование его динамических и стационарных режимов работы, таких как запуск, торможение и регулирование частоты вращения вала.

3. Имитационное моделирование синхронного генератора при его работе на пассивную нагрузку (резистор, индуктивность, емкость) позволили определить влияние изменения характера и величины нагрузки на внешнюю характеристику и коэффициент полезного действия генератора. Исследования показали, что при активно-индуктивной нагрузке реакция якоря продольная размагничивающая, следовательно, при увеличении тока нагрузки выходное напряжение генератора уменьшается; при активной нагрузке реакция якоря продольно-поперечная размагничивающая, поэтому с ростом тока нагрузки выходное напряжение генератора также уменьшается, но поскольку продольная составляющая меньше, чем в предыдущем, то имеет место размагничивание якоря и не столь сильное уменьшение напряжения генератора, как в предыдущем случае; при активно-емкостной нагрузке реакция якоря продольно-поперечная намагничивающая, что вызывает рост выходного напряжения генератора при увеличении тока нагрузки. Результаты исследований следует учитывать при проектировании систем регулирования напряжения генератора.

4. Имитационное моделирование синхронного компенсатора при его работе на «жесткую» сеть позволило выполнить анализ и оптимизировать процессы стабилизации напряжения и улучшения качества показателей электроэнергии. При этом учитывалось, что основная функция компенсатора – регулирование реактивной мощности в сети для стабилизации напряжения и улучшения показателей качества электроэнергии. Показано, что использование синхронного компенсатора особенно важно в условиях «жесткой» сети, где колебания напряжения при резком изменении нагрузки (80 % до 100 % от номинальной) могут привести к нестабильной работе приемников электроэнергии. В процессе моделирования исследовались динамические характеристики синхронного компенсатора, такие как реакция на изменения нагрузки, колебания напряжения и другие сетевые возмущения.

5. Имитационное моделирование двигателей постоянного тока с последовательным и параллельным возбуждением позволило детально проанализировать и оптимизировать их рабочие характеристики определить области применения тех или иных двигателей на конкретном виде транспорта.

6. Имитационное моделирование системы регулирования напряжения авиационного бесконтактного синхронного генератора (использовались ПИД-закон и интеллектуальная система) позволило проанализировать и оптимизировать работу системы для обеспечения стабильного и надежного электроснабжения бортовых систем самолета при изменяющихся условиях нагрузки и внешних возмущениях. Кроме того, моделирование с использованием программного обеспечения *Matlab*, позволило исследовать динамические характеристики генератора, выявлять оптимальные параметры системы регулирования и оптимизировать алгоритмы регулирования (ПИД-алгоритм и алгоритм машинного обучения).

Имитационная модель авиационного генератора с интеллектуальной системой регулирования напряжения позволяет оптимизировать работу генератора в условиях изменяющихся нагрузок и внешних возмущений. Интеллектуальная система регулирования

использует современные алгоритмы и методы машинного обучения для поддержания стабильного уровня напряжения, улучшая надежность и эффективность электроснабжения бортовых систем. Моделирование с помощью программного обеспечения Matlab помогает анализировать динамические характеристики генератора и разрабатывать оптимальные стратегии управления.

Анализ использования пакета моделирования *Matlab* с расширениями *Control System Toolbox* и *Simulink* для исследования работы авиационных электрических машин показал:

1. Использование программного обеспечения, такого как *Matlab*, позволяет создать точные и детализированные модели электрических машин, что облегчает визуализацию и интерпретацию результатов исследований. Моделирование способствует разработке и оптимизации параметров электрических машин, повышая их надежность, эффективность, долговечность и играет ключевую роль в инженерных исследованиях и разработке инновационных технологий.

2. Среда *Matlab & Simulink* позволяет решить ряд различных задач, таких как: анализ данных, разработка алгоритмов, моделирование и проектирование электрических машин, создавать модели и приложения для расчетов и построений характеристик с целью их анализа и т. д. Широкий аспект назначения этого инструмента делает его универсальным. Использование данной среды моделирования для исследования электрических машин и систем регулирования их характеристик позволяет уменьшить как трудоемкость, так и затраты на проектирования и исследование.

3. Программное обеспечение *Matlab*, помогает без больших затрат (физических и финансовых) исследовать влияние различных параметров на работу электрических машин, выявлять оптимальные условия эксплуатации и разрабатывать меры для повышения эффективности и надежности машин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гарганеев, А. Г. Технико-экономические оценки создания самолета с полностью электрифицированным оборудованием / А. Г. Гарганеев, С. А. Харитонов // Доклады ТУСУРа. – 2009. – № 2 (20). – С. 179–184.

2. Воронович, С. А. Полностью электрический самолет. Современное состояние и перспективы развития / С. А. Воронович, В. Каргопольцев, В. Кутахов // Авиапанорама. – 2009. – № 3–4. – С. 14–17.

3. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB / И. В. Черных. – М. : ДМК Пресс: СПб. : Питер, 2008. – 288 с.

4. Хемди, А. Имитационное моделирование / А. Хемди. – М. : Вильямс, 2007. – С. 697–737.

5. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/>. – Дата дотупа: 10.10.2023.

УДК 528.7, 629.3.05

С. С. Беленькая, Е. С. Максимович, В. С. Курило

Белорусский государственный университет

ОРИЕНТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА МЕСТНОСТИ

Сегодня современный мир нельзя представить без беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА). Они широко применяются в различных сферах экономики, в военной и гражданской областях. Строительство, сельское и лесное хозяйства, энергетика, нефтегазовая отрасль, геодезия – это лишь малая часть их применения. С каждым годом использование БПЛА становится все более востребованным в сферах влияния МЧС и обеспечения безопасности в плане поиска людей, отслеживания зон выращивания наркотических растений,

выявления тайных путей незаконного перемещения наркотиков, отслеживания миграционных путей, выявления мест-очагов пожаров, диагностики пораженных лесных массивов и т. д.

Актуальной задачей на сегодняшний день является определение ориентации БПЛА. Для автономного БПЛА способность к навигации имеет важное значение. Ключевой проблемой здесь является возможность знать или оценивать в любой момент времени t положение и ориентацию. Классически одним из первых методов, является инерциальная навигационная система (далее – ИНС) [1], которая использовалась в обычной навигации самолета. При заданных начальных условиях ИНС оценивает текущее положение и скорость самолета путем интеграции (с течением времени) сенсорных данных об ускорении. Недостаток – проблемы накопления ошибок, которые увеличиваются со временем. Поэтому было принято решение использовать приемники GPS для периодической повторной калибровки ИНС [2]. Приемник GPS может предоставлять высокоточную информацию о местоположении в реальном времени. Однако на практике, особенно в военных приложениях, GPS может «выйти из строя» из-за помех таких как геометрия местности (холмы или высокие здания), параллельная работа других систем. Одной из альтернатив является цифровая система рельефа [3]. Система записывает информацию о высоте во время полета и сопоставляет ее с данными о высоте местности из предварительно сохраненной цифровой карты для определения местоположения беспилотника. Однако, могут возникнуть трудности, если на местности есть несколько близлежащих точек с одинаковой высотой, что может привести к тому, что совпадение будет не уникальным. Хорошей альтернативой является навигация на основе компьютерного зрения. В этом подходе изображения, полученные с помощью видеокамеры, установленной на БПЛА, используются для оценки положения самолета. Этот подход имеет две особенности: видеокамеры пассивны – их нельзя обнаружить, они часто входят в целевую нагрузку для других целей.

Итак, полет БПЛА по заданным траекториям осуществляется с использованием сигналов глобальной навигационной спутниковой системы – GPS, которые определяют координаты беспилотника с достаточно высокой точностью (от десятков сантиметров до нескольких метров). Классически положение БПЛА в пространстве определяется 6 степенями свободы: координатами (x, y, z) и углами ориентации – курс, тангаж и крен (ϕ, θ, ψ) . В случае отсутствия сигналов GPS или их искажения, важной задачей является определение текущих координат по координатам наземных объектов, за которыми осуществляется наблюдение с БПЛА. В качестве ключевых точек выбираются объекты, которые выделяются на общем фоне местности и могут быть легко идентифицированы, например, отдельные строения, перекрестки дорог, опоры линий электропередач и т. д.

В работе [4] представлены исследования, основанные на сравнении ключевых точек эталонного изображения и изображения с видеокамеры БПЛА. В данных алгоритмах выполняется извлечение таких точек (геодезических координат) и их дескрипторов из изображений с использованием различных детекторов, что позволяет оценивать координаты и ориентацию беспилотника и может использоваться для навигации.

Учитывая, что видеокамера является частью полезной нагрузки БПЛА, существует возможность непрерывно получать изображение подстилающей поверхности, на которой расположены ориентиры [5]. Координаты ориентиров известны в горизонтальной системе координат $Oxuz$. На основе изображения можно определять относительное пространственное положение камеры S (S_x, S_y, S_z) и ее угловое положение. Из известного взаимного расположения системы координат камеры и БПЛА матричным преобразованием системы координат определяются углы курса, тангажа и крена.

В рамках данного исследования был реализован алгоритм определения положения БПЛА по изображению сельской местности, полученному с камеры беспилотника и ранее известному изображению этой местности, снятому под другим ракурсом камерой с известными навигационными параметрами. Для реализации алгоритма определения взаимного соответствия ключевых точек на этих изображениях местности использовались язык программирования Python версии 3.9.12 и нейронные сети SuperPoint и SuperGlue. Первая

нейронная сеть выбирала опорные ключевые точки на двух изображениях и предварительно определяла их взаимное соответствие, вторая проверяла взаимное соответствия и отбрасывала ложные пары. Проверка алгоритма показала, что некоторые ложные пары могут сохраниться. Возможный вариант их устранения описывается ниже.

Навигационные параметры БПЛА вычисляются путем решения системы из шести нелинейных уравнений, соответствующих пиксельным координатам изображений трех контрольных точек на экране камеры. Пример был реализован в программе Mathcad.

Исходными данными в примере являются:

$$k1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -20 \end{pmatrix} \quad k2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 20 \end{pmatrix} \quad k3 = \begin{pmatrix} 10 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

где $k1, k2, k3$ – координаты контрольных точек;

$$kud = \begin{pmatrix} -100 & 0 \cdot ur \\ 30 & 10 \cdot ur \\ 0 & -30 \cdot ur \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -100 & 0 \\ 30 & 0,175 \\ 0 & -0,524 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где kud – начальное приближение навигационных параметров БПЛА (координаты и углы первоначально в градусах и далее в радианах); $xc1, yc1, xc2, yc2, xc3, yc3$ – координаты ключевых точек на экране камеры БПЛА; $FN = 100$ – коэффициент, который необходимо определить при калибровке камеры БПЛА.

Ниже даны два первых уравнения системы (3, 4), следующие четыре уравнения отличаются заменой параметров ключевых точек.

$$\frac{(ch11(k1) + ch12(k1) + ch13(k1)) \cdot FN}{zn11(k1) + zn12(k1) + zn13(k1)} = xc1, \quad (3)$$

$$\frac{(ch21(k1) + ch22(k1) + ch23(k1)) \cdot FN}{zn11(k1) + zn12(k1) + zn13(k1)} = yc1, \quad (4)$$

где

$$ch13(k1) = (-\cos(kud_{0,1}) \cdot \cos(kud_{1,1}) \cdot \sin(kud_{2,1}) + \sin(kud_{0,1}) \cdot \sin(kud_{1,1})) \cdot (k1_0 - kud_{0,0}),$$

$$ch12(k1) = \cos(kud_{0,1}) \cdot \cos(kud_{2,1}) \cdot (k1_1 - kud_{1,0}),$$

$$ch13(k1) = (\cos(kud_{0,1}) \cdot \sin(kud_{1,1}) \cdot \sin(kud_{2,1}) + \cos(kud_{0,1})) \cdot (k1_2 - kud_{2,0}),$$

$$zn11(k1) = \cos(kud_{1,1}) \cdot \cos(kud_{2,1}) \cdot (k1_0 - kud_{0,0}),$$

$$zn12(k1) = \sin(kud_{2,1}) \cdot (k1_1 - kud_{1,0}),$$

$$zn13(k1) = -\cos(kud_{2,1}) \cdot \sin(kud_{1,1}) \cdot (k1_2 - kud_{2,0}),$$

$$ch21(k1) = (\cos(kud_{0,1}) \cdot \sin(kud_{1,1}) + \cos(kud_{1,1}) \cdot \sin(kud_{0,1}) \cdot \sin(kud_{2,1})) \cdot (k1_0 - kud_{0,0}),$$

$$zn22(k1) = -\cos(kud_{2,1}) \cdot \sin(kud_{1,0,1}) \cdot (k1_1 - kud_{1,0}),$$

$$ch23(k1) = (\cos(kud_{0,1}) \cdot \cos(kud_{1,1}) - \sin(kud_{0,1}) \cdot \sin(kud_{1,1}) \cdot \sin(kud_{2,1})) \cdot (k1_2 - kud_{2,0}),$$

$$zn21(k1) = \cos(kud_{1,1}) \cdot \cos(kud_{1,2,1}) \cdot (k1_0 - kud_{0,0}),$$

$$zn22(k1) = \sin(kud_{2,1}) \cdot (k1_1 - kud_{1,0}),$$

$$zn23(k1) = -\cos(kud_{2,1}) \cdot \sin(kud_{1,1,1}) \cdot (k1_2 - kud_{2,0}).$$

В результате исследований было установлено, что решение такой системы уравнений неоднозначно. Для устранения неоднозначности использовались четыре контрольные точки и цикл решений (1, 2, 3), (2, 3, 4), (3, 4, 1), (4, 1, 2), (1, 2, 3). В цикле на каждой ступени в качестве начального приближения использовался предыдущий результат решения. Цикл быстро сходил к одному правильному решению. Выбор четырех контрольных точек выполнялся с использованием алгоритма машинного обучения - методом случайного леса. Повторение процедуры выбора позволяло найти и устранить оставшиеся ложные пары контрольных точек.

В результате исследований было выявлено, что ошибка в натурном эксперименте составила по широте 14,5 метра, по долготе 45 метров. Отклонение по расстоянию от контрольной точки составило 49 метров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. King, A. D. Inertial navigation-past, present, and future. In Proceedings of the IEE Colloquium on Airborne Navigation Systems Workshop (Digest 1997/169), Feb. 21, 1997, London, 3/1–3/9.
2. Johannessen, R. The role of GPS in flight calibration. In Proceedings of the IEE Colloquium on Current and Future Trends in Flight Calibration of Radio Navigational Aids, London, 1991, 9/1–9/6.
3. Zhang, J. Novel Approach to Position and Orientation Estimation in Vision-Based UAV Navigation / J. Zhang, Y. Wu, W. Liu, X. Chen // IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems. – 2010. – vol. 46, No. 2. – P. 335–340.
4. Али, Б. Алгоритмы навигации беспилотных летательных аппаратов с использованием систем технического зрения / Али Б., Р. Н. Садеков, В. В. Цодокова // Гироскопия и навигация. – 2022. – Т. 30, №4 (119). – С. 87–105.
5. Определение навигационных параметров беспилотного летательного аппарата на базе фотоизображения и инерциальных измерений / Д. А. Антонов [и др.] // Труды МАИ. – 2022. – Вып. 91. – С. 26–30.

УДК 662.769.21

А. И. Кириленко, И. Л. Бурдин

Белорусская государственная академия авиации

ВОДОРОД В БЕЛАРУСИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

В настоящее время довольно остро стоит экологическая повестка, что обусловлено рядом объективных причин: сокращение биологического разнообразия, загрязнение почв,

водоемов, климатические изменения и многие другие. Все это так или иначе неразрывно связано с деятельностью человека, поэтому перед мировым сообществом стоит задача отыскать эффективные пути решения. В Парижском соглашении по защите климата 2016 года особая роль отводится сокращению выбросов парниковых газов. В качестве одного из методов достижения этой цели рассматривается развитие возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) и производство «зеленого» топлива на основе ВИЭ. «Зеленым» топливом называется такое топливо, получаемое из возобновляемых источников без использования углеводородного сырья. Примерами таких видов энергии являются: энергия ветра, приливов, геотермальная энергия, солнечная, водородная и другие [1]. В 2016 г. Беларусь подписала и ратифицировала Парижское соглашение, что ярко демонстрирует стремление страны к созданию своих экологичных и устойчивых решений в области энергетики. Решения касательно применения водорода на транспорте (авиационном) рассматривались и ранее [1], однако на тот момент программы по развитию водородной энергетики не получили должного внимания. На текущий момент уже более 30 государств по всему миру утвердили подобные документы, еще около 20 их разрабатывают, в том числе Россия, Узбекистан и Казахстан. Цель работы: провести анализ перспектив внедрения водородных технологий в Республике Беларусь. С этой целью необходимо провести анализ текущего положения в Беларуси.

В настоящее время Беларусь сильно зависит от импорта энергоресурсов [2]. Природный газ, составляющий по сегодняшний день большую долю потребления электроэнергии, также импортируется. По данным Национального статистического комитета (Белстат) [3] отношение объема производства (добычи) первичной энергии к объему валового потребления топливно-энергетических ресурсов (энергетическая самостоятельность), в 2019 г. составила 16,5 %, в 2020 году – 17,1 %. Доля природного газа и нефти в поставках энергии составила в 2019 г. около 90 % [4]. Собственные источники энергии в стране до 2022 г. – это ископаемые виды топлива: торф и весьма малые объемы нефти и газа (порядка 4000 тыс. тонн в нефтяном эквиваленте). По состоянию на 2024 год определенный вклад в энергопроизводство вносит белорусская атомная электростанция (для оценок, энергоблок № 1 – 26154,95 млн кВт·ч, энергоблок № 2 – 9386,38 млн кВт·ч) [5]. Несмотря ни на что Беларусь стремится увеличить долю энергии из возобновляемых источников [3]. Одним из возможных вариантов достижения низкого углеродного следа от деятельности народного хозяйства является переход на водородные энергоносители.

Конечно, развитие водородной инфраструктуры требует определенных вложений, внедрение же самих технологий и создание соответствующей инфраструктуры также требует времени. Но, исходя из необходимости сокращения выбросов загрязняющих веществ, водород может рассматриваться как одна из альтернатив. Отдельным вопросом является и производство водорода как таковое. У Беларуси в настоящий момент существуют возможности развития в этой отрасли. Многие страны возлагают большие надежды на производство водорода путем электролиза: он считается самым экологичным способом производства из всех существующих на сегодня. Однако, как альтернатива может рассматриваться метод электролиза с применением электроэнергии от атомной электростанции (далее – АЭС). Действительно, для многих стран является весьма обременительным и малоэффективным интенсивное развитие альтернативных источников электроэнергии, поэтому применение электроэнергии от АЭС видится весьма привлекательным. В работе [2] выявлено два сценария развития производства водорода в Беларуси: минимальный и максимальный. Минимальный сценарий: в производстве водорода задействовано порядка 20 % – 30 % от прироста производства электроэнергии при помощи возобновляемых источников на период 2020–2035. Около 5 % электроэнергии, произведенной на атомной электростанции. Максимальный сценарий: на производство водорода приходится 50 % от прироста электроэнергии (получаемой соответственно при помощи ВИЭ). Процент электроэнергии от АЭС составит 8 %.

Для обоих сценариев верно, что производство водорода электролизом потребует энергии: 55 кВт·ч на килограмм водорода. Для обоих сценариев выработка тысяч тонн водорода

в год составит: 28 и 46, причем большая доля производства будет за счет применения электроэнергии от атомной электростанции. По оценкам стоимость водорода, произведенного за счет электроэнергии современных АЭС российского производства, составит порядка 4 доллара за килограмм [2]. Так как белорусская АЭС построена в сотрудничестве с Россией и с применением российских технологий, то и для Беларуси эта сумма будет ориентировочно той же, однако все же несколько выше. Также возникает вопрос о создании соответствующей инфраструктуры. Создание инфраструктуры «с нуля» для обеспечения производства, хранения и транспортировки водорода видится задачей весьма проблематичной. Однако существуют предложения и в этой области: модернизация существующих систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Brewer, G. D. Hydrogen aircraft technology / G. D. Brewer. – Boca Raton: CRC Press Int, 1991. – 431 p.
2. Низкоуглеродное производство водорода в странах СНГ и его роль в развитии водородной экосистемы и экспортного потенциала / Организация Объединенных Наций. Европейская экономическая комиссия. – Женева : ООН, 2023. – 133 с.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 14.10.2024.
4. Департамент по энергоэффективности Государственного комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energoeffect.gov.by/>. – Дата доступа: 14.10.2024.
5. Белорусская атомная электростанция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belaes.by/ru/>. – Дата доступа: 14.10.2024.

УДК 369.2

И. В. Бутович

Белорусская государственная академия авиации

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬСТВА САМОЛЕТОВ

Современная авиационная промышленность стремительно развивается, и одним из ключевых факторов, определяющих ее успех, являются конструкционные материалы, используемые в строительстве самолетов. Эти материалы играют решающую роль в обеспечении безопасности, эффективности и экономичности воздушных судов. В условиях жесткой конкуренции и постоянного стремления к улучшению характеристик летательных аппаратов, выбор конструкционных материалов становится одной из важнейших задач для инженеров и проектировщиков.

История авиации начинается с мечты человека о полете. Первые летательные аппараты, такие как воздушные шары и планеры, были сделаны из дерева и ткани. Эти материалы обеспечивали легкость конструкции, но имели свои ограничения – низкую прочность и чувствительность к воздействию внешней среды.

С развитием технологий в начале 20 века, особенно во время Первой и Второй мировых войн, произошел переход к более прочным и надежным материалам. Металлы, такие как сталь и алюминий, стали основными конструкционными материалами для авиации.

Алюминий стал основным материалом для авиации благодаря своей легкости, прочности и коррозионной стойкости. В период Второй мировой войны было разработано множество сплавов алюминия, которые обеспечивали улучшенные механические свойства. Например, сплавы 2024 и 7075 стали стандартом для конструкций самолетов.

Современные самолеты требуют более сложных и высокотехнологичных материалов, которые обеспечивают необходимую прочность при минимальном весе. Рассмотрим основные категории конструкционных материалов, используемых, в авиастроении.

Вернемся к алюминию. Алюминий остается одним из наиболее распространенных материалов в авиации благодаря своим уникальным свойствам. Он обладает высокой прочностью на сжатие и растяжение, хорошей коррозионной стойкостью и легкостью

Сплавы алюминия 2024, 6061 и 7075, имеют различные механические свойства и области применения. Например:

- 2024 – используется в фюзеляжах и крыльях благодаря высокой прочности.

- 6061 – применяется в конструкциях, где важна свариваемость. Например, фюзеляжах или двигателях

- 7075 – используется в военной авиации из-за своей высокой прочности.

Однако алюминий хоть и немного, но также подвержен коррозии, поэтому его обработка специальными покрытиями и анодированием является важным этапом производства.

С развитием технологий композитных материалов произошла настоящая революция в авиастроении. Композитный материал – это материал, состоящий из 2 или более компонентов. Отличительной особенностью композитных материалов – это то, что они смешаны с материалами существенно различными физическими и химическими свойствами. Таким образом в результате материалы компенсируют недостатки друг друга.

Так, например, углеродные волокна обеспечивают высокую прочность при низком весе. Они используются в крыльях современных пассажирских самолетов, таких как Boeing 787 и Airbus A350. Основные преимущества углеродных волокон:

- Высокое соотношение прочности к весу.

- Устойчивость к коррозии.

- Возможность создания сложных форм.

Армированные пластики находят широкое применение в производстве самолетов. Они используются для создания различных элементов интерьера и внешней обшивки.

Композиты позволяют значительно снизить вес конструкции, что приводит к экономии топлива и увеличению дальности полета.

Титан – это еще один важный материал в авиастроении. Он обладает высокой прочностью, коррозионной стойкостью и способен работать при высоких температурах.

Сплавы титана, такие как Ti-6Al-4V, используются в критически важных компонентах, таких как двигатели и шасси, благодаря своей способности выдерживать высокие нагрузки и температуры.

Титан также имеет недостатки: высокая стоимость и сложность обработки по сравнению с алюминием и другими металлами.

А вот сталь не так широко используется в авиастроении, как алюминий или титан, но она все же имеет свои области применения. Например, стальные компоненты могут использоваться в шасси или других местах, где требуется высокая прочность.

Сплавы стали могут быть закалены для повышения прочности и устойчивости к деформации.

Авиаль (авиационный алюминий) – это сплав в основном из алюминия, магния и кремния и из множества других металлов. Он отличается высокой пластичностью, благодаря чему из него изготавливают авиа-детали сложных форм. У авиала отличная коррозионная стойкость, но, если ее недостаточно, можно просто уменьшить процент меди.

Наноматериалы-это материалы, созданные на основе наночастиц или созданные посредством нанотехнологий. Наноматериалы обещают значительные улучшения в области прочности и легкости конструкций. Исследования в этой области на данный момент активно ведутся:

- Наночастицы могут использоваться для улучшения свойств существующих материалов.

- Наноструктурированные композиты могут обеспечить еще более высокие показатели прочности при снижении веса.

С увеличением внимания к экологии важным направлением является разработка устойчивых материалов, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду:

- Разработка биоразлагаемых композитов.
- Использование вторичных материалов для снижения экологического следа.

Инновационные технологии, такие как аддитивное производство (3D-печать), открывают новые возможности для создания сложных геометрий и индивидуальных компонентов:

- Возможность быстрой прототипизации.
- Снижение отходов при производстве.

В коммерческой авиации основное внимание уделяется снижению веса самолетов для повышения топливной эффективности. Использование композитов и новых сплавов алюминия позволяет значительно снизить вес конструкции.

Военная авиация предъявляет особые требования к прочности и надежности материалов:

- Высокая прочность на разрыв.
- Устойчивость к экстремальным условиям эксплуатации

Для разработки специальных летательных аппаратов, таких как беспилотники или самолеты с вертикальным взлетом и посадкой (VTOL), также требуются уникальные материалы:

- Легкие композиты для повышения маневренности.
- Высокопрочные сплавы для защиты от внешних воздействий.

В заключение хочу подчеркнуть, что выбор конструкционных материалов играет ключевую роль в проектировании современных самолетов. Алюминий, композиты и титан— это лишь некоторые из материалов, которые формируют будущее авиационной техники.

Мы находимся на пороге новых открытий и инноваций, которые сделают авиацию еще более безопасной, эффективной и экологически чистой. Развитие новых технологий и материалов позволит нам создавать самолеты нового поколения, соответствующие современным требованиям безопасности и эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авиаль [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Авиаль> – Дата доступа: 11.11.2024.
2. Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации: учебник для вузов гражданской авиации / М. С. Воскобойник [и др.]. – М., 1972. – 280 с.
3. Наноматериал [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Наноматериал> – Дата доступа: 11.11.2024.

УДК 658

В. М. Гулин, И. В. Кустова

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА В АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВМЕШАТЕЛЬСТВА В ПРОЦЕСС

Управление качеством изготавливаемого продукта – один из основных процессов развития предприятия, поскольку появление несоответствующей продукции негативно отражается на его деятельности, например, повышается себестоимость изготовления продукта, снижаются пропускные возможности участка и предприятия в целом. Поэтому на машиностроительных предприятиях, в том числе и на предприятиях авиационной отрасли,

в большей или в меньшей степени занимаются устранением несоответствующей продукции, т. е. вмешиваются в процесс с целью его улучшения.

Причем, если рассматривать авиационную отрасль как основную в данной работе, то актуальность работы подтверждается предъявлением дополнительных требований к системе управления качеством на предприятии, особенно, в части его обеспечения. Поскольку в авиастроительной отрасли качества продукта неразрывно связано с обеспечением безопасности жизни и здоровья людей. Следовательно, чтобы понять, когда вмешательство необходимо, а когда оно будет излишним, ориентируются на такой параметр как доля несоответствующей продукции. Если ее расчетная величина не устраивает владельца процесса или другое заинтересованное лицо, то принимается решение о вмешательстве в процесс.

Для оценки целесообразности вмешательства был проведен анализ некоего процесса, в рамках которого оценены его технологические возможности (далее – ТВП). Под технологическими возможностями процесса понимается его способность к выпуску годного продукта. Когда процесс статистически управляем, его изменчивость определяется исключительно внутренними причинами. Несомненно это основной показатель анализа процесса, благодаря которому можно сопоставить фактические ТВП и целевые (минимально допустимые) ТВП, когда вмешательство в процесс будет считаться излишним.

С целью поиска порогового значения, в работе был сгенерирован нормально распределенный набор данных с двумя разными границами поля допуска (рисунок 1). В первом случае границы поля допуска заданы требованиями конструкторской документации, во втором случае границы поля допуска значительно увеличены как результат корректирующих действий в борьбе с несоответствием.

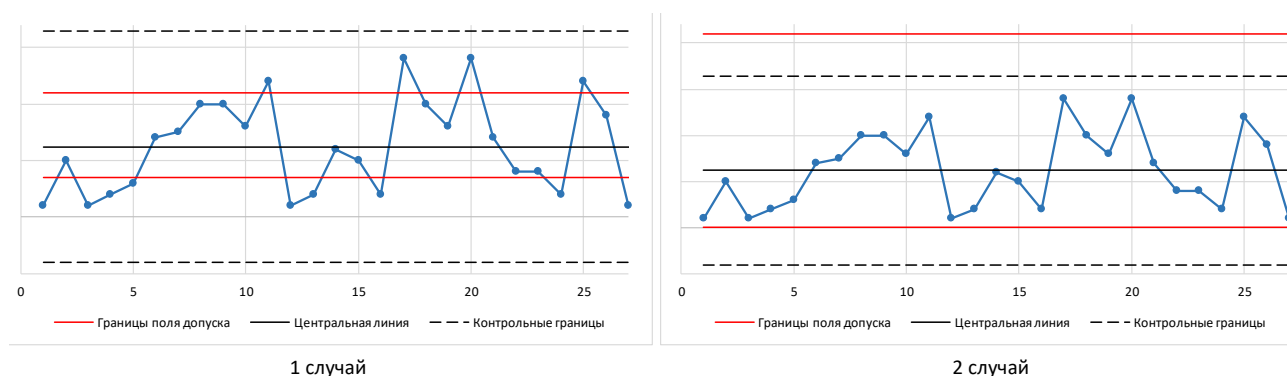


Рисунок 1 – Фрагмент контрольной карты Шухарта индивидуальных значений и скользящих размахов

Как видно из рисунка, процесс статистически управляемый [1]. В первом случае зарегистрированная доля несоответствующей продукции составляет 48 %, что, несомненно, является чрезмерным, объясняется это тем, что границы поля допуска находятся внутри границ естественной изменчивости процесса. Соответственно, в процессе имеются проблемы с технологическими возможностями и вмешательство в процесс оправдано. Во втором случае все точки находятся внутри границ поля допуска. Здесь может быть принято ошибочно правильное решение, что дальнейшее улучшение процесса не требуется, ведь выход годного составил 100 %. Но это заблуждение, поскольку нижняя граница поля допуска находится внутри границ естественной изменчивости процесса. Не менее существенным недостатком такой оценки ТВП является скачкообразное изменение доли несоответствующей продукции, т. е. ТВП изменяются лишь тогда, когда ширина поля допуска меняется настолько, что изменяется количество несоответствующей продукции.

Из сказанного ранее, ТВП можно считать минимально достаточными, если границы естественной изменчивости процесса находятся внутри границ поля допуска. Тогда интерпретируя это выражение через призму понятия качества, мы понимаем, что идет

сопоставление требований клиента (требований конструкторской документации) и требований процесса (естественной изменчивости процесса). Соответственно, отношение двух этих оцифрованных величин будет являться оценкой ТВП.

В теории статистического управления процессами [2] таким показателем является индекс воспроизводимости процесса. Для его расчета можно воспользоваться стандартной формулой:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_I}, \quad (1)$$

где σ_I – внутригрупповая изменчивость процесса.

Однако данного показателя недостаточно, в силу возможного смещения процесса относительно заданного математического ожидания, поэтому в работе был рассчитан меньший индекс воспроизводимости процесса:

$$C_{pk} = \min \{ C_{pkL}; C_{pkU} \} = \min \left\{ \frac{\mu - LSL}{3\sigma_I}; \frac{ISL - \mu}{3\sigma_I} \right\}, \quad (2)$$

где μ – математическое ожидание.

Расчеты, проведенные по формулам (1) и (2), показали, что в первом случае процесс статистически не воспроизводим, ТВП крайне малы, требуется незамедлительное вмешательство ($0 < C_{pk} < 0,33 < C_p < 0,67$). Во втором случае, казалось бы, процесс воспроизводим и даже имеется незначительный запас прочности, но вопреки значительной смещенности процесса, несоответствия будут появляться, что подтверждает недостаточный уровень ТВП ($0,33 < C_{pk} < 1 < C_p < 1,33$). Данный способ оценки ТВП способен мгновенно реагировать на изменение границ поля допуска.

Сегодня управление качеством продукта рассматривается на основе границ допусков, т. е. продукт называется годным, когда величина контролируемого параметра попадает в заданный интервал (границы поля допуска). В теории вероятностей, вероятность появления несоответствующей продукции может быть рассчитана по формуле

$$P(N) = 1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{LSL}^{USL} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx = 1 - \left(\Phi\left(\frac{USL - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{LSL - \mu}{\sigma}\right) \right). \quad (3)$$

На следующем этапе настоящей работы была рассчитана вероятность появления несоответствующей продукции. В первом случае вероятность появления несоответствующей продукции составляет 29,37 %, а во втором случае – 3,44 %.

Несомненно в обоих случаях вмешательство в процесс будет целесообразным. Причем, если по первому случаю, когда границы поля допуска невелики, все однозначно. То по второму случаю возникает ряд вопросов, например, какой должен быть максимальный уровень вероятности появления несоответствующей продукции, чтобы считать ТВП минимально достаточными? В качестве ориентира можно выбрать 1350 несоответствий на один миллион единиц изготовленной продукции, что эквивалентно вероятности появления несоответствующей продукции в 0,135%. Данный способ оценки ТВП по праву можно назвать наиболее точным, обладающим максимальной чувствительностью к изменениям. Однако его применение требует знаний из областей теории вероятностей и математической статистики.

Если построить график, отражающий зависимость доли несоответствующей продукции, меньшего индекса воспроизводимости процесса и вероятности появления несоответствующей

продукции от изменения ширины поля допуска, то можно увидеть, что разными способами найдено одно и то же пороговое значение.

Сущности формул (2) и (3) оказались идентичными. Общим элементом обоих подходов является установление количества стандартных отклонений, которое должно быть «вписано» между границей поля допуска и средним значением выборки. Тогда ТВП будут минимально достаточными, когда выполняется система неравенств

$$\begin{cases} \frac{USL - \mu}{\sigma_I} > 3 \\ \frac{\mu - LSL}{\sigma_I} > 3 \end{cases} \quad (4)$$

В этом случае, для принятия решения о целесообразности вмешательства в процесс, уже не требуется столь огромное число сложных формул. Рассмотрим это на примере доли несоответствующей продукции (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка ТВП на предмет целесообразности вмешательства в процесс

Параметр сравнения	Изменение ширины поля допуска, %	$\frac{USL - \mu}{\sigma_I}$	$\frac{\mu - LSL}{\sigma_I}$
1 случай	0	1,41	0,80
2 случай	180	4,34	1,82

Таким образом, и в первом, и во втором случаях вмешательство в процесс будет целесообразным. Предлагаемый способ оценки ТВП отличается простотой и требует лишь приведения процесса в состояние статистической управляемости, не требуя подтверждения нормальности. Одной лишь доли несоответствующей продукции для принятия решения о целесообразности вмешательства в систему протекания процесса недостаточно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Уиллер Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Дональд Уиллер, Дэвид Чамберс; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2009. – 409 с. – (Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»).
2. Адлер Ю. Практическое руководство по статистическому управлению процессами / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер. – М. : Альпина Паблишер, 2023. – 234 с.

УДК 629.113.073

А. С. Федорович, Д. О. Халитов, А. А. Чернухо, Ю. А. Гурвич

Белорусская государственная академия авиации

ДВА ВИДА НОВЫХ КРИТЕРИЕВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ

В курсе «Теоретическая механика» в разделе «Динамика» тема «Колебания» из дифференциального уравнения движения груза, прикрепленного к пружине, под действием двух сил (силы упругости и силы сопротивления среды, пропорциональной первой степени скорости) выводится критерий темпа затухания колебательного процесса – логарифмический декремент колебаний

$$D = \left[\ln \left(\frac{A_i}{A_{i+1}} \right) = nT \right], \quad (1)$$

где A – амплитуда колебаний; i – порядковый номер колебаний; n – коэффициент демпфирования (затухания колебаний); T – период колебаний.

Этот критерий до сих пор широко используется во многих областях науки и техники, например: при проектировании всех транспортных средств (самолетов, вертолетов, автомобилей и т. д.); на стадии проектирования звукоизолирующих перегородок в промышленных и гражданских зданиях.

Известно, что одним из средств борьбы с колебаниями упругих конструкций служат специальные покрытия, способные к интенсивному поглощению энергии колебаний. Эффективность применения на практике того или иного покрытия определяется критерием темпа затухания колебательного процесса D .

Однако Ю. К. Фавстов экспериментально установил парадоксальное явление, которое заключается в том, что покрытия, материал которых характеризуется большим значением критерия колебаний (1), зачастую хуже демпфируют колебания, чем покрытия с меньшим значением этого критерия.

Рассмотрим виброграммы, приведенные на рисунке 1. По ним можно сделать вывод: процесс, соответствующий кривой 1, затухает медленнее процесса, соответствующего кривой 2. Хотя логарифмический декремент в первом случае больше, чем во втором.

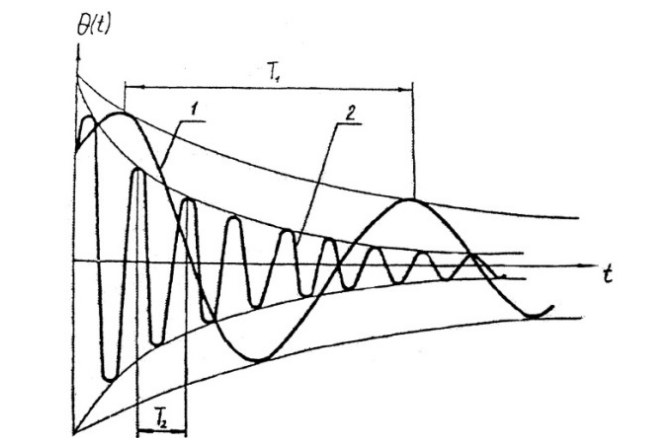


Рисунок 1 – Виброграммы двух процессов

Для исследований различного рода колебательных процессов предлагается два вида новых прикладных критериев колебательной устойчивости-неустойчивости движения, которые свободны от этого парадоксального явления.

При этом любой критерий из каждого вида критериев должен удовлетворять следующим требованиям:

- не должен противоречить теории линейных колебаний;
- должен отличать «медленные» и «быстрые» движения;
- может оценить колебания с увеличивающейся амплитудой.

Расшифруем перечисленные требования.

Под фразой «не противоречить теории линейных колебаний» понимается:

1) критерий не должен противоречить логарифмическому декременту колебаний, с помощью которого определяется темп затухания любых колебаний – линейных (для них логарифмический декремент – постоянное число) и нелинейных (логарифмический декремент постепенно меняется);

2) его можно аппроксимировать экспонентой, поскольку в основу логарифмического декремента колебаний положена экспоненциальная функция;

3) с его помощью можно оценить колебания с увеличивающейся амплитудой (нарастающие или расходящиеся колебания – признак неустойчивости движения).

Второе требование связано с терминами «медленные» и «быстрые» движения. Чтобы понять, что под ними кроется, рассмотрим пример.

Допустим, что колебательная система, например, управляемая ось автомобиля, имеет логарифмический декремент колебаний D , равный 10. Очевидно, что $D = 10$ можно получить бесчисленным числом способов сочетания n и T . Поэтому «медленными» будем считать те колебания, у которых $T > n$, а «быстрыми» – наоборот $n > T$.

Результаты этого примера можно объяснить проще, построив таблицу, верхняя и другие строчки которой имеют большую величину периода колебаний T – соответствуют «медленному» движению управляемых колес. Нижняя строчка и другие строчки с маленьким значением периода T соответствуют «быстрому» движению управляемых колес (таблица 1).

Таблица 1 – Таблица движения колес

n	T	nT
1	10	10
·	·	·
·	·	·
·	·	·
10	1	10

Физически это означает следующее. При ширине дорожного полотна 3 м автомобиль, движущийся, со скоростью 15 м/с (54 км/ч), при наезде передними колесами на неровность, которая вызвала «быстрые» движения колес (см. рисунок 1, кривая 2), автомобиль с дорожного полотна не сойдет. Если движения «медленные» (см. рисунок 1, кривая 1), автомобиль на полотне не удержится.

Исходя из сказанного, в качестве первого вида критериев предлагается величина, обратная коэффициенту n демпфирования (затухания) системы.

$$F_1 = \frac{\frac{T}{2}}{\ln \frac{A_i}{A_{i+1}}}, \dots, F_1 = \frac{\frac{\lambda}{2} T}{\ln \frac{A_i}{A_{i+\lambda}}}, \quad (2)$$

где i, λ – целые числа 1, 2, 3,...

Критерий F_1 своим числителем оценивает время, а знаменателем – тенденции к нарастанию или затуханию колебаний. Если знаменатель больше нуля, то имеет место колебательная устойчивость (затухание колебаний), если меньше – колебательная неустойчивость (нарастание колебаний).

Первый вид критериев (2) необходимо применять, когда логарифмический декремент колебаний остается постоянным для всего процесса затухающих или нарастающих колебаний.

В качестве второго вида критериев предлагается величина, обратная коэффициенту n демпфирования (затухания) системы.

Приведем формулы для критериев второго вида $F_2, F_3, F_4, \dots, F_n$. Здесь каждой цифрой ряда 2, 3, 4, ..., n обозначается суммарное количество амплитуд в числителе и в знаменателе дроби, находящейся под знаком натурального логарифма.

$$\text{Критерий } F_2 (j > i) \quad F_2 = \frac{\frac{\lambda}{2} T}{\ln \left(\frac{A_i + A_j}{A_{i+\lambda} + A_{j+\lambda}} \right)}. \quad (3)$$

Если $\lambda = 1, i = 1, j = 3$, то

$$F_2 = \frac{\frac{T}{2}}{\ln\left(\frac{A_1 + A_3}{A_2 + A_4}\right)}.$$

Если $\lambda = 3, i = 1, j = 2$, то

$$F_2 = \frac{\frac{3}{2}T}{\ln\left(\frac{A_1 + A_2}{A_4 + A_5}\right)}.$$

Критерий $F_3 (k > j > i)$

$$F_3 = \frac{\frac{\lambda}{2}T}{\ln\left(\frac{A_i + A_j + A_k}{A_{i+\lambda} + A_{j+\lambda} + A_{k+\lambda}}\right)}. \quad (4)$$

Если $\lambda = 2, i = 1, j = 3, k = 4$, то

$$F_3 = \frac{T}{\ln\left(\frac{A_1 + A_3 + A_4}{A_3 + A_5 + A_6}\right)}.$$

Критерий $F_4 (l > k > j > i)$.

$$F_4 = \frac{\frac{\lambda}{2}T}{\ln\left(\frac{A_i + A_j + A_k + A_l}{A_{i+\lambda} + A_{j+\lambda} + A_{k+\lambda} + A_{l+\lambda}}\right)}. \quad (5)$$

Если $\lambda = 4, i = 2, j = 3, k = 4, l = 5$, то

$$F_4 = \frac{2T}{\ln\left(\frac{A_2 + A_3 + A_4 + A_5}{A_6 + A_7 + A_8 + A_9}\right)}.$$

УДК 623.418

В. П. Дорошков, А. А. Кулешов

*Военная академия Республики Беларусь***РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЯ СТРЕЛЬБЫ И БОМБОМЕТАНИЯ**

В Республике Беларусь большое внимание уделяется укреплению Вооруженных Сил. Этому способствует модернизация и усовершенствование уже имеющихся на вооружении образцов техники. Боевые вертолеты Ми-24 являлись одним из лучших творений вертолетостроения, как в постсоветском пространстве, так и за его пределами. И в настоящее время они не потеряли своих качеств. С развитием науки, а вместе с ней и элементной базы в электронике, появляется возможность существенно улучшить ряд показателей боевого применения вертолета.

Предлагается усовершенствовать вычислитель стрельбы и бомбометания (ВСБ-24) вертолета. Это позволит повысить эффективность ВСБ-24 и вертолета Ми-24 в целом.

Функции вычислений при применении стрелкового и бомбардировочного вооружения возложены на блок стрельбы БС-В и блок бомбометания ББ-В из состава ВСБ-24. Использование аналоговых микросхем с одновременным объединением их в единый блок вычислений позволит существенно уменьшить размеры, массу и сократить энергопотребление вычислителя. Кроме того, обладая большей точностью и быстродействием, они позволяют существенно сократить время обработки информации и выработки команд, повысить точность стрельбы и бомбометания. В то же время применение новой элементной базы позволит избежать трудностей при обслуживании и ремонте ВСБ-24. А уменьшение габаритов существенно снижает вероятность повреждения вычислителя в боевой обстановке.

При разработке электрической структурной схемы (рисунок) можно выделить пять основных элементов схемы: канал боковой наводки, канал прицеливания по дальности, схема вычисления баллистических параметров, канал вычисления упрежденного времени, канал вычисления поправок стрельбы.

Схема вычисления баллистических параметров объединяет блоки, участвующие в вычислении времени падения бомбы T $m_0 = \frac{m_{с.у} + m_{об} + m_{ц.н}}{1 - m_k - m_t}$ и отставания авиабомбы Δ . Канал

боковой наводки выполняет важную задачу – определение угла доворота вертолета ΔK_p , который поступает в САУ. Кроме того, в канале боковой наводки вычисляются все углы, необходимые для прицеливания. Вычисление начальной дальности X_0 также производится в канале боковой наводки. Все необходимые для вычислений данные поступают из блока вычисления параметров, а вычисленные значения поступают в канал прицеливания по дальности. Основа канала прицеливания по дальности – это сравнительные элементы, где происходит сравнение вычисленных параметров бомбометания с заданными.

При выполнении условия, оговоренного в алгоритме, канал выдает сигналы «разрешение счисления», «предупреждение сброса», «сброс» на пульт управления оператора, в систему единой индикации, в датчик параметров. Канал вычисления поправок стрельбы производит вычисление $\Delta\beta$ и $\Delta\epsilon$. Канал вычисления упрежденного времени вычисляет необходимые параметры, которые поступают в схему сравнения. Схема сравнения выдает сигнал «разрешение стрельбы».

Предлагается установить разработанный блок на месте блока стрельбы, а место блока бомбометания освободить. Такой подход позволит максимально упростить модернизацию ВСБ-24 и облегчить его дальнейшую эксплуатацию.

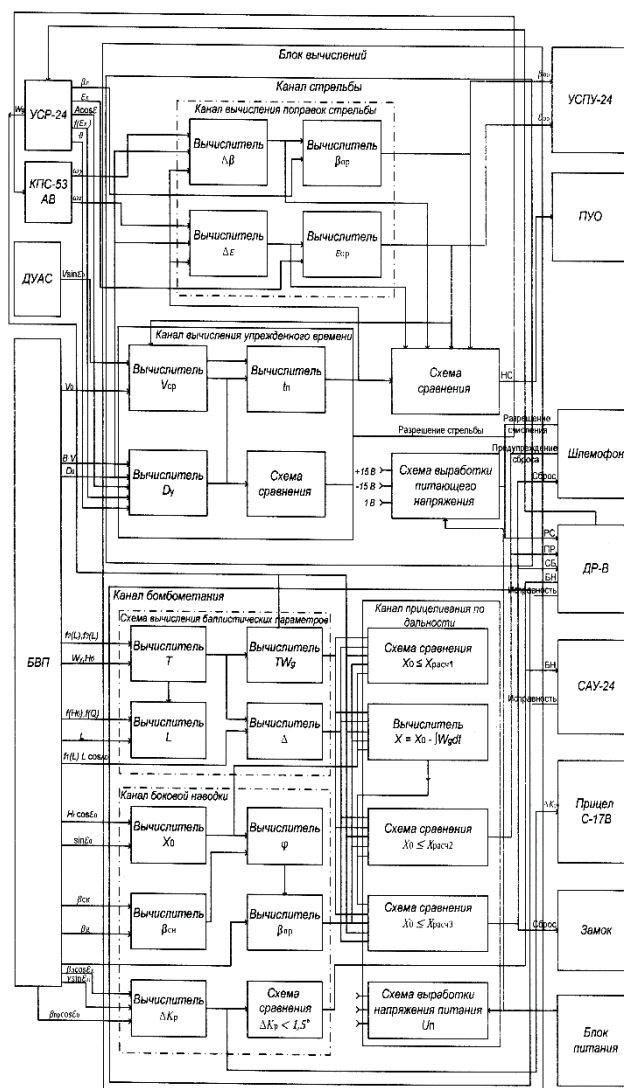


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная

В результате удастся добиться существенного увеличения показателей точности и улучшения ряда других показателей ВСБ-24:

- снижения массы блока, она станет намного меньше массы прототипа;
- повышения быстродействия и надежности вычислителя;
- уменьшения габаритов блока, снижения его уязвимости от попаданий, облегчить работу персонала при обслуживании;
- снижения энергопотребления вычислителя;
- сохранения формы и порядка выходных сигналов, что позволит использовать для проверки блока в составе вычислителя штатный контрольно-проверочный пульт КПП-24В.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дорошков, В. П. Основы эксплуатации авиационных прицельных систем / В. П. Дорошков, С. Г. Дубовский. – Минск, ВАРБ, 2010. – 85 с.
2. Вычислитель стрельбы и бомбометания ВСБ-24 (Изделие «Аист»). Техническое описание. 6Ф1.700.001 ТО, 1978. – М., 1978. – 56 с.
3. Вычислитель стрельбы и бомбометания ВСБ-24. Инструкция по эксплуатации. 6Ф1.700.001 ИЭ.– М., 1972. – Кн. 1. – 130 с.
4. Дорошков В. П. Авиационный стрелковый прицел АСП-17В / В. П. Дорошков. – Минск, ВА РБ, 2002. – 65 с.

УДК 662.769.21

А. И. Кириленко, Р. Ю. Дудаль, А. И. Балодис

*Белорусская государственная академия авиации***ПРОТИВОРЕЧИЕ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДОРОДА КАК ТОПЛИВА: КОГДА ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ОБОРАЧИВАЕТСЯ ИСТОЧНИКОМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Авторами следующего материала рассматривается важный вопрос о взаимодействии водородного топлива со средой в которой он сгорает, в виду того, что при определенных режимах, высокая температура горения является способствующим фактором к образованию одних из самых загрязняющих веществ – группы оксидов азота NO_x .

Использование водорода рассматривается с точки зрения возобновляемого источника энергии, способного в больших количествах давать энергию по сравнению с углеводородными топливами. Так, например, сравнительным параметром является теплота сгорания, которая у водорода находится в пределах $120-140 \cdot 10^6$ Дж/кг, в то время как у керосина она составляет $40 \cdot 10^6$ Дж/кг [1].

К стандартному представлению о горении водорода традиционно подходят со стороны реакции:



Отметим, что в результате реакции (1) образуются тепло и вода. При этом важным параметром является температура, при которой водород сгорает. Можно положить, что водород способен гореть при разных температурах. Соответственно, рассматривая температуру как скоростной катализатор, будем приходить к разным результатам расчетов загрязняющих веществ.

Оксиды азота NO_x обладают разными механизмами образования: топливный (при содержании азотной группы в составе топлива и температуры газовой среды $800-2100$ К), термический (при высокой температуре выходного пламени более 1600 К), быстрый (при контакте промежуточных углеводородных соединений топлива с азотом воздуха при температуре более 1000 К) [2]. Для последних двух источников азота будет являться воздух, в котором содержание N_2 составляет 78 %, который при высоких температурах свободно вступает в реакцию с кислородом.

Ввиду отсутствия азотсодержащего топлива, нами рассматривается термический механизм образования оксидов азота Н. Н. Семенова, как один из ключевых [3]. Механизм включает в себя две цепные реакции:



Для реакций (2), (3) характерны высокие значения энергии активации, вследствие чего, формация NO происходит при высоких температурах более 1600 К.

Используя [3, 4] стал возможен метод расчета NO_x при горении водорода. Так, например, на основе вычисления равновесных концентраций прослеживается связь влияния температуры на выходную концентрацию оксидов азота.

Разберем вычисление равновесной концентрации NO для сжигаемой смеси, состоящей из водорода, массой в 1 кг. Теоретический объемом воздуха для сжигания H_2 данной массы составит $V_0 = 26,52$ м³, с основным продуктом сгорания – водой, объемом $V_{0g} = 11,11$ м³. Положим, что расход топлива 1 м³/с, а объем пространства в котором происходит горение составляет $V_p = 3$ м³. Дальнейшие преобразования учитывают давление, равное $p = 101325$ Па и коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,1$.

Равновесная концентрация может быть определена как:

$$C_{(NO)} = K \sqrt{C_{N_2} C_{O_2}}, \quad (4)$$

где K – константа равновесия, C_{N_2} – концентрация азота [моль/м³], C_{O_2} – концентрация кислорода [моль/м³].

Данные концентрации находятся из соображений:

$$C_{O_2} = 0,21(\alpha - 1) \frac{V_0}{V_g} \frac{p}{RT}, \quad (5)$$

$$C_{N_2} = 0,79\alpha \frac{V_0}{V_g} \frac{p}{RT}, \quad (6)$$

где α – коэффициент избытка воздуха, V_0 – теоретический необходимый объем воздуха [м³], V_g – действительный объем продуктов сгорания [м³], p – давление [Па], $R = 8,314$ – универсальная газовая постоянная [Дж/Моль·К], T – максимальная температура [К].

При этом константа равновесия зависит от энергии активации и температуры и может быть рассчитана как

$$K = \frac{8}{\sqrt{3}} \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (7)$$

где $E = 90,05 \cdot 10^3$ – энергия активации [Дж], T – максимальная температура [К].

Для случая сгорания водорода действительный объем продуктов сгорания составит

$$V_g = V_{0g} + (\alpha - 1)V_0. \quad (9)$$

Переход к концентрации оксидов азота осуществим по выражению [4]:

$$C_{NO} = C_{(NO)} \frac{\exp\left(4K' \frac{C_{(NO)}}{\sqrt{C_{O_2}}} \cdot \tau\right) - 1}{\exp\left(4K' \frac{C_{(NO)}}{\sqrt{C_{O_2}}} \cdot \tau\right) + 1}, \quad (10)$$

где $K' = 2,5 \cdot 10^{11} \exp\left(-\frac{360 \cdot 10^3}{RT}\right)$ – наиболее вероятное значение константы скорости реакции, τ – время пребывания продуктов горения в камере сгорания, с.

Далее для наглядности полученных результатов приведена таблица 1 с теоретическими расчетами концентраций NO .

Таблица 1 – Расчетные значения концентраций NO при различных температурах.

Т, К	Равновесная концентрация NO , моль/м ³ ·10 ⁻³	Равновесная концентрация, %·10 ⁻³	Концентрация NO , моль/м ³ ·10 ⁻³	Концентрация NO , %·10 ⁻³
1600	13,5	30,2	0,019	0,043
1800	25,5	57,1	1,4	3,1
2000	41,9	93,8	31,9	71,4
2200	62,3	139,5	62,3	139,5
2400	86	192,6	86	192,6

На основе данных (таблица 1) составлен график зависимости равновесной концентрации NO от температуры (рисунок 1).

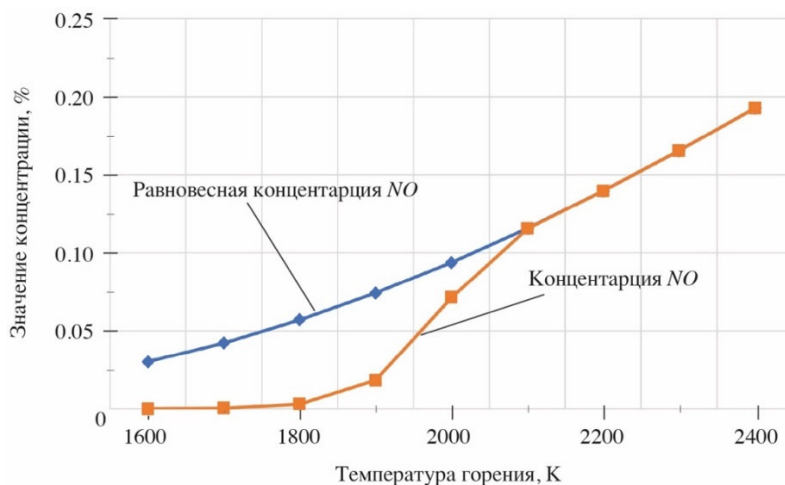


Рисунок 1 – График зависимости равновесной концентрации NO от температуры

Анализируя теоретические расчеты, становится заметным влияние температуры на количество концентрации оксидов азота при горении водорода. Отметим, что при более высоком давлении значение концентрации будет увеличиваться на порядок.

Следующий вопрос, который имеет важное значение при изучении концентрации оксидов азота, касается процесса доокисления NO до NO_2 в атмосфере. Механизм доокисления представлен следующей реакцией:



NO_2 представляет газ, оказываясь в организме диоксид азота нарушает работу органов дыхания путем агрессивного воздействия на слизистые оболочки, вызывая при продолжительном контакте бронхит и эмфизему. Кроме того, NO_2 может ухудшать качество воздуха и способствовать образованию смога, что негативно влияет на экологическую ситуацию в городах и регионах с высокой концентрацией этого загрязнителя [5].

В заключение стоит подчеркнуть, что при использовании экологически чистого топлива, такого как водород, часто упускаются из виду параметры его горения, ограничиваясь лишь упоминанием о выделении воды. Включив в рассмотрение температуру горения, можно говорить о выделении токсичных веществ, при этом, чем больше максимальная температура в зоне горения, тем большее количество загрязняющих веществ выделится. Поэтому необходимо аккуратно подходить к использованию водородного источника энергии, постоянно принимая меры по сокращению выбросов, внедрению экологически чистых технологий и улучшению контроля за качеством воздуха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кирдюшкин, Ю. С. Потенциал водородного топлива гражданской авиации будущего / Ю. С. Кирдюшкин // Научный вестник МГТУ ГА. – 2013. – № 194. – С. 110–113.
2. Михайлов, А. Г. Вопросы образования оксидов азота при сжигании газообразных и жидких топлив / А. Г. Михайлов // Омский научный вестник. – 2009. – № 83(3). – С. 103–106.
3. Зельдович, Я. Б. Окисление азота при горении / Я. Б. Зельдович, П. Я. Садовников, Д. А. Франк-Каменецкий. – Москва : Издательство академии наук, 1947. – 146 с.

4. Мунц, В. А. Горение и конверсия органических топлив / В. А. Мунц, В. Н. Королев. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 244 с.

5. Испытательный центр Нортест [Электронный ресурс]: Диоксид азота в воздухе. – Режим доступа: <https://nortest.pro/stati/dioksid-azota-v-atmosfere-vozduha.html>. – Дата доступа: 22.10.2024.

УДК 621.313.629.73

А. Г. Капустин¹, И. В. Кисель², Н. С. Карнаухов²

¹Белорусская государственная академия авиации,
²ООО «Бриз» (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

КОНЦЕПТ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДВИГАТЕЛЕМ В СРЕДЕ МАТЛАВ

Магнитоэлектрические электрические машины становятся все более востребованными в различных областях благодаря своей высокой эффективности, компактности и бесшумности [1].

В настоящее время широкое применение на воздушном транспорте получили магнитоэлектрические двигатели. Преимуществом таких двигателей перед машинами постоянного тока считается отсутствие коллекторного узла, высокая производительность и простота конструктивного исполнения [1]. Данные двигатели развивают больший крутящий момент по сравнению с традиционными машинами. Кроме того, у них вместо обмотки возбуждения используются высококоэффициентные постоянные магниты, что позволяет добиться большей добротности (отношения пускового момента к пусковому току). Анализ качества работы одноконтурных систем управления (с точки зрения их эффективности по энергозатратам на управление) показал, что они, если не достигли, то уже значительно приблизились по таким показателям как точность и быстродействие к своим предельным возможностям и их дальнейшее совершенствование практически исчерпано. Актуальным, по мнению специалистов, является применение в таких двигателях двухконтурных следящих систем управления, что позволит добиться повышения качества, экономичности и добротности управления.

В работе рассматривается концепт виртуального моделирования двухконтурной системы управления магнитоэлектрическим двигателем с использованием среды *Matlab*. Основное внимание уделяется важности разработки эффективных моделей для оптимизации характеристик управления и повышения надежности работы двигателя [2, 3].

В работе исследуются виртуальные модели магнитоэлектрической машины с одно- и двухконтурной системами управления в среде *Matlab*. Виртуальное моделирование в среде *Matlab* является ценным инструментом для анализа, оптимизации и тестирования состояния электрических машин до реализации на реальном объекте, сокращая время и затраты на разработку [2, 3].

Приведена модель трехфазного шестиступенчатого инвертора с управлением по напряжению, выполненного в виде силового моста с *Mosfet*-транзисторами. Выполнен анализ исследований изменения тока статора, электромагнитных сил и момента, оборотов вала ротора при действии дестабилизирующих факторов в цепях управления и нагрузки. Сравнивается качество процессов регулирования, происходящих в электрической машине с различными системами управления. Сделано заключение о качестве регулирования систем с одно- и двухконтурной следящими связями.

Математическая модель магнитоэлектрического двигателя разработана с учетом уравнений электромагнитного поля и механического движения. В разработанной в среде *Matlab* имитационной модели магнитоэлектрической машины реализован трехфазный двигатель мощностью 0,5 кВт, напряжением питания 240 В и частотой вращения вала 3000 об/мин (блок Permanent Synchronous Machine). Управляется двигатель шестиступенчатым инвертором по

напряжению. Инвертор состоит из Mosfet-транзисторов, выполненных в виде силовой стойки. Трехфазный выход инвертора подключен к обмоткам статора магнитоэлектрической машины. В имитационной модели учтены такие элементы системы управления, как датчики скорости и тока, преобразователь напряжения, контроллеры, а также действие внешних возмущений (изменение нагрузки, напряжения питания, шумов).

Такое построение модели позволило исследовать статические и динамические характеристики магнитоэлектрической машины при изменении сигналов по цепям управления и нагрузки.

В процессе исследований рассматривалось применение одной следящей обмотки, к которой сигнал поступает от обмотки якоря электрической машины, а также двухконтурной системы управления. В двухконтурной системе управления реализованы внешняя и внутренняя обратные связи. Внешняя обратная связь синхронизирует инвертор с электродвижущими силами обмотки якоря электрической машины, а внутренняя связь (*Speed Rregulator*) управляет оборотами двигателя через шину питания постоянным током.

Модели систем управления магнитоэлектрическим двигателем составлялись с использованием стандартных библиотек среды виртуального моделирования *Matlab/Simulink/Simscape Power Systems*.

Для сравнения эффективности работы двух моделей использовались данные по току статора и электромагнитных сил электрической машины, скорость вращения вала электрической машины, электромагнитный момент. Рассмотрены также изменения управляющих напряжений трехфазного инвертора при воздействии дестабилизирующих факторов.

При сравнении работы магнитоэлектрического двигателя с одной и двумя следящими обмотками (контурами) было установлено, что использование только одной следящей связи для оптимальной работы двигателя недостаточно. Для достижения высокого качества регулирования требуется использование следящей связи по току статора и по скорости вращения вала. Поэтому для достижения желаемых характеристик разработан и исследован алгоритм взаимодействия контуров следящей системы. Для управления скоростью и током двигателя использовался ПИД-регулятор.

Моделировались различные сценарии работы магнитоэлектрической машины: пуск, торможение, работа под нагрузкой. При моделировании двухконтурной системы управления выявлена пилообразность токов статора. Это вызвано тем, что шина постоянного тока выдает напряжение, смещенное на 120 электрических градусов по отношению к индуктивности электрической машины. Пусковой ток достигает своего максимального значения за 1,25 миллисекунды и убывает при приближении к номинальным оборотам двигателя. Когда достигнут рабочий момент, ток статора увеличивается, чтобы поддерживать рабочую скорость электрической машины. Пилообразность сигнала также наблюдается и в электромагнитном моменте. Однако, инерция машины и явление самовыравнивания предотвращают появление шумов на графике скорости на валу. При моделировании также выполнялась оценка динамических характеристик: время установления, перерегулирование, точность позиционирования.

Проведенные исследования позволяют сделать выводы о надежности и эффективности двухконтурной системы управления (по отношению к одноконтурной) и о том, что ключевыми параметрами, влияющими на эффективность управления, являются магнитные поля контуров и их электромагнитные взаимодействия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кацман, М. М. Электрические машины. справочник / М. М. Кацман. – М. : КноРус, 2019. – 288 с.
2. Бороденко, В. А. Исследование систем управления в среде MATLAB: / В. А. Бороденко. – Павлодар, 2011. – 318 с.

3. Богомолов, В. А. Моделирование систем управления в Simulink: уч. пособ. / В. А. Богомолов, А. Г. Гурко, В. И. Клименко. – Харьков : ХНАДУ, 2018. – 220 с.

УДК 355.23

О. А. Конопелько, Н. С. Земляков

Военная академия Республики Беларусь

ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ СИЛЫ ОТДАЧИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОЦИКЛОВЫХ АМОРТИЗАТОРОВ

С увеличением темпа стрельбы авиационного артиллерийского оружия необходимо увеличивать жесткость пружины амортизатора для того, чтобы добиться возвращения корпуса оружия в исходное положение к концу первого цикла работы автоматики (к началу следующего выстрела). Однако в этом случае увеличивается сила отдачи в артиллерийской установке, что снижает эффективность самого амортизатора. В связи с этим предлагается с увеличением темпа стрельбы переходить на более «мягкие» схемы амортизации корпуса оружия, позволяющие существенно снизить силу отдачи в артиллерийской установке. При этом возможно увеличение амплитуды колебаний корпуса оружия относительно исходного положения, что может негативно сказываться на надежности работы ленточной системы питания оружия патронами. Поэтому применение «мягких» схем амортизации связано с необходимостью применения специальных мер по гашению колебаний оружия на амортизаторе. Таким образом, существует необходимость исследования вопроса: «В какой степени переход на «мягкие» схемы амортизации оружия может уменьшить силу отдачи в установке?». Для этой целесообразно определить силу отдачи при различных схемах амортизации.

Дифференциальное уравнение движения корпуса оружия на амортизаторе можно записать в виде

$$M\ddot{x} = P(t) - P_a,$$

где $P(t)$ – баллистическая сила;

P_a – сила отдачи амортизатора;

M – масса оружия;

x – перемещение оружия.

Интегрирование данного выражения и определение силы отдачи в амортизаторе дает следующий результат:

$$P_a = \frac{I_\delta}{t_y} \frac{\lambda + 1}{\lambda},$$

где I_δ – баллистический импульс;

λ – количество циклов амортизации;

t_y – время цикла оружия.

Введем обозначение:

$$n = \frac{\lambda + 1}{\lambda} = \frac{P_a}{P_{\min}},$$

где I_δ – баллистический импульс;

n – коэффициент, показывающий, во сколько раз реальная сила отдачи амортизатора Pa больше, чем минимально возможная P_{min} .

В зависимости от схемы амортизации (количество циклов амортизации λ) значение n будет меняться. В таблице 1 представлены результаты такого исследования.

Таблица 1 – Результаты исследования

Схема амортизации	λ	n
0,5-цикловая	0,5	3
1-цикловая	1	2
2-цикловая	2	1,5
3-цикловая	3	1,33
5-цикловая	5	1,2
10-цикловая	10	1,1
∞ – количество циклов	∞	1

Анализ величины n показывает, что переход от 0,5-циклового режима амортизации к 1-циклового дает возможность уменьшить усилие отдачи в 1,5 раза. Переход от 1-циклового режима к 2-циклового обеспечивает снижение усилия отдачи в 1,33 раза. Применение «мягких» схем амортизации ($\lambda > 3$) является не целесообразным, так как, например, переход на 5-цикловую схему амортизации уменьшит усилие отдачи в 1,1 раза по сравнению с 3-циклового, однако перемещения оружия при этом возрастут весьма существенно.

На рисунке 1 приведены кривые перемещения оружия на амортизаторе при различных схемах амортизации. Скорость движения корпуса оружия на последних циклах становится выше из-за увеличения силы сжатия пружины амортизатора. Поэтому корпус оружия успевает к третьему (четвертому) выстрелу возвратиться в исходное положение.

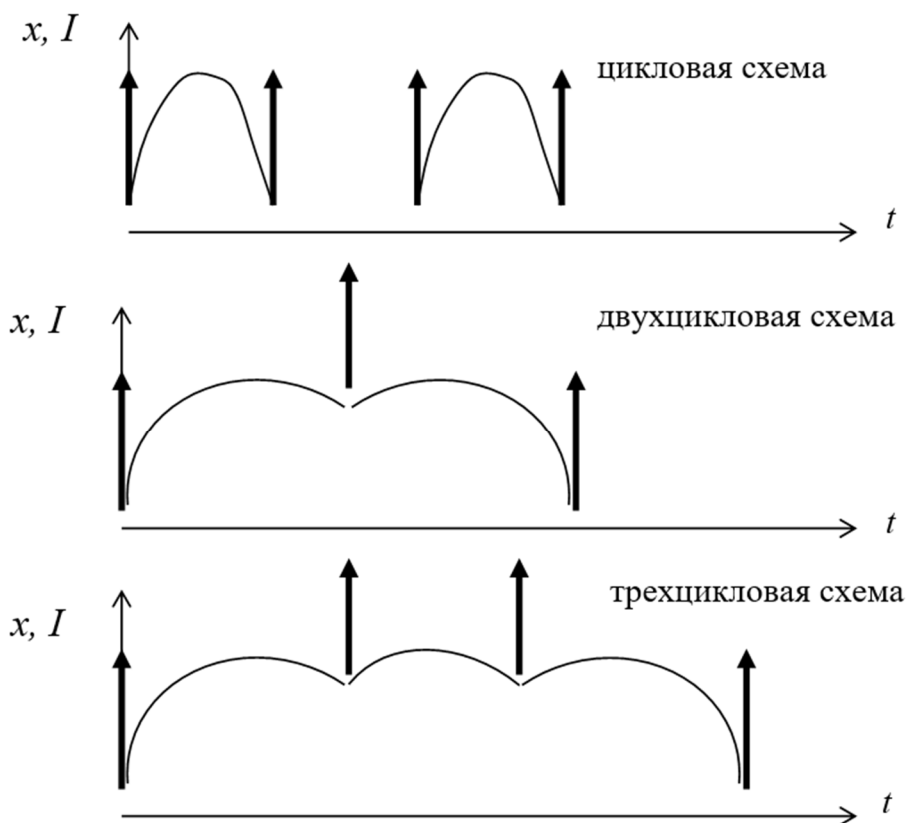


Рисунок 1 – Перемещение оружия при различных схемах амортизации

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конопелько, О. А. Авиационное артиллерийское вооружение / О. А. Конопелько, А. И. Антонов. – Минск : ВАРБ, 2015. – 88 с.

УДК 004.7

А. А. Левицкий, В. Л. Николаенко

Белорусская государственная академия авиации

КРАТКИЙ ОБЗОР РАБОТ КОМПАНИИ CISCO ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Cisco Systems, Inc. (по-английски произносится сиско) – американская транснациональная компания, разрабатывающая и продающая сетевое оборудование, предназначенное в основном для крупных организаций и телекоммуникационных предприятий. Одна из крупнейших в мире компаний, специализирующихся в области высоких технологий.

Одной из особенностей бизнес-модели компании стала многоуровневая разветвленная система сертификации инженеров по компьютерным сетям. Благодаря тому, что экзамены этой системы проверяют знание не только продукции Cisco, но и знание сетевых технологий и протоколов, многие организации, даже работающие на сетевом оборудовании других фирм, признают ценность профессиональных сертификатов Cisco. В частности, сертификация на уровне эксперта (CCIE) является одной из самых известных и уважаемых в компьютерной индустрии [1].

Компания Cisco создает интеллектуальные системы кибербезопасности для реального мира. Предлагаемый ею комплекс решений является одним из наиболее полных в отрасли и защищает от широкого спектра угроз. Подход Cisco к информационной безопасности, ориентированный на нейтрализацию угроз и восстановление работоспособности, упрощает систему безопасности, делает ее более цельной, предоставляет возможности детального мониторинга, согласованного управления и усовершенствованной защиты от угроз до, во время и после атаки [3, с. 54].

Одним из главных преимуществ концепции облачных вычислений является отсутствие у заказчика затрат на установку и поддержку собственных вычислительных ресурсов. Архитектура облачных вычислений основана на технологиях, поэтому для нее актуальны угрозы, связанные с уязвимостями сетевых протоколов, серверов приложений, операционных систем и программных продуктов для облаков, в частности, программного обеспечения для их администрирования [4, с. 273]. На множестве предприятия Беларуси практически все программные приложения и их базы перенесены в облака и в зависимости от необходимости используются все три основных облачных варианта (три модели) применения информационных технологий (ИТ) в облаках – IaaS, PaaS и SaaS.

При этом предприятия арендуют у поставщиков облачных услуг сетевые контейнеры сложной архитектуры, которые позволяют развертывать приложения различной сложности на облачной инфраструктуре. Резервирование ресурсов для этих контейнеров обеспечивается использованием Cisco Advance Data Center Network Resource Provider [4, с. 273]. В свою очередь для настройки, управления и администрирования этих ресурсов используется Cisco Cloud Network Automation Provisioner (CNAP) [5, с. 35]. Cisco CNAP предоставляет возможность создавать арендуемые контейнеры в сочетании со сложными сетевыми сервисами, такими как: TENANT EDGE ROUTING, фаерволлы, NAT, VPN, балансировщик нагрузки и т. д. Арендаторы могут использовать ресурсы, подписываясь на определенные планы, созданные администраторами. Это позволяет поставщику услуг предоставлять различные тарифные планы для арендаторов, в зависимости от их потребностей. Кроме-этого арендаторы с помощью Cisco CNAP могут [4, с. 274] создавать новые контейнеры, просматривать и редактировать

информацию о контейнерах, удалять контейнеры, просматривать и модифицировать настройки фаерволла, включая политики доступа и группы доступа [4, с. 274].

Одной из особенностей бизнес-модели компании стала многоуровневая разветвленная система сертификации инженеров по компьютерным сетям. Благодаря тому, что экзамены этой системы проверяют знание не только продукции Cisco, но и знание сетевых технологий и протоколов, многие организации, даже работающие на сетевом оборудовании других фирм, признают ценность профессиональных сертификатов Cisco. В частности, сертификация на уровне эксперта (CCIE) является одной из самых известных и уважаемых в компьютерной индустрии [1].

Поиск уязвимостей облачных вычислений как информационного объекта в базе американского института NIST за 2016 год [6, с. 7] показал [4, с. 274], что в качестве инцидентов информационной облачных вычислений наибольший удельный вес среди всех инцидентов составили SQL инъекции в Cisco CNAP, которые позволили удаленным злоумышленникам выполнять аутентификацию для воздействия на целостность пораженной системы путем выполнения произвольных SQL-запросов. Уязвимость была связана с неспособностью проверить и подтвердить данные, предоставленные злоумышленником в SQL-запросов. Злоумышленник мог использовать эту уязвимость путем отправки обработанных URL-адресов, которые включают операторы SQL в целевую систему. Успешное использование уязвимости позволяло злоумышленнику изменять или удалять записи в некоторых таблицах базы данных, влияя на целостность некоторых функций.

Облачные вычисления становятся все более актуальными и для Беларуси, где развитие IT-сектора и цифровых технологий активно поддерживается государством и частным сектором. В условиях стремительного роста цифровизации, белорусские компании могут значительно повысить свою конкурентоспособность, используя облачные решения. Однако, как показывает опыт международных компаний, включая Cisco, безопасность данных в облаке остается важной проблемой. В Беларуси также необходимо уделять внимание вопросам защиты информации и соблюдения законодательства о персональных данных. Государственные инициативы, направленные на развитие цифровой экономики, а также создание благоприятной среды для стартапов в области IT, могут способствовать более широкому внедрению облачных технологий в стране. Таким образом, облачные вычисления открывают новые возможности для белорусских компаний, но важно помнить о рисках и принимать меры для их минимизации, чтобы обеспечить безопасное и эффективное использование этих технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Cisco [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Cisco>. – Дата доступа: 20.10.2024.
2. Cisco will go faster under Chuck Robbins: CEO Chambers – CNBC.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cnbc.com/.../cisco-will-go-faster-under-chuck-r...> – Дата доступа: 15.09.2024.
3. Отчет Cisco по информационной безопасности за первое полугодие 2017 г. – Сан-Хосе, 2017. – 90 с.
4. Анализ использования CISCO CNAP на малом предприятии / В. А. Высоких [и др.] // Современные средства связи: материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф., 19–20 окт. 2017 года, Минск, Респ. Беларусь / редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2017. – 436 с.
5. Cisco Cloud Network Automation Provisioner for the Microsoft Cloud Platform Tenant Portal Guide, Release 2.1B [Электронный ресурс] // Руководство пользователя Cisco Cloud Network Automation Provisioner| www.cisco.com. – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Service_Provider/CCAMCP/2-0/CNAP2Tenant/CNAP2-Tenant/CNAP2-Tenant-1.html. – Дата доступа: 15.09.2024.

6. Дедюля, А. А. Поиск уязвимостей информационных объектов в базе американского института NIST / А. А. Дедюля, А. О. Новохрестова // 54-я науч. конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: материалы конференции по направлению 8: Информационные системы и технологии (Минск, 21 апреля 2018 года) / редкол. В. И. Пачинин, А. А. Охрименко. – Минск : БГУИР, 2018. – Ч. 2. – С. 16-18.

УДК 629.7.036.3

А. И. Кириленко, А. И. Листопад

Белорусская государственная академия авиации

ВЛИЯНИЕ ВИХРЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В АТМОСФЕРЕ НА КОНСТРУКЦИЮ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В настоящее время в мире наблюдается значительное увеличение числа пользователей беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА). Основными преимуществами такой техники является их широкая сфера применения, низкая стоимость, простота эксплуатации, а также отсутствие жестких требований к пилоту (оператору) по сравнению с пилотируемой авиацией.

Несмотря на все свои достоинства, БЛА более подвержены воздействию погодных условий, в частности на них сказывается влияние критических температур, осадков, порывов ветра, высокой влажности, перепадов давления. Так, например, в большой авиации установлены пороговые значения для максимальной, допустимого изменения, скорости и сдвига ветра. Для этих целей часто используется «критерий 7 узлов» Нидерландского аэрокосмического центра, который ограничивает изменение бокового ветра до 7 узлов. Максимально допустимые средние градиенты ветра, установленные Хэнком Крюсом, составляют 2 узла и 30 метров (изменение встречного ветра), 2,5 узла и 30 метров (изменение бокового ветра) [3].

Однако наиболее серьезной проблемой для небольших летательных аппаратов является турбулентность, которая может не только отклонить БЛА от намеченной траектории полета, но и привести к аварийной ситуации или поломке. Турбулентные потоки оказывают наибольшее влияние на БЛА на этапах зависания, перехода к полету на крыльях или вертикального взлета и посадки.

В перспективе беспилотная авиация будет применяться преимущественно в городской застройке – среды особенно опасной из-за густонаселенности и наличия высоких зданий и сооружений. Для того чтобы обеспечить надлежащий уровень безопасности БЛА и людей, находящихся на земле, необходимо установить эксплуатационные нормы, в пределах которых будет осуществляться пользование тем или иным типом беспилотника. Из-за малой инерции, высоты и скорости полетов БЛА гораздо более уязвимы к мелкомасштабной атмосферной турбулентности и сдвигу ветра, чем пилотируемые воздушные суда (далее – ВС).

БЛА эксплуатируются в большинстве случаев в приземном слое атмосферы, который в среднем простирается от земли до 900 м [1]. Различные свойства подстилающей поверхности приводят к ее неравномерному нагреву, что влечет за собой возникновение турбулентных потоков различной интенсивности. Также стоит учитывать некоторые сезонные и суточные особенности приземного слоя. Так, например, в весеннее время при таянии снега могут образовываться проплешины, в связи с этим увеличивается риск возникновения завихрений. Такие факторы не учитываются даже в стандартах ИКАО, которые устанавливают стандартную температуру в 15 °С [2].

В приземном слое могут образовываться вихри различных размеров, динамика развития и движения которых слабо изучена. Также вихревые процессы часто приводят к аномальным изменениям погоды.

Смена однородного потока на турбулентное возникает при потере гидродинамической устойчивости потока, когда отношение сил инерции к силам вязкости превосходит некоторое критическое значение числа Рейнольдса, которое определяется по формуле

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu},$$

где ρ – плотность воздуха; v – средняя скорость потока; μ – динамическая вязкость; d – размер потока жидкости.

Ламинарное течение (обтекание) переходит в турбулентное, когда Re становится больше некоторого критического значения числа Рейнольдса. Если задать конкретные значения v и d , то увеличение скорости потока приведет к появлению турбулентности, а, следовательно, в атмосфере возникнут вихревые образования.

По своей интенсивности турбулентность подразделяется на следующие категории, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Категории турбулентности

Категория	Вертикальные порывы ветра (фут в секунду)	Изменение скорости ВС на (узлы)
Легкая	5–19	5–14
Умеренная	20–35	15–24
Сильная	36–49	более 25
Экстремальная	более 50	более 25

Однако такие категории неприменимы к БЛА, поскольку их конструкция неспособна выдержать такие условия. В силу низкой высоты полетов на БЛА действуют три вида турбулентности:

1. Конвективная турбулентность, причинами которой могут стать: турбулентные вертикальные потоки внутри и вокруг конвективных облаков, нисходящие потоки, связанные с осадками или холодными слоями воздуха, ненасыщенный восходящий воздух, термическая турбулентность, которая над сушей имеет выраженный суточный ход с максимумом днем и минимумом ночью.

2. Механическая турбулентность, которая возникает в приземном слое атмосферы из-за поверхностного трения. Неровный ландшафт и сильный ветер усиливают турбулентность. Наименьшая турбулентность будет наблюдаться над водной поверхностью при слабом ветре.

3. Турбулентность в спутном следе является результатом вихрей, образующихся в следе самолета. Вертолеты также создают турбулентность в следе, причем вихри генерируются лопастями несущего винта. По своему образованию они не имеют метеорологического происхождения, поскольку служат для поддержания полета самолета и переноса импульса вниз. Как известно, после образования они опускаются со скоростью 12 м/с и переносятся общим потоком ветра.

В приземном слое атмосферы также находится пограничный слой, в котором наиболее выражено изменение скорости ветра. В его пределах зачастую наблюдается увеличение скорости ветра. Толщина пограничного слоя непостоянна и зависит от профиля местности, подстилающей поверхности, температуры воздуха и силы ветра. По техническим требованиям большинства БЛА их использование не рекомендуется при скорости ветра выше 15 м/с.

В настоящее время есть две основные проблемы, связанные с эксплуатацией БЛА. Во-первых, в мире в основном отсутствуют погодные требования для полетов БЛА. Во-вторых, существующие погодные стандарты весьма неоднозначны и не обеспечивают

надлежащий уровень безопасности для всех типов беспилотников. Поэтому, на мой взгляд, необходимо в эксплуатационные характеристики БЛА включать информацию о предельных показателях турбулентности и сдвиги ветра. Эти данные оптимизируют маршруты полетов, а также помогут определить подходящие места посадки и взлета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов, А. М. Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полетов / А. М. Баранов, Г. П. Лещенко, Л. Ю. Белоусова. – М. : Транспорт, 1993. – 280 с.
2. Doc 7488. Руководство по стандартной атмосфере ИКАО. – Монреаль : ИКАО, 1993. – 305 с.
3. Krüs, H. W. Criteria for Crosswind Variations during Approach and Touchdown at Airports / H. W. Krüs // Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design. – 2014. – Vol 131. – P. 1110–1115.

УДК 621.316

В. В. Напрасников, Д. П. Кункевич, А. В. Бородуля

Белорусский национальный технический университет

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕГКОВЕСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Одной из важнейших задач проектировании летательных аппаратов является снижение материалоемкости их конструкций. Избыточный вес летательного аппарата приводит к существенному завышению расхода топлива (заряда батарей при использовании электрической тяги), а значит снижает такие важные эксплуатационные характеристики как дальность полета и маневренность.

С другой стороны, конструкция летательного аппарата должна обладать необходимой жесткостью и прочностью, обеспечивающими целостность его конструкции.

Одним из возможных подходов к решению описанной проблемы является использование легковесных конструкций, построенных с использованием заполнителей разного типа.

Материалы, представленные в докладе, описывают варианты решения подобных задач на основе создаваемых конечно-элементных моделей.

Основным инструментарием, который позволяет формировать модели подобного типа, являются современные пакеты конечно-элементного моделирования, имеющие в своем составе как средства создания параметрических моделей и выполнения вариантных расчетов на их основе, так и оптимизационные компоненты, реализованные с использованием встроенных языков программирования.

В качестве расчетного примера рассматриваются изделия, представляющие собой оболочечные конструкции, верхние кромки которых нагружены давлением заданной величины. В качестве заполнителей между внешними оболочками используются шестиугольные соты в одном варианте и радиальные и цилиндрические ребра во втором варианте. Примеры такого изделия представлены на рисунке 1. Кроме этого рассматривался вариант сотового заполнения с ячейкой в виде квадрата.

С использованием параметрического языка APDL, встроенного в пакет ANSYS, были построены параметрические конечно-элементные модели этих изделий. Для того, чтобы получить возможность при перестроении проекта изменять материалоемкость изделия, были назначены следующие варьируемые параметры: толщина внешних стенок, толщина стенок сот. В качестве вычисляемого параметра использовалось максимальное напряжение по теории прочности фон Мизеса. Критерием был назначен суммарный объем материала изделия.

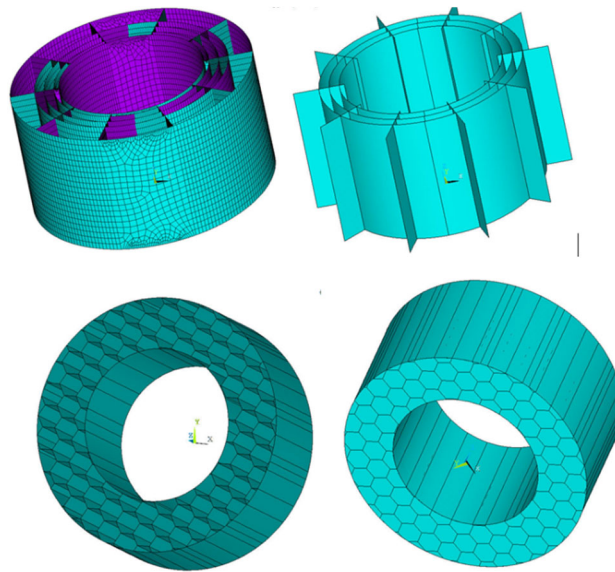


Рисунок 1 – Примеры изделий с разными видами заполнителей

На рисунке 2 представлены результаты расчета полей напряжений для проектируемых изделий.

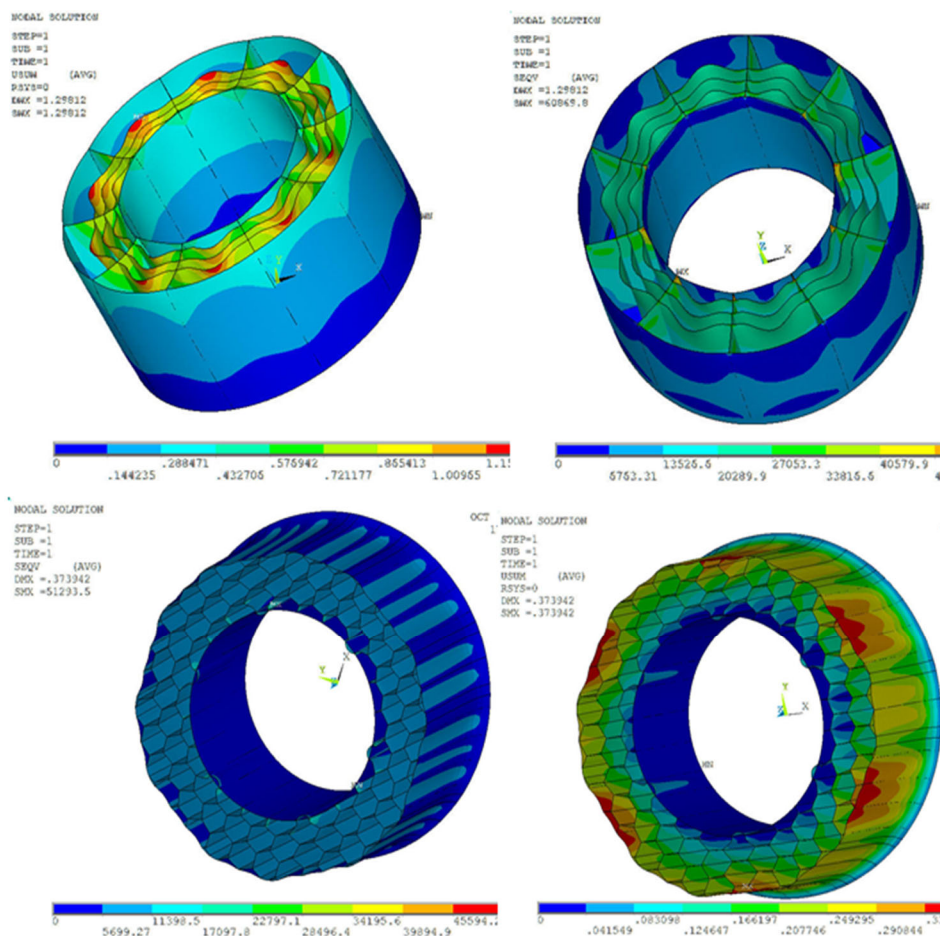


Рисунок 2 – Поля напряжений и деформаций

Описание постановки и результатов оптимизационной задачи на примере заполнителя в виде концентрических и радиальных поверхностей с использованием метода первого порядка, описанный в работе авторов [1] для поиска оптимума представлено ниже.

Оптимизационная задача имеет следующую формулировку:

- активируем метод, основанный на использовании первой производной;
- переменные проекта: толщина внешних стенок (переменная h2), толщина стенок сот (переменная h3);
- ограничения накладываются на максимальное напряжение;
- в качестве критерия используем объем материала.

На рисунке 3 представлены пошаговые результаты оптимизации.

```

LIST OPTIMIZATION SETS FROM SET 1 TO SET 6 AND SHOW
ONLY OPTIMIZATION PARAMETERS. (A "*" SYMBOL IS USED TO
INDICATE THE BEST LISTED SET)

```

	SET 1 (INFEASIBLE)	SET 2 (FEASIBLE)	SET 3 (FEASIBLE)	SET 4 (FEASIBLE)
STRESS_MAX(SV)	> 18261.	12772.	12073.	17000.
H2 (DV)	0.20000	0.18076	0.16000	0.16000
H3 (DV)	0.40000E-01	0.48000E-01	0.46791E-01	0.37650E-01
TOTAL_VOL(OBJ)	311.56	302.40	275.24	259.18

	SET 5 (FEASIBLE)	*SET 6* (FEASIBLE)
STRESS_MAX(SV)	17359.	17697.
H2 (DV)	0.16000	0.16000
H3 (DV)	0.37140E-01	0.36677E-01
TOTAL_VOL(OBJ)	258.28	257.47

Рисунок 3 – Пошаговые результаты оптимизации

Обсуждение результатов.

Сигнал «невозможный» (INFEASIBLE) появился поскольку напряжения по Мизесу нарушают поставленное ограничение. Оптимальным, оказывается, набор с номером 6 (SET 6). В результате суммарный объем изделия удалось снизить с 311,56 куб. ед. в первоначальном варианте до 257,47 куб. ед. в оптимальном варианте.

Выводы.

При реализации данного проекта

- созданы оптимизационные модели легковесных конструкций с периодическим заполнением на основе различных методов и средств оптимизации;
- с использованием построенных моделей получены результаты оптимизационных расчетов проектируемых легковесных конструкций с периодическим заполнением;
- установлено, что в случае, если модель допускает использование метода первого порядка, его применение является предпочтительным по сравнению со случайным варьированием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Naprasnikov, V. V., Soloviev A. N., Kovaleva I. L., Wang Zirui Optimization calculations in ANSYS using command file in course design. Modern Problems in Modeling Materials for Mechanical, Medical and Biological Applications (MPMM&A-2023) / V. V. Naprasnikov, A. N. Soloviev, I. L. Kovaleva // Theses of the reports of the Third International Conference (November 27–30, 2023, Rostov-on-Don) / Don State Technical University; Editor A. A. Matrosov, A.N. Soloviev, I.A. Serebryanaya. – Rostov-on-Don: DSTU, 2023. – P. 18.

УДК 629.17

И. А. Потапов, В. В. Пархамович

*Военная академия Республики Беларусь***ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ
ГАЗОВ В ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ**

На современном этапе изучения вихревых труб (далее – ВТ) для решения задач моделирования работы гидродинамических и тепловых процессов, движения жидких и газообразных сред исследователи процесса энергетического разделения потока используются разнообразные пакеты автоматизированного проектирования, которые позволяют сократить затраты на дорогостоящие эксперименты, а также менять параметры ВТ. Несмотря на то, что большинство исследований проводилось в различных пакетах: Star-CD, FLUENT, OpenFOAM, ANSYS Fluent, SolidWorks Flow Simulation, общим для всех является этап настройки решателя под конкретную задачу. Это вызвано отсутствием единой теории, описывающей природу возникновения эффекта Ранка – Хилша, что затрудняет численное исследование ВТ.

Так, в работе [1, с. 410–418] дан краткий обзор CFD-исследований вихревого эффекта. Работа ВТ моделируется в программе ANSYS Fluent, в которой объясняется данный эффект при помощи возникновения холодильного цикла. Авторы выявили существенное несоответствие 2D-анализа картине подтверждающей вихревой эффект, что позволяет утверждать: для полного понимания процессов в классической ВТ необходимо проведение 3D-анализа. Авторы работы [2, с. 151–158] провели численное моделирование и расчет характеристик течения ВТ в коммерческом пакете ANSYS CFX. По результатам вычислений адиабатный КПД исследуемой в работе ВТ в среднем на 10 % ниже полученного экспериментальным путем. В работе [3, с. 539–547] показано, что пакет моделирования гидродинамики OpenFOAM позволяет рассчитывать процессы в трубе Ранка – Хилша с использованием простых структурированных сеток. Некоторая сложность в разбиении вычислительной области на контрольные объемы в этом случае оправдывается точностью и скоростью вычислений. В [4, с. 107–111] для визуализации процессов стратификации вихрей авторами разработана твердотельная модель ВТ и осуществлено прямое численное моделирование процессов, которое выполнено в пакете прикладных программ вычислительной гидродинамики Flow Simulation производства компании SolidWorks.

Варьирование физическими параметрами во времени и в пространстве описывается с помощью математических моделей – систему дифференциальных уравнений с начальными и граничными условиями, которые привязывают математическую модель к конкретной задаче. В SolidWorks Flow Simulation динамика и обмен теплом текучей среды моделируются с использованием уравнения Навье – Стокса, которые в нестационарной постановке представляют собой законы сохранения массы, энергии и импульса воздуха.

Эта система уравнений сохранения массы, импульса и энергии нестационарного пространственного движения получает вид в пределах подхода Эйлера в декартовой системе координат $(x_i, i = 1, 2, 3)$, которая вращается с угловой скоростью Ω вокруг оси, идущей через ее начало [5, с. 171]:

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho \omega_k) = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial (\rho \omega_i)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho \omega_i \omega_k - \tau_{ik}) + \frac{\partial P}{\partial x_i} = S_i, \quad (2)$$

$$\frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} ((\rho E + P) \omega_k + q_k - \tau_{ik} \omega_i) = S_k \omega_k + Q_v, \quad (3)$$

где P – давление движущейся среды; t – время; ρ – плотность движущейся среды; ω – скорость движущейся среды; τ_{ik} – тензор вязких сдвиговых напряжений; S_i – внешние массовые силы, воздействующие на единичную массу движущейся среды: $S_{iporous}$ – воздействие сопротивления пористой среды, $S_{igravity}$ – воздействие гравитации, $S_{irotation}$ – воздействие завихрения системы координат, т. е.

$$S_i = S_{iporous} + S_{igravity} + S_{irotation}; \quad (4)$$

E – полная энергия единичной массы движущейся среды; Q_v – тепло, которое выделяется тепловым источником в единичном объеме движущейся среды; q_i – диффузионный температурный поток, индексы показывают сумму по координатным направлениям.

Тензор вязких сдвиговых напряжений для ньютоновских текучих сред находится следующим образом [5, с. 172]:

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \omega_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial \omega_l}{\partial x_l} \delta_{ij} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij}, \quad (5)$$

где $\mu = \mu_l + \mu_t$; μ_l – коэффициент динамической вязкости; μ_t – коэффициент турбулентной вязкости; δ_{ij} – дельта-функция Кронекера ($\delta_{ij} = 1$ при $I = j$; $\delta_{ij} = 0$ при $I \neq j$); k – кинетическая энергия турбулентности.

Согласно k - ϵ модели турбулентности, μ_t находится через величины кинетической энергии турбулентности k и рассеивания данной энергии ϵ :

$$\mu_t = f_\mu \frac{C_\mu \rho k^2}{\epsilon}, \quad (6)$$

где $f_\mu = [1 - \exp(-0,025 R_y)]^2 \left(1 + \frac{20,5}{R_T} \right)$; $R_y = \frac{\rho \sqrt{k} y}{\mu_l}$; $R_T = \frac{\rho k^2}{\mu_l \epsilon}$; y – расстояние от стенки, $C_\mu = 0,09$ [5, с. 172].

Для описания турбулентных режимов течений уравнения Навье – Стокса усредняются по Рейнольдсу, т.е. применяется осредненное по малому масштабу времени воздействие турбулентности на параметры потока, а крупномасштабные временные изменения, осредненные по малому масштабу времени составляющих гидродинамических параметров потока (давления, скоростей, температуры), отмечаются добавлением соответствующих временных производных. Следовательно, уравнения приобретают дополнительные члены – напряжения по Рейнольдсу. Чтобы замкнуть эту систему уравнений в Flow Simulation применяются уравнения переноса кинетической энергии турбулентности и ее диссипации в рамках k - ϵ модели турбулентности.

Кинетическая энергия турбулентности k и рассеивание данной энергии ϵ рассчитываются по результатам решения следующих двух уравнений [5, с. 172]:

$$\frac{\partial \rho k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho \omega_k k) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\left(\mu_l + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_k} \right) + S_k; \quad (7)$$

$$\frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho \omega_k \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\left(\mu_l + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial k}{\partial x_k} \right) + S_\varepsilon; \quad (8)$$

где $S_k = \tau_{ij} \frac{\partial \omega_i}{\partial x_j} - \rho \varepsilon + \mu_l P_B;$

$$S_\varepsilon = C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \left(f_1 \tau_{ij}^R \frac{\partial \omega_i}{\partial x_j} + \mu_l C_B P_B \right) - C_{\varepsilon 2} f_2 \frac{\rho \varepsilon^2}{k};$$

$$\tau_{ij}^R = \mu_l \left(\frac{\partial \omega_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \omega_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial \omega_l}{\partial x_l} \delta_{ij} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij};$$

$$P_B = - \frac{g_i}{\sigma_B} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x_i};$$

g_i – составляющая гравитационного ускорения в координатном направлении x_i , $\sigma_B = 0,9$, $C_B = 1$ при $P_B > 0$ и $C_B = 0$ при $P_B \leq 0$;

$$f_1 = 1 + \left(\frac{0,05}{f_\mu} \right); \quad f_2 = 1 - \exp(-R_T^2); \quad C_{\varepsilon 1} = 1,44, \quad C_{\varepsilon 2} = 1,92, \quad \sigma_\kappa = 1 \quad [14, \text{с. } 172].$$

Диффузионный тепловой поток определяется из уравнения

$$q_k = - \left(\frac{\mu_l}{Pr} + \frac{\mu_t}{\sigma_c} \right) c_p \frac{\partial T}{\partial x_k}, \quad (9)$$

где Pr – число Прандтля; $\sigma_c = 0,9$; c_p – удельная теплоемкость для постоянного давления; T – температура движущейся среды.

При описании ламинарных режимов течения указанную систему уравнений необходимо видоизменить, исходя из следующих условий: $\mu_t = 0$ и $k = 0$. Посредством применения функции f_μ описывается переход ламинарного режима течения в турбулентный режим и обратно – турбулентного в ламинарный [5, с. 172].

Граничные слои в ламинарном и турбулентном режимах течений возле поверхности твердой фазы и переход из одного в другой режим описываются достаточно точно при использовании модифицированных универсальных пристеночных функций. Для сжимаемых движущихся сред применяются уравнения состояния следующего вида:

$$p = \rho (P, T, y), \quad (10)$$

где $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ – вектор концентрации компонентов вещества.

При использовании в процессе газообразных веществ применяется уравнение состояния идеального газа $\rho = P/(RT)$, где R рассчитывается как

$$R = R_{\text{унив}} \sum_{i=1}^N \frac{y_i}{M_i}, \quad (11)$$

где M_i – молекулярная масса i -го компонента смеси.

Как правило, большинство задач строится таким образом, чтобы на входе и выходе не требовалось подробного задания параметров турбулентности с помощью профилей переменных по пространству. Поэтому в данной задаче для течений в каналах применяются

настройки интенсивности турбулентности и гидравлического диаметра, понятие которого связано с входным поперечным сечением соплового ввода.

Таким образом, точность результатов моделирования из различных расчетных пакетов имеет прямую корреляцию с простой и правильной постановкой задачи, и именно здесь наблюдаются огромные различия между доступными расчетными системами. Имея одну математическую основу, программные комплексы в основном отличаются технологиями, используемыми для создания сетки, решениями предварительной обработки (настройки исследования) и постобработки результатов. Выполняя одну и ту же правильно настроенную задачу моделирования в различных комплексах, лучшим подходом для определения точности результатов МКЭ является сравнение этих результатов с реальными путем использования известных данных испытаний или экспериментальных валидационных исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коркодинов, Я. А. Исследование эффекта Ранка – Хилша при помощи CFD анализа / Я. А. Коркодинов, А. М. Ханов // Изв. Самарского науч. центра Российской акад. наук. – 2014. – Т. 16, № 1(2). – С. 410–418.

2. Пираишвили, Ш. А. Численное исследование характеристик вихревой трубы с дополнительным потоком в стационарной и нестационарной постановках / Ш. А. Пираишвили, О. А. Соколова // Вестн. Самарского гос. аэрокосмического ун-та. – 2015. – Т. 14, № 2. – С. 151–158.

3. Марьин, Д. Ф. Прямое численное моделирование эффекта Ранка / Д. Ф. Марьин, К. И. Михайленко, Л. Х. Хазиев // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2011): тр. межд. научной конф., г. Москва, 28 марта–1 апреля 2011 г. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2011. – С. 539–547.

4. Ахметов, А. Ю. Численное моделирование стратификации газа в камере энергетического разделения вихревой трубы / А. Ю. Ахметов // Актуальные проблемы в науке и технике: в 6 т.: сб. науч. тр. Восьмой Всероссийской зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых / Уфимск. гос. авиац. тех. ун-т. – Уфа : УГАТУ, 2013. – Т. 2. Машиностроение, электроника, приборостроение. – С. 107–111.

5. Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – С. 22–28.

УДК 51-74

И. В. Кисель, Н. С. Русецкий

Белорусская государственная академия авиации

СЛЕД ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ В АВИАЦИИ

Цель нашей научной работы является сравнение отношения между геометрическими характеристиками ЛА с пропорциями золотого сечения и в случае справедливости присутствия принципа золотого сечения выявления некоторой закономерности.

Задачи: ознакомиться с историей и понятием золотого сечения. Составить таблицы с геометрическими характеристиками ЛА и сравнить их с золотым сечением. Проанализировать полученные результаты и установить закономерность или ее отсутствие.

Согласно определению, золотое сечение – это отношение частей к целому, когда большая часть относится к меньшей так же, как целая к большей. Принцип «золотого сечения» является математическим способом определения красоты и гармонии. Существуют вещи,

которые трудно объяснить, но все в нашем мире подвластно числам. К примеру, вы идете по парку и осознаете, что устали, вам приглянулась скамейка, вы принимаете решение присесть и отдохнуть. Вы навряд ли осознаете куда вы сядете, но осмелюсь предположить, что большинство подсознательно сядут, согласно пропорциям золотого сечения. Да, это может показаться странным, но это инстинктивно, ведь даже если задуматься, на свободную скамейку с самого краю вы не сядете, по середине тоже, вам будет скорее всего некомфортно, следовательно, вы интуитивно поделите длину скамейки согласно пропорции «золотого сечения» и займете место правее или левее центра, там, где отношение меньшей части скамейки к большей будет равно 1,62 – «золотому сечению». Если вы считаете, что «золотое сечение» – это какое-то современное модное течение, то вы глубоко ошибаетесь, практически все Древние цивилизации, такие как египтяне, греки, вавилоняне, китайцы и индусы, знали про это число и пользовались его «магией». При этом ученые от Пачоли до Эйнштейна пытались, но так и не нашли его точного значения. Мистическая и местами неподвластная человеческому разуму вещь, тайну которой пытались понять великие умы человечества, эта «золотая пропорция», которую мы можем наблюдать вокруг нас. Ведь навряд ли природа, окружающая нас, пыталась соблюдать какие-то «золотые пропорции», однако можно заметить ее во многих живых организмах и даже в нас самих.

А что насчет самолетов? Можно ли отследить «золотое сечение» в них? Может быть, и современные авиационные инженеры и авиаконструкторы используют «золотое сечение» не подозревая об этом для создания «гармоничных» самолетов? Мы решили проверить свою гипотезу и попытаться найти «золотые пропорции» в том, что мы любим. Искать мы их будем в плане самолета, так как, это первое что бросается в глаза и заставляет нас оценивать его. Геометрические характеристики планера самолета на наш взгляд будут наиболее правильным предметом исследования и сравнения с «золотым сечением».

Классифицировать самолеты можно по-разному, к примеру, по назначению или по конструктивным признакам. Для данной работы мы выбрали классификацию по назначению, исходя из соображений того, что еще на стадии планирования самолет проектируется согласно определенным целям и задачам, которые ему предстоит выполнять. С помощью данной классификации будет проще выявить наличие в конструкциях самолетов определенного класса наличие «золотых пропорций» и определить, что их связывает. Для сравнения мы выделили следующие классы: Пассажирские, Военно-транспортные, Истребители, Штурмовики, Бомбардировщики, Учебно-тренировочные.

В ходе исследования мы нашли соотношение всех габаритных размеров самолетов и выделили те габаритные параметры, отношения которых приближены к «золотому сечению». Затем занесли в таблицы данные более 260 летательных аппаратов всех классов.

При расчетах выяснилось, что достаточно отношения длины самолета к размаху, так как данное отношение ближе всего к «золотым пропорциям». Длина самолета и размах крыла характеристики, которые дают нам понятие о несущих способностях самолета, о подъемной силе, создаваемой поверхностью крыла (в случае самолетов с изменяемой стреловидностью крыла мы брали несколько данных о размахе, которые соответствуют заданным углам стреловидности.)

После сравнения соотношений габаритных размеров самолетов и «золотого сечения» оказалось, что самыми близкими к «гармонии» являются истребители. Для истребителей важными параметрами является их маневренность и скорость, так как главная цель истребителей – завоевание господства в воздухе. Маневренность – это способность самолета изменять за определенный промежуток времени свое положение в пространстве. Маневренность зависит от аэродинамических и геометрических характеристик, заложенных на этапе проектирования конструкции самолета, скорость же в основном зависит от силовой установки.

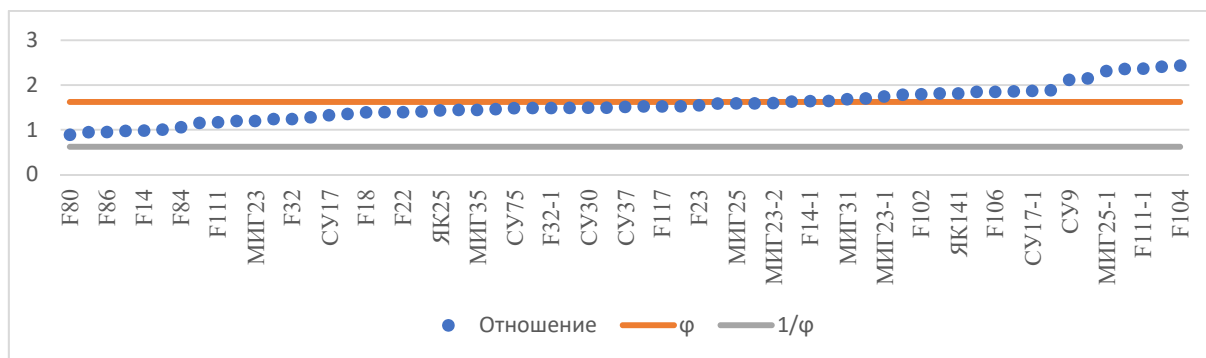


Рисунок 1 – График истребителей

График для транспортных военных и пассажирских самолетов показывает, что отношение длины самолета к размаху крыла лежит в пределах единицы. Это легко объясняется тем, что для самолетов данной категории главное – устойчивость, а не управляемость и маневренность. Устойчивость – способность самолета без вмешательства пилота возвращаться в положение равновесия. Управляемость – способность самолета изменять режим полета в соответствии с действующими на органы управления усилиями пилота. Следовательно, в таких самолетах трудно обнаружить «след «золотого сечения»».

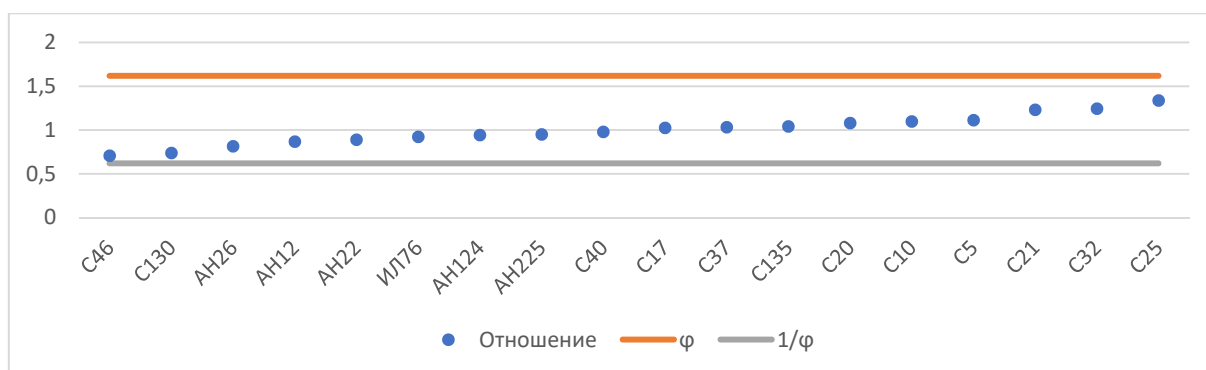


Рисунок 2 – График военно-транспортных самолетов

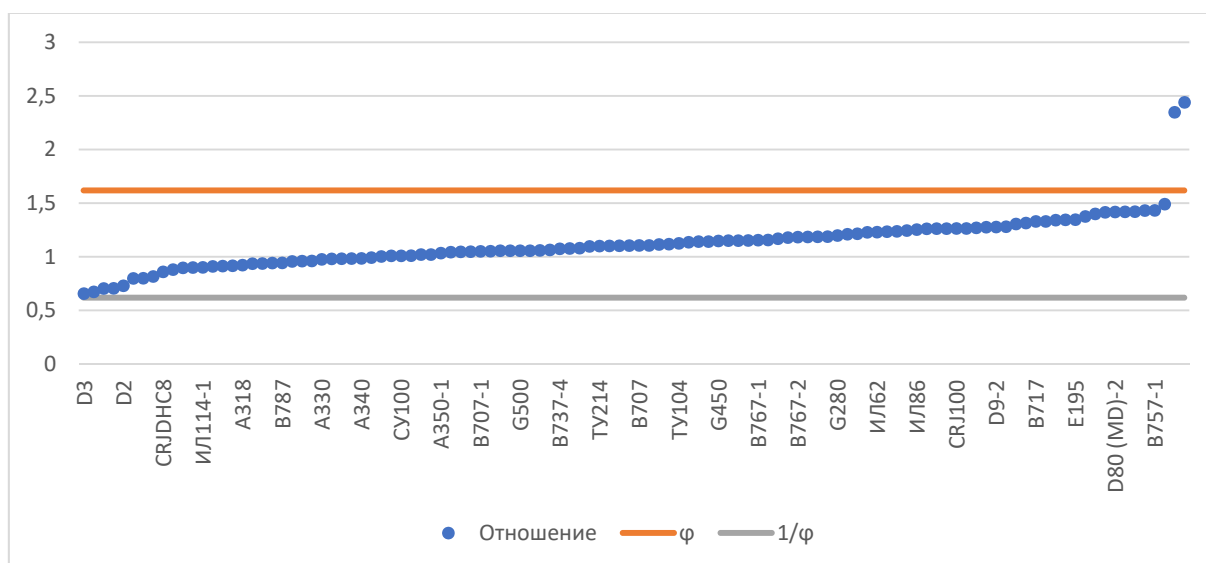


Рисунок 3 – График пассажирских самолетов

Согласно аэродинамике, относительное расположение между фокусом самолета и центром его тяжести отвечает за управляемость и устойчивость самолета, а расстояние влияет на их степень. (Фокус самолета – это точка приложения, приращения подъемной силы.) Современные истребители проектируются статически неустойчивыми, фокус расположен перед центром тяжести самолета, следовательно, такие самолеты обладают отличной управляемостью, а соответственно и маневренностью.

Вывод, который мы можем сделать исходя из полученных результатов: однозначно, что «идеального и гармоничного» самолета, конструкция которого полностью соответствует принципам «золотого сечения» не существует. Но можно выдвинуть некоторое предположение о том, что самолет, отношение длины к размаху которого приближены к данным пропорциям должен быть маневренным, который обладает отличной управляемостью и при этом является неустойчивым, т. к. фокус и центра тяжести будет приложены в одной точке. Таким требованиям отвечают лишь истребители, которые по своему назначению проектируются неустойчивыми, чтобы быть маневренными, но геометрические характеристики истребителей являются приближенными к «золотому сечению», но не достигают заданной константы, средний коэффициент у истребителей вышел 1,56. Пассажирские и транспортные авиалайнеры, требованием которых является хорошая устойчивость, следовательно, по своим габаритным размерам и их соотношениям они далеки от принципа «золотого сечения» и средний коэффициент находится около 1,05.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Миртова, К. Д. Конструкция и прочность самолетов и вертолетов / К. Д. Миртова, Ж. С. Черненко – Москва, 2013. – 440 с.
2. Тимердин, Г. Э. Золотое сечение / Г. Э. Тимердинг – Германия, 2024. – 120 с.
3. Кокунина, Л. Х. Основы аэродинамики: учебник / Л. Х. Кокунина. – М. : Транспорт, 1982. – 197 с.

УДК 369.2

Я. А. Соловей, В. Л. Николаенко

Белорусская государственная академия авиации

КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ: ПРОРЫВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Квантовые компьютеры – это не обычные компьютеры, это принципиально новые устройства, построенные на основах квантовой механики, которые используют физические состояния атомов, ионов, сверхпроводников и других квантовых систем. В отличие от обычных компьютеров, здесь вычисления выполняются с помощью кубитов, которые могут находиться в суперпозиции, то есть представлять сразу несколько состояний. И потому есть бесконечное количество других вариантов ответа [1].

Для каждой задачи квантовый компьютер использует свой специализированный алгоритм. В классическом компьютере данные представлены двоичным кодом – нулями и единицами, которые последовательно обрабатываются. В квантовых системах кубиты взаимодействуют друг с другом через квантовую запутанность и операции над состояниями, создавая логику вычислений, которая, независимо от исходных данных, ведет нас к решению задачи, перед измерением этого самого решения.

История развития компьютеров и алгоритмов

Квантовые компьютеры прошли долгий путь развития, начиная с теоретических основ и первых предложений по их созданию.

Началось все в 1980-е годы: Идея квантовых вычислений впервые была предложена физиками Ричардом Фейнманом и Юрием Маниным. Они выдвинули концепцию использования квантовых систем для моделирования сложных задач, недоступных для классических компьютеров.

Далее 90-е годы: На этом этапе были разработаны первые квантовые алгоритмы, среди которых особое внимание привлек алгоритм Шора. Этот алгоритм позволяет факторизовать большие числа намного эффективнее, чем классические методы, что стало прорывом в области криптографии.

А уже в 2000-е годы: Начались первые эксперименты с квантовыми компьютерами. Появились устройства, способные работать с небольшим количеством кубитов, что позволило подтвердить теоретические модели и провести первые реальные квантовые вычисления.

Ну а в 2010-е годы: Исследования продолжились, и началось активное развитие более мощных квантовых компьютеров с увеличенным количеством кубитов. Это открыло путь к практическим применениям квантовых вычислений в различных научных и промышленных областях [2].

Принципы работы алгоритмов

Квантовые алгоритмы – это сложные программы, в которых взаимодействие кубитов заменяет собой численные вычисления. Состояние системы изменяется в согласии с уравнением Шрёдингера, и процесс направляется так, чтобы с максимальной вероятностью обеспечить нужное решение. На протяжении вычисления кубиты запутываются, изменяют свои состояния и создают суперпозиции, которые определяют конечное состояние системы. Здесь важен принцип вероятностного измерения, который отличается от классического подхода.

Особенность заключается в том, что алгоритм «подгоняет» вероятности так, чтобы правильный ответ был наиболее вероятным.

Принцип вероятностного результата

Алгоритм должен быть устроен так, чтобы какие-бы данные ему не дали, конечное состояние системы при измерении должно выдавать с высокой вероятностью правильный результат, вместо неправильного. Поэтому и используются свойства квантовой механики, чтобы обеспечить преобладание вероятности этого правильного результата над остальными. Это и есть один из ключевых элементов квантового алгоритма [3].

Применение квантовых вычислений

Одной из главных целей создания квантовых компьютеров является взлом сложных шифров, моделирование сложных молекулярных систем (например, для фармакологии), квантовое шифрование данных, оптимизация логистических и финансовых задач. Квантовые вычисления основаны на уникальном свойстве квантов – запрете клонирования, что делает невозможным копирование информации без уничтожения оригинала.

Как пример: чтобы копировать мячик, нужно будет полностью уничтожить его в нужных для клонирования условиях, запустить процесс клонирования, и только после этого появится шанс, что он копируется в другой точке.

Преимущества квантовых вычислений

Квантовый компьютер работает параллельно со всеми возможными ответами, то есть, он в каком-то смысле «выращивает» все ответы оптимизируя выбор до тех, которые с наибольшей вероятностью являются правильными. Другими словами: алгоритм делает так, чтобы правильный вариант выпадал максимальное возможное количество раз. Эта параллельная обработка возможных состояний ускоряет вычисления, что открывает уникальные возможности для оптимизации [4].

Сложности реализации

Одна из главных проблем квантовых вычислений, что это все хорошо работает только на бумаге. Обязательны около идеальные условия окружающей среды, так как кубиты легко теряют свое состояние, начиная взаимодействовать с ней. Поэтому квантовые системы требуют сверхнизких температур и защиты от внешних воздействий, чтобы исключить потери информации.

Масштабирование вычислений

С увеличением количества данных квантовые вычисления масштабируются иначе, чем классические. Они не увеличивают время обработки данных так резко, что дает преимущество при обработке больших объемов информации. Проще говоря: алгоритм как будто сразу все знает, и «ощупывает» сразу все варианты а не перебирает их. Но напрямую нельзя посмотреть на результат, для этого и делаются вспомогательные системы – Гейты. Тем не менее, это добавляет сложности, но система физична, и она выдает ошибки. Поэтому нужно сделать систему для отладки этой системы, но она тоже может дать сбой и нужна система отладки системы отладки или Гейт для Гейта. Сейчас для создания «идеального» кубита требуется около тысячи таких гейтов.

Совершенствование квантовых вычислений

Ученые продолжают разрабатывать способы улучшения устойчивости квантовых систем. Квантовые компьютеры остаются не только одним из самых передовых направлений вычислительных технологий, но и одной из самых перспективных областей для будущих исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Квантовый компьютер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Квантовый_компьютер – Дата доступа: 08.10.2024.
2. Александр Соколовский — Главные заблуждения о нашем мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=JRr-tw7yukY> – Дата доступа: 08.10.2024.
3. Что такое квантовый компьютер и как он работает? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-kvantovyy-kompyuter-i-kak-on-rabotaet/> – Дата доступа: 08.10.2024.
4. Редакция РБК Тренды. Миллион задач в секунду: как работают квантовые компьютеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/611256109a79470e8b396fbf> – Дата доступа: 08.10.2024.

УДК 629.7.017.1

Е. И. Титов, С. А. Серебрянский, А. А. Больших

Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)

ОЦЕНОЧНОЕ ВЛИЯНИЕ ТИПА КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ПОСЛЕДСТВИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ОПОР ШАССИ

Современные тенденции в конструировании гражданских самолетов направлены в основном на повышение отказов безопасности. Более того, высокие требования к конструкции современных гражданских самолетов закреплены в пунктах сертификационного базиса (далее – СБ), которому конструкция каждого самолета должна соответствовать. Конструкция гражданских самолетов должна соответствовать п. 25 СБ [1].

При проектировании конструкции гражданского самолета, необходимо учесть требования СБ, которые касаются не только статической прочности, или же требованиям по максимальным эксплуатационным нагрузкам, но и требованиям к безопасности полетов. Пункт 25.721 СБ устанавливает требования к безопасному отделению конструкции навески основных опор шасси (далее – ООШ) и маршевой силовой установки (далее – МСУ) при аварийных посадках. В частности, конструкция гражданского самолета должна быть спроектирована таким образом, чтобы при превышении нагрузок на узлы навески ООШ или пилона навески МСУ не происходило разрушения топливных баков приводящее к утечке топлива достаточной для опасности пожара [2].

Для достижения соответствия требованию п. 25.721 СБ в конструкцию узлов навески ООШ и пилона навески МСУ вводятся особые крепежные элементы, «слабые звенья», которые должны разрушаться и разъединять агрегат от кессона крыла, обеспечивая контролируемое разрушение узлов навески и отделение агрегата от кессона [3]. Как правило, это втулки или пальцы, спроектированные с минимальным запасом прочности (не более 110-115% от расчетной нагрузки на агрегат). Данные крепежные элементы являются особо ответственным деталями и подлежат тщательной проверке на более частом интервале времени, чем обычные соединения. Более того, точность изготовления и способы проверки детали на наличие дефектов могут быть дорогостоящими [4]. Вследствие чего конструкторы самолета должны обеспечить достаточное количество соединений слабыми звеньями, но в то же время, число соединений, выполненных с использованием слабого звена, должно быть сведено к минимуму.

Подтверждать соответствие данному пункту СБ разрешаться испытаниями или математическим моделированием. Вследствие дороговизны проведения испытаний разрушения узлов навески ООШ или пилона навески МСУ используется подход математического моделирования напряженно-деформированного состояния (далее – НДС) узлов навески данных агрегатов и кессона в целом [5]. Распространенным численным методом моделирования НДС конструкции является конечно-элементный (далее – КЭ) метод.

Конечно-элементный метод – это численный метод решения системы дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Суть КЭ метода в задаче расчета деформирования упругого тела состоит в разбиении конструкции на отдельные части, конечные элементы, соединенные между собой в узлах [6]. Совокупность соединенных между собой и прикрепленных к основанию конечных элементов образует расчетную схему. Далее происходит представление потенциальной энергии упругого тела через перемещения узлов и составление системы линейных уравнений для перемещений, обеспечивающих минимум полной потенциальной энергии упругого тела. Решением этих уравнений определяются перемещения узлов, и устанавливается напряженно-деформированное состояние тела [7].

Для проведения КЭ моделирования разрушения узлов навески ООШ при аварийной посадке необходимо подготовить КЭ модель, или же «КЭ сетку» агрегата со свойствами взаимодействия деталей агрегата. Существует 3 типа конечных элементов, разделенных по размерности: одномерные «балки», двумерные «shell» элементы и трехмерные «solid» элементы. Для моделирования стойки ООШ и узлов навески на кессон не целесообразно использовать двумерные «shell» элементы вследствие формы стойки ООШ и шарнирных узлов навески ООШ на кессон [8]. Однако, «shell» элементы предпочтительно использовать в плоских деталях, из которых в основном состоит кессон крыла (обшивка, стенки кессона, пояса, нервюры и фитинги).

В данной работе будет рассмотрено 2 подхода к моделированию стойки ООШ: с использованием одномерных балок и с использованием трехмерных «solid» элементов.

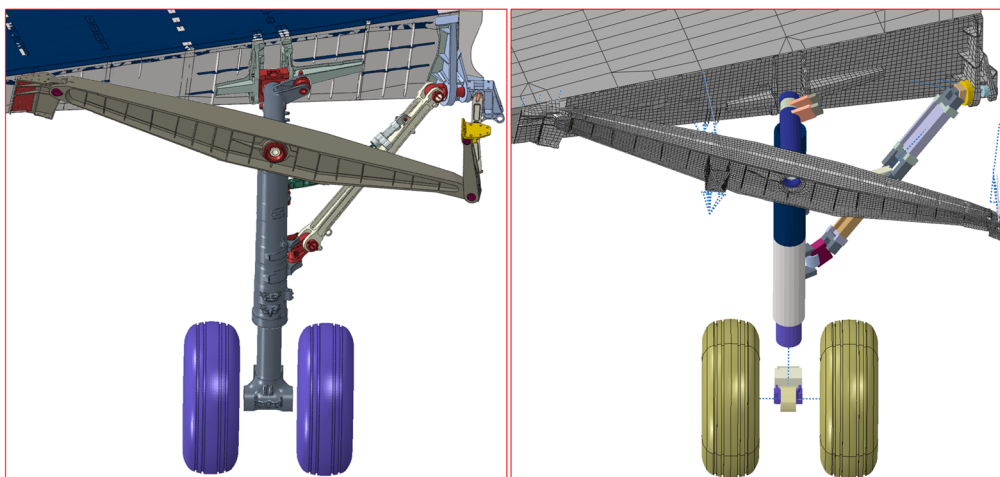
КЭ модель с использованием одномерных балок моделирует стойку ООШ, подкосы и шарниры как балки с заданным сечением (для стойки ООШ, траверсы и штока – труба, для шарнирных соединений – цилиндр, а для подкосов – двутавр). Таким образом происходит моделирование инерционных и прочностных свойств деталей агрегата. Однако, для моделирования срезных пальцев и втулок такой способ моделирования не применим вследствие математических особенностей одномерных элементов. Для моделирования разрушения срезных пальцев и втулок используется специальная связь между проушинами деталей, которая определяет их взаимное ограничение друг относительно друга. Более того, предельное значение сил, при котором происходит разрушение слабого звена, в такой модели задается вручную и требует предварительного аналитического расчета пальцев и втулок на срез. Зная геометрические параметры сечения слабого звена и свойства материала, предельное усилие на срез слабого звена задается по следующей формуле:

$$F_{\Sigma} = \frac{\sigma_b \cdot A \cdot n}{\sqrt{3}}, \quad (1)$$

где σ_b – напряжения временного сопротивления материала, A – площадь сечения срезного пальца/втулки, n – количество плоскостей среза для данного пальца/втулки, F_{Σ} – сила, необходимая для разрушения данного слабого звена.

КЭ модель с использованием трехмерных «solid» элементов представляет собой электронную модель (ЭМ) реальной геометрии деталей агрегата, разбитую на конечные элементы определенным образом. Контактное взаимодействие между деталями агрегата моделируется из условия не проникания узла детали через поверхность элемента другой детали, а разрушение срезных пальцев или втулок происходит путем моделирования всей диаграммы НДС материала, включающую упругую и пластическую зоны.

В данной работе объектом исследования является ООШ, узлы навески ООШ и кессон гражданского самолета. ООШ имеет телескопическую схему с одним подкосом и двумя пневматиками на оси. В обоих моделях посадочный вес самолета, КЭ модель кессона и пневматиков идентичны. Вид исследуемых в работе КЭ моделей ООШ показан на рисунке 1.



Слева – «Solid» КЭ модель ООШ, справа – Балочная КЭ модель ООШ
Рисунок 1 – Вид исследуемых КЭ моделей ООШ

На основании результатов моделирования аварийных посадок, а также исходя из условия задания свойств слабых звеньев навески ООШ анализируется целесообразность каждого их подходов моделирования. При моделировании стойки ООШ трехмерными «solid» элементами получаемые данные имеют больший объем, т. к. возможен подробный анализ НДС конструкции, в то время как одномерная КЭ модель моделирует уже известные заранее свойства слабых звеньев. Однако, создание и расчет одномерной КЭ модели менее трудозатратен из-за сложности создания качественной трехмерной КЭ модели. Более того, простота внесения изменений в свойства слабых звеньев в отличие от трехмерной КЭ модели предполагает использование одномерной КЭ модели на ранних этапах проектирования узлов навески агрегатов, в то время как трехмерная КЭ модель может служить достаточным доказательством соответствия требованиям п. 25.721 СБ при подробном моделировании поведения материала под действием сложного нагружения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Братухин, А. Г. Цифровые технологии в жизненном цикле российской конкурентоспособной авиационной техники / А. Г. Братухин [и др.]. – Москва, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2020. – 448 с.

2. Нормы летной годности самолетов транспортной категории НЛГ 25. – М. : Министерство транспорта Российской Федерации, 2022. – 379 с.
3. Titov, E.I. Theoretical Model of the Methodology of Landing Gear Bracket Design Taking into Account the Adjusted Calculation for Shear Bolt Design [Electronic resource]/ E. I. Titov, S.A. Serebryansky // E3S Web of Conferences – 2023. – vol. 446. – Mode of access: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/83/e3sconf_hstd2023_03006.pdf
4. Pengfei Zhang, Hong Nie, Jianfei Wu, Muqi Yu, Emergency Separation Simulation and Damage Prediction of an Airliner under Wheel-Up Landing Condition. Shock & Vibration, 2021, p. 1.
5. Cokorilo O. (2011). Quantified risk assessment modelling of aircraft landing operations. Scientific research and essays. 6. 4406-4413. doi:10.5897/SRE11.838.
6. R. Trifonov, K. Shelkov, S. Perepechaev, A. Boikov. Determining the applicability limits of different accuracy models when analyzing the loads on the landing gear during landing. Aerospace Systems, vol. 7. 2024. Doi:10.1007/s42401-023-00253-2.
7. Rui Li, Mei Zhan, Zebang Zheng, Hongrui Zhang, Xiaolei Cui, Wei Lv, Yudong Lei A (2020) Constitutive model coupling damage and material anisotropy for wide stress triaxiality. Chinese journal of Aeronautics doi:10.1016/j.cja.2020.09.018.
8. F. Caputo, A. De Luca, A. Greco [et al.] Established Numerical Techniques for the Structural Analysis of a Regional Aircraft Landing Gear. Advances in Materials Science and Engineering. 2018. 1-21. DOI: 10.1155/2018/8536581.

УДК 535.345.6:629.73

О. С. Филиппенко¹, О. С. Мироненко²

¹*Белорусская государственная академия авиации,*

²*Белорусский государственный университет*

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОФИЛЬТРОВ В АВИАЦИИ

Одной из частых проблем при пилотировании самолета является обеспеченность видимости пилотом на ближнем и дальнем расстояниях. Для обеспечения надежного и комфортного полета используются специальные очки со светофильтрами. Также светофильтры используются для сигнальных навигационных огней.

Светофильтры делят на три группы:

- 1) «светофильтры, которые не изменяют направление светового потока, падающие в направлении нормали»;
- 2) «светофильтры, которые изменяют направления светового пучка вдоль нормали из-за неоднородности поверхности»;
- 3) «светофильтры, обеспечивающие заданное направление светового пучка на поверхность линзы». [4, с. 2].

К ним предъявляются очень серьезные требования, влияющие на безопасность полета.

Целью работы является проверка свойств светофильтров из цветного стекла на возможность использования в точной оптике, используемой в авиации, и проверка и полос пропускания.

Предмет исследования: светофильтры из стандартного набора, представляющие собой цветные стекла.

Объект исследования: спектральные характеристики светофильтров.

Задачи:

- 1) Измерить спектральные характеристики светофильтров, оценить их значения.
- 2) Получить спектры поглощения.
- 3) Указать ширину интервала пропускаемых длин волн.
- 4) Оценить возможность использование указанных светофильтров в специальной авиационной оптике.

В работе были проанализированы светофильтры следующих цветов красный, желтый, зеленый, синий.

На рисунках 1–4 представлены их спектры пропускания.

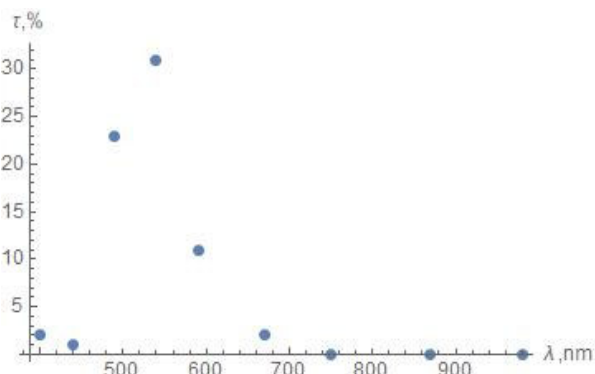


Рисунок 1 – Спектр пропускания зеленого светофильтра

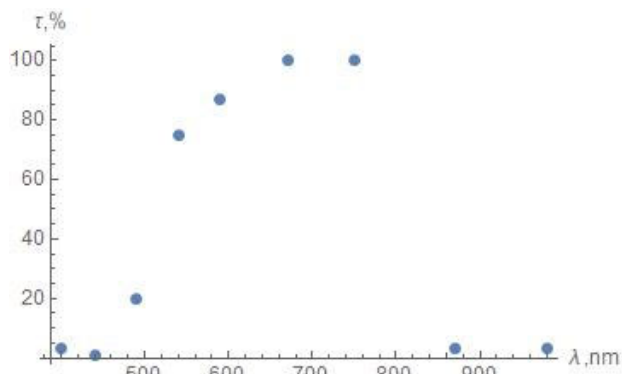


Рисунок 2 – Спектр пропускания желтого светофильтра

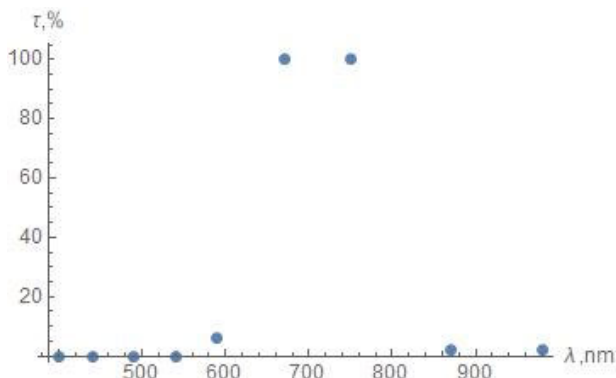


Рисунок 3 – Спектр пропускания красного светофильтра

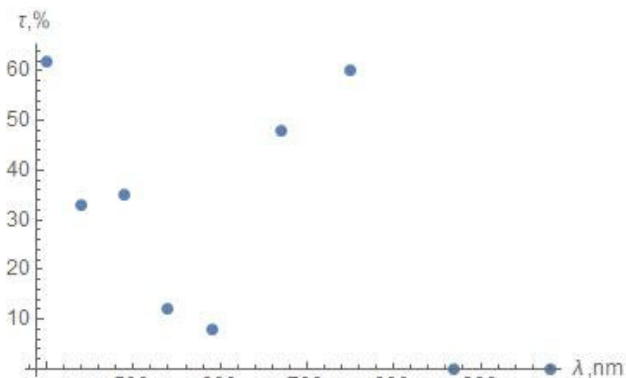


Рисунок 4 – Спектр пропускания синего светофильтра

Полосы пропускания указанных светофильтров указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Ширина полосы пропускания светофильтров

Светофильтр	Эксперимент (видимый диапазон)	ГОСТ (видимый диапазон)	Марка фильтра
	Диапазон длин волн, нм	Диапазон длин волн	
Зеленый	470–650	470–650	ЗС1
Желтый	520–830	450–800...	ЖС5
Красный	620–810	600–720	ПС7
Синий	390–790	350–610	СС1

По измеренным значениям коэффициентов пропускания от длины волны цветные стекла были идентифицированы при помощи калориметра и сопоставлены с фильтрами из классификации [1]. Марки соответствующих светофильтров указаны в таблице.

В таблице 2 приведены максимальные значения коэффициентов пропускания изученных светофильтров. Также был произведен их расчет, значения получились подобными.

Таблица 2 – Ширина полосы пропускания светофильтров измерением с помощью прибора (τ) и с помощью расчетов (τ_λ) для различных светофильтров

Цвета	τ , %	τ_λ , %
Зеленый	85,6	85,5
Желтый	92,8	92,6
Красный	99,0	98,8
Синий	92,0	91,8

Рассмотренные светофильтры не являются строго монохроматичными, что можно наблюдать из полученных спектров в видимом диапазоне. Однако их использование возможно, если к использованному оборудованию не применяются специальных требований.

Таким образом, для навигационных приборов лучше использовать красные и зеленые светофильтры, так как эти цвета используются для сигнальных огней в соответствии с авиационным стандартом. Исследования показали, что их полоса пропускания широка. Однако для бортовых огней гораздо важнее дальность сигнала, поэтому можно подобные стекла использовать, подбирая нужную марку стекла.

В очках лучше использовать светофильтры желтого и оранжевого цвета. Их полоса пропускания должна быть не очень широкой. Однако для уменьшения коэффициента отражения необходимы специальные покрытия, а также специальных поляризационных стекол. Поэтому подобные светофильтры не могут быть использованы в специальных очках, так как не обладают свойством поляризации. Синий светофильтр имеет широкую полосу пропускания, поэтому его применение будет затруднено.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ОКП 44 9240 – 44 9266. Стекло оптическое цветное. Технические условия – Взамен ГОСТ 9411-81.; введ. 01.01.1993. – М., 1991. – 19 с.
2. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
3. Гриднева, Г. Н. Оптические покрытия: учеб. пособие / Г. Н. Гриднева; Московский государственный университет приборостроения и информатики – Москва, 2011. – 24 с.
4. ГОСТ 9242-59. Светофильтры сигнальные для транспорта. Методы измерений цветности и коэффициента пропускания: введ. 13.08.1959. – М., 1959. – 19 с.



**СЕКЦИЯ 5.
РАДИОЛОКАЦИЯ, РАДИОНАВИГАЦИЯ
И СВЯЗЬ В АВИАЦИИ**



УДК 621.397

Е. Н. Буйлов, А. С. Солонар

ОАО «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации»

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

На сегодняшний день решение задачи защиты от беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является весьма актуальной, что обусловлено широким спектром их применения. Так, например, для несанкционированного наблюдения за важными объектами, для ретрансляции данных между удаленными абонентами сетей связи, для проведения терактов и диверсий (доступ за периметр охраняемых объектов, препятствование воздушному движению в аэропортах), для переноски запрещенных грузов (оружия, наркотиков), в военном деле (ведение разведки, слежение за объектами, корректировка огня, нанесения ударов) и др. [2]. При разработке современных средств противодействия БЛА предъявляются все более строгие требования к спектру их технических возможностей, эргономике, реализуемости и стоимости составных элементов.

Однако, при выполнении поставленных задач в условиях априорно неопределенной сигнально-помеховой обстановки возникают сложности в определении наличия источника радиоизлучения (ИРИ) (рисунок 1). Для решения данной проблемы, на практике, чаще используют энергетический обнаружитель. Данный обнаружитель обеспечивает измерение энергии принятого сигнала за время наблюдения, сравнение уровня полученной энергии с заданной пороговой величиной и на основании этого определяет наличие или отсутствие неизвестного сигнала [3, 4]. Для оценки порога обнаружения используется критерий Неймана – Пирсона (НП) согласно которому, при заданной вероятности ложной тревоги (ВЛТ) максимизируют вероятность правильного обнаружения [5].



Рисунок 1 – Пример влияния условий наблюдения на спектр принятого сигнала от ИРИ

Однако при непараметрической априорной неопределенности неизвестен закон распределения принятого сигнала, который нельзя описать конечным числом параметров. При этом класс допустимых распределений может включать большое количество нормированных функций, которые нельзя поставить в однозначное соответствие с какой-либо областью пространства [6]. Кроме того, главным недостатком энергетического обнаружителя является зависимость порога обнаружения от неизвестной, в общем случае, спектральной плотности мощности шума наблюдения, что не гарантирует постоянного уровня ложных тревог при изменяющейся интенсивности помех [7, 8].

В работах [1, 9] рассмотрен один из способов реализации адаптивного к быстро изменяющейся обстановке алгоритма оценки порога обнаружения, что позволяет стабилизировать ВЛТ. Но в то же время, остается открытым вопрос об оценке эффективности использования энергетического обнаружителя, структура и параметры которого могут варьироваться по результатам анализа принятого сигнала от ИРИ, сопоставление результатов с критерием НП, что и представляет цель данного доклада.

По результатам проведенных исследований [1, 3, 9–11] разработана структура адаптивного к условиям наблюдения энергетического обнаружителя ИРИ, позволяющего стабилизировать ВЛТ (рисунок 2).

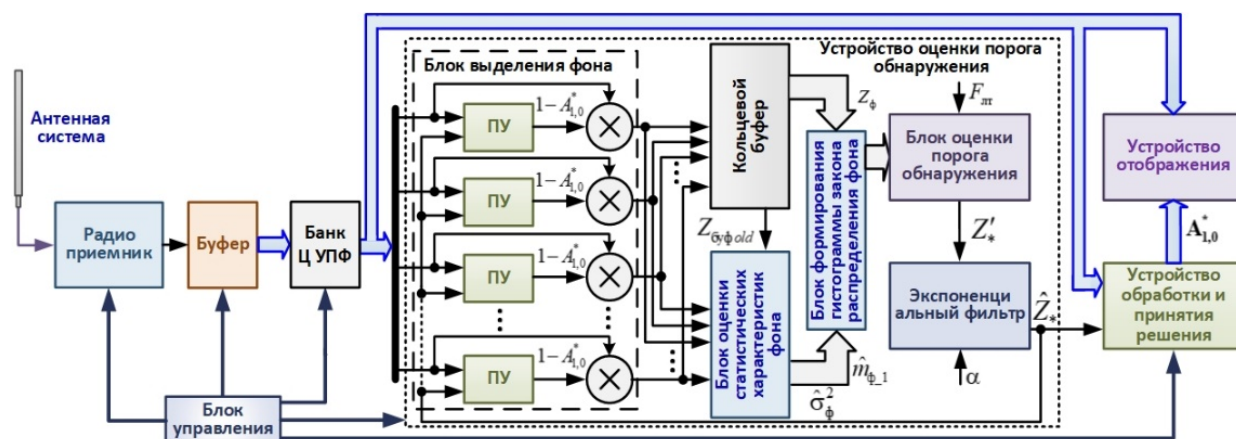


Рисунок 2 – Структура адаптивного к условиям наблюдения энергетического обнаружителя ИРИ

Прием сигнала от ИРИ, например, на частотах от 800 МГц до 6 ГГц (диапазон работы коммерческих малоразмерных БЛА), может обеспечиваться с помощью всенаправленной широкополосной антенны.

В радиоприемном устройстве в аналоговом виде осуществляется предварительная фильтрация сигнала, его усиление, преобразование частоты сигнала на промежуточную частоту. Далее сигнал подвергается аналого-цифровому преобразованию с последующей реализацией цифровой обработки и записью в буфер (см. рисунок 2).

После аналого-цифрового преобразования сигнал u_k поступает на банк цифровых узкополосных фильтров (Ц УПФ), т. е. спектроанализатор. Оценка мгновенного спектра сигнала $S_{i,s}$ может быть реализована с помощью дискретного либо быстрого преобразования Фурье размерностью $N_{\text{бпф}}$ [3, 11]. Усреднение (некогерентное накопление) мгновенного спектра за время наблюдения $Z_{\text{н}}$ улучшает характеристики обнаружения при низком отношении сигнал-шум.

Дальнейшая обработка предполагает сравнение мощности принятого сигнала $Z_{\text{н}}$ с порогом обнаружения \hat{z}_* и принятие решение о наличии A_1^* , либо отсутствии A_0^* ИРИ (устройство обработки и принятия решения, см. рисунок 2).

Однако на практике априорная неопределенность о количестве сигналов, их мощности, неизвестном шуме наблюдения, изменение характеристик антенного и радиоприемного устройств затрудняют использование классических подходов в оценке порога обнаружения \hat{Z}_* . В связи с этим в данном обнаружителе предложено использовать адаптивное к условиям наблюдения устройство оценки порога обнаружения (см. рисунок 2), состоящее из: блока выделения фона, кольцевого буфера, блока оценки статистических характеристик фона, блока формирования гистограммы закона распределения фона, блока оценки порога обнаружения и экспоненциального фильтра.

Решение задачи выделения фона наблюдения достигается за счет использования порогового устройства (ПУ) (см. рисунок 2). На один из его входов поступает усредненная

оценка мощности принятого сигнала Z_n , а на второй – значение \hat{Z}_* , которое определяется в устройстве оценки порога обнаружения и является одинаковым для всех частотных каналов банка Ц УПФ. Сформированное решение $A_{1,0}^*$ подается на умножитель (см. рисунок 2). Через умножитель проходят отсчеты спектра, не превысившие порог (ПУ), а остальные обнуляются.

Для оценки статистических характеристик фона используется кольцевой буфер (см. рисунок 2), обеспечивающий хранение оценок мощности фона Z_Φ не превысившие порог \hat{Z}_* .

Таким образом, предложенный алгоритм оценки порога обнаружения включает следующие этапы: адаптивное выделение фона, обновление кольцевого буфера, выборочную оценку математического ожидания и дисперсии, формирование гистограммы распределения мощности фона, вычисление порога обнаружения с использованием треугольной аппроксимации «хвоста» закона распределения и экспоненциальное сглаживание оценок порога обнаружения. Совокупность данных этапов позволяет стабилизировать ВЛТ при изменении условий наблюдения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буйлов, Е. Н. Адаптивный к условиям наблюдения энергетический обнаружитель источника радиоизлучения / Е. Н. Буйлов, А. С. Солонар, С. А. Горшков // Наука и военная безопасность. – 2023. – №4 (78). – С. 20–26.
2. Макаренко, С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам / С. И. Макаренко. – СПб. : Научно-технические технологии, 2020. – 204 с.
3. Солонар, А. С. Основы радиопеленгации. Основы теории измерения параметров сигналов: пособие / А. С. Солонар, В. В. Латушкин, С. А. Габец. – Минск : Военная академия Республики Беларусь, 2023. – 200 с.
4. Охрименко, А. Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба / А. Е. Охрименко. – М. : Воен. изд-во, 1983. – Ч. 1 Основы радиолокации. – 456 с.
5. Подстригаев, А. С. Анализ вероятностных характеристик матричного приемника с учетом неоднозначности определения частоты на стыках каналов / А. С. Подстригаев // Доклады ТУСУРа. – 2015. – № 4 (38). – С. 17–25.
6. Сидоров, Ю. Е. Исследование непараметрического обнаружителя сигналов / Ю. Е. Сидоров, А. Е. Шумилов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2008. – № 6. – С. 78–85.
7. Еременков, А. И. Исследование адаптивного спектрального обнаружителя сигналов / А. И. Еременков, В. Н. Жураковский // Символ науки. – 2016. – № 4. – С. 57–63.
8. Потапов, А. А. Определение порогов обнаружения радиосигналов для метода энергетического детектора / А. А. Потапов // Журнал радиоэлектроники. – 2021. – № 9. – С. 28–33.
9. Буйлов, Е. Н. Предложения по разработке адаптивного к условиям наблюдения энергетического обнаружителя источника радиоизлучения / Е. Н. Буйлов, А. С. Солонар // Радиолокация, навигация, связь (RLNC 2024) : сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции, Россия, Воронеж, 16–18 апреля 2024 г. : в 5 т. / Воронежский государственный университет ; АО «Концерн «Созвездие»». – Воронеж : Издательский дом ВГУ. Воронеж, 2024. – Т. 3. – С. 53–62.
10. Рембовский, А. М. Автоматизированные системы радиоконтроля и их компоненты / А. М. Рембовский, А. В. Ашихмин, В. А. Козьмин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2022. 488 с.
11. Рембовский, А. М. Радиомониторинг: задачи, методы, средства / А. М. Рембовский, А. В. Ашихмин, В. А. Козьмин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2012. – 640 с.

УДК 519.876.5

В. А. Красковский, И. Л. Бурдин, Г. А. Сенокосов

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ВТОРИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

При подготовке авиационных инженеров, необходимо сформировать у них представление об устройстве и о принципе действия авиационных систем. Эту задачу можно решить, как минимум, двумя взаимодополняющими методами: описание работы системы при помощи имеющихся учебных пособий (теоретическая составляющая), и натурная демонстрация с возможностью взаимодействия непосредственно с оборудованием (практическая составляющая). Без владения необходимыми теоретическими сведениями невозможно работать с техническим устройством, однако зачастую проблема как раз заключается в отсутствии практики, будущий специалист может в совершенстве владеть теорией, не имея представления о реальной работе с оборудованием. Часто возможности использования практикоориентированного метода обучения являются ограниченными, что связано с недостаточно оснащенной материально-технической базой. Тогда имеет смысл использовать в образовательном процессе виртуальные модели. Такие виртуальные модели начинают активно использоваться в процессе обучения: модели дополненной реальности обслуживания авиационных двигателей, компьютерные модели для выполнения лабораторных работ и другие. Цель работы: рассмотреть реализацию подобного рода модели системы вторичной радиолокации, выполненной в компьютерной среде MATLAB Simulink. Модель не может исчерпывающе описать поведение системы, однако дать определенное представление о ее работе – вполне.

Вторичная радиолокация (далее – ВРЛ) или активная радиолокация с активным ответом, изначально применялась для опознавания воздушных судов (далее – ВС). В настоящее время системы вторичной радиолокации имеют более широкое применение. В современных системах передаются такие параметры как:

- идентификатор транспондера, установленный на заводе;
- уникальный номер самолета;
- данные о высоте и скорости;
- габаритные размеры ВС, для оценки и предупреждения возможности столкновения двух ВС;
- данные о наличие в воздушном пространстве других воздушных судов, и др.

Реальные системы достаточно описаны в литературе [1–3], и на основании имеющихся сведений вполне можно построить цифровую модель системы вторичной радиолокации, в достаточной мере описывающую ряд параметров реальной системы. Модель, реализованная в программной среде Simulink, позволяет формировать запросные и ответные сигналы режимов УВД (ЗК1, ЗК2, ЗК3) и RBS (А, С). Режим УВД до сих пор применяется в России и Беларуси, как и режим RBS. Именно поэтому изучение структуры запросных и ответных сигналов представляет интерес при подготовке авиационных специалистов. Рассмотрим общую структурную схему системы вторичной радиолокации (рисунок 1). Слева на схеме представлена структура вторичной радиолокационной станции, справа: самолетного транспондера (приемопередатчика) между ними находится приемопередающий канал. Работает схема радиолокационной станции следующим образом: при помощи импульсов синхронизатора (далее – С) происходит согласование работы шифратора (далее – Ш), устройства чередования режимов (далее – УЧР), декодера информационного кода (далее – ДКИД) и индикатора (далее – И), таким образом с помощью синхронизатора задается работа УЧР, который в свою очередь определяет режим работы Ш. Направленная антенна радиолокатора осуществляет обзор пространства, излучая при этом запросные радиосигналы.

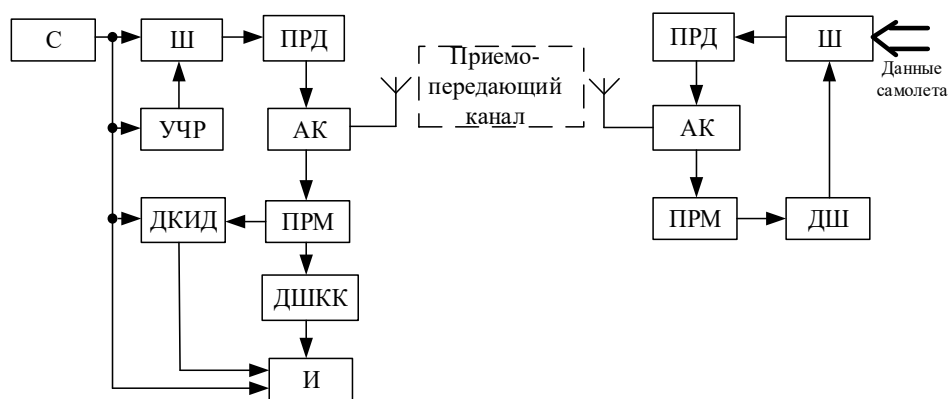
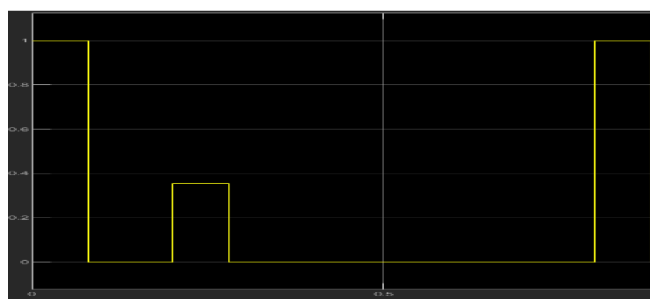
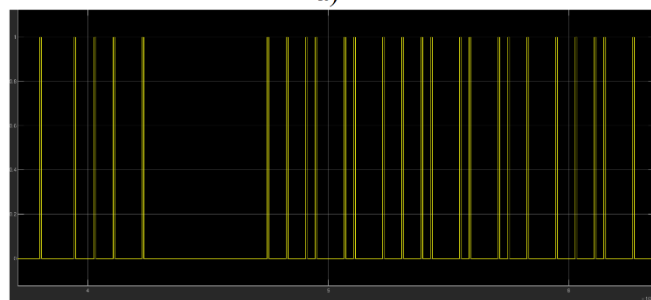


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема ВРЛ

Радиолокационная станция, принимая ответный сигнал выделяет координатный код при помощи дешифратора координатного кода и передает его вместе с информационной частью с ДКИД на индикатор. Транспондер работает схожим образом: в зависимости от режима запросного кода формируется ответный сигнал, содержащий запрашиваемые данные, и излучается антенной. Антенный коммутатор (далее – АК) осуществляет переключение режимов приема и передачи. На деле работа и устройство реальных систем гораздо сложнее, но на уровне представления общая схема выполняет основную функцию: демонстрация принципа работы устройства. При моделировании возможно упростить схему, представленную на рисунке 1, выделяя только те блоки, анализ работы которых представляет особый интерес. Ряд блоков и связей (шифраторы) можно исключить из модели за счет того, что их функции будут совмещены с функциями других блоков (передатчик). Пример формируемых видеоимпульсов запроса и ответа в системе показан на рисунке 3.



а)



б)

а – сигналы запроса и б – сигналы ответа

Рисунок 3 – Примеры формируемых видеоимпульсов

В целом в модели реализуются следующие элементы: передатчик радиолокационной станции, приемопередающий канал, приемник ответных сигналов (самая упрощенная схема). Таким образом, модель позволяет исследовать процессы формирования сигналов запросных кодов,

передачу радиосигналов, прием и дешифрацию запросных сигналов бортовым ответчиком. Реализованная в виде программы модель позволяет проводить изучение принципов формирования ответных и запросных сигналов. Подобные модели были созданы и ранее [4], отличительной особенностью предлагаемой в работе модели является возможность исследования влияния помех и шумов на форму сигналов, измерение ошибок. Пример искаженного сигнала представлен на рисунке 4, откуда видно, что при приеме запросного сигнала без фильтрации происходит искажение сигнала. Известно, что для обеспечения подавления боковых лепестков [2, 3] необходимо, чтобы уровень среднего импульса (см. рисунок 3) был ниже по уровню чем крайние на 9 дБ, но из рисунка 4 видно, что это не совсем так. С помощью модели можно реализовать различные ситуации для последующего анализа. Модели, позволяющие проводить изучение различных ситуаций, также существуют и позволяют предложить определенные решения как в работе [5].

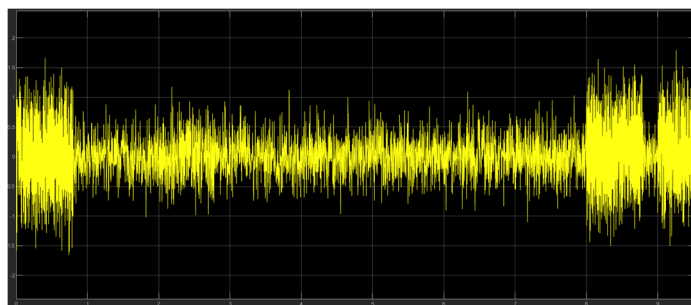


Рисунок 4 – Смесь радиоимпульса и помехи на входе приемопередатчика

При составлении модели всегда учитывается структура реальной системы, значит изучение модели в некотором приближении сопоставимо с изучением реальной системы. Таким образом, применение цифровых моделей в образовательном процессе позволяет не только сформировать представление о работе системы, но и проводить изучение различных ситуаций. Такими ситуациями для системы вторичной радиолокации, в частности, будет: искажение формы исходных сигналов, вследствие одновременного приема ответных сигналов с двух самолетов. Этот недостаток, устранен применением режима S в системах вторичной радиолокации, что позволяет усложнить исходную модель.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь : учебное пособие / С. А. Кудряков [и др.] ; под ред. Кудрякова С. А. – Москва : Инфра-М, 2023. – 287 с.
2. Коломиец, В. И. Вторичный радиолокатор «Крона»: курс лекций / В. И. Коломиец, Н. П. Филимонов. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2007. – 98 с.
3. Тучков, Н. Т. Автоматизированные системы и радиоэлектронные средства управления воздушным движением / Н. Т. Тучков. – Москва : Транспорт, 1994. – 381 с.
4. Программа изучения ответного сигнала самолетного радиолокационного ответчика в режиме RBS / М. К. Самохвалов [и др.] // Информатика, моделирование, автоматизация проектирования : Сборник научных трудов X Всероссийской школы-семинара аспирантов, студентов и молодых ученых, Ульяновск, 27–28 ноября 2018 года / Под ред. А. Н. Афанасьева. – Ульяновск : УГТУ, 2018. – С. 161–166.
5. Дегтярев, К. В. Анализ помехоустойчивости декодера сигналов УВД / К. В. Дегтярев, Е. С. Поклонская // Неделя науки СПбПУ: Материалы научной конференции с международным участием. Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций, Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. – С. 8–11.

УДК 621.396.43

М. А. Буров, В. А. Захаренко

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси

СКАНИРУЮЩАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Развитие беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) в настоящее время диктует необходимость совершенствования радиооборудования, которое эксплуатируется на них, большой класс которого составляют антенны. Именно от антенн зачастую зависит качество принимаемой информации. В тоже же время применение конструкций антенн, размещенных на БЛА, отличается от обычного применения, и к нему предъявляются довольно серьезные требования:

Лобовое сопротивление антенн на БЛА должно быть минимальным. Для этого форма антенн должна быть обтекаемой, а размеры – наименьшими. На скоростных БЛА антенны должны быть невыступающими.

Антенны должны занимать минимальный объем внутри БЛА, а на поверхности – минимальную площадь. Отдается предпочтение таким решениям, при которых целостность элементов корпуса аппарата остается ненарушенной.

Антенны на БЛА должны иметь механическую прочность, которая должна соответствовать усилиям, воздействующим на них в условиях эксплуатации.

Материалы для антенн на БЛА должны обеспечивать их минимальную массу, а также нормальную работу в условиях высоких и низких температур, а также повышенной влажности.

Влияние корпуса БЛА на электрические параметры антенн должно быть минимальным.

Взаимное расположение всех антенн на БЛА относительно друг друга должно быть выбрано таким образом, чтобы их влияние друг на друга было минимальным.

Другим важным параметром для БЛА является скрытность, возможность обеспечения которой появляется при использовании антенной решетки (АР) такого типа: восемь штыревых излучателей расположены по кругу радиусом λ . За счет возбуждения излучателей с разными фазами, АР формирует узкий луч, который, кроме скрытности, позволяет увеличить дальность связи. Вид АР представлен на рисунке 1.

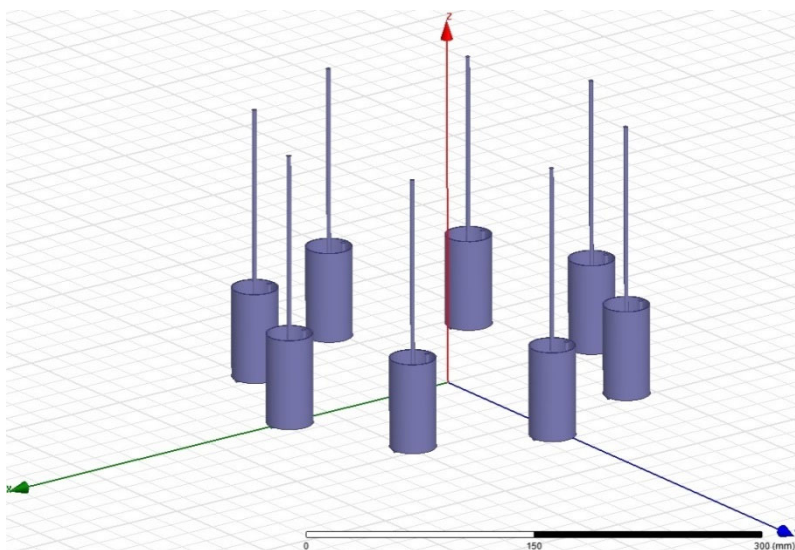


Рисунок 1 – Антенная решетка для формирования узкой диаграммы направленности

Наиболее оптимальным местом для размещения антенной решетки на БЛА является нижняя часть фюзеляжа. Корпус антенной решетки будет представлять собой цилиндр. Недостатком такого размещения является экранирующий эффект, оказываемый стойками шасси, однако учитывая недостатки, которые возникали бы при установке на других частях БЛА, этим недостатком можно пренебречь. Если скачкообразно менять фазу на всех излучателях одновременно, то появляется возможность вращать лучом АР на 360 градусов. БЛА с антенной решеткой такого типа под фюзеляжем, а также варианты поворота луча представлены на рисунках 2 и 3.

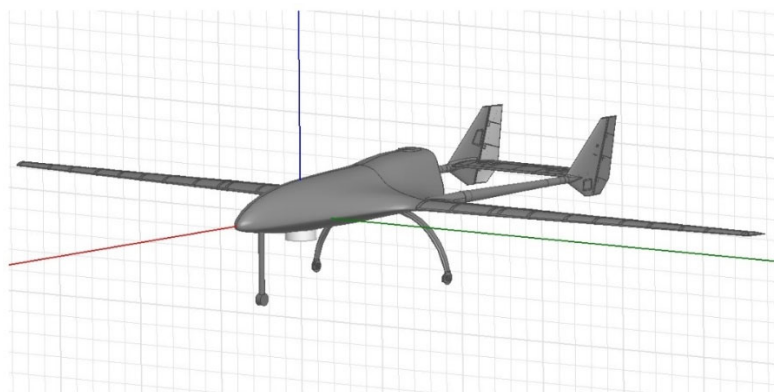


Рисунок 2 – БЛА с размещенной под фюзеляжем АР в обтекателе

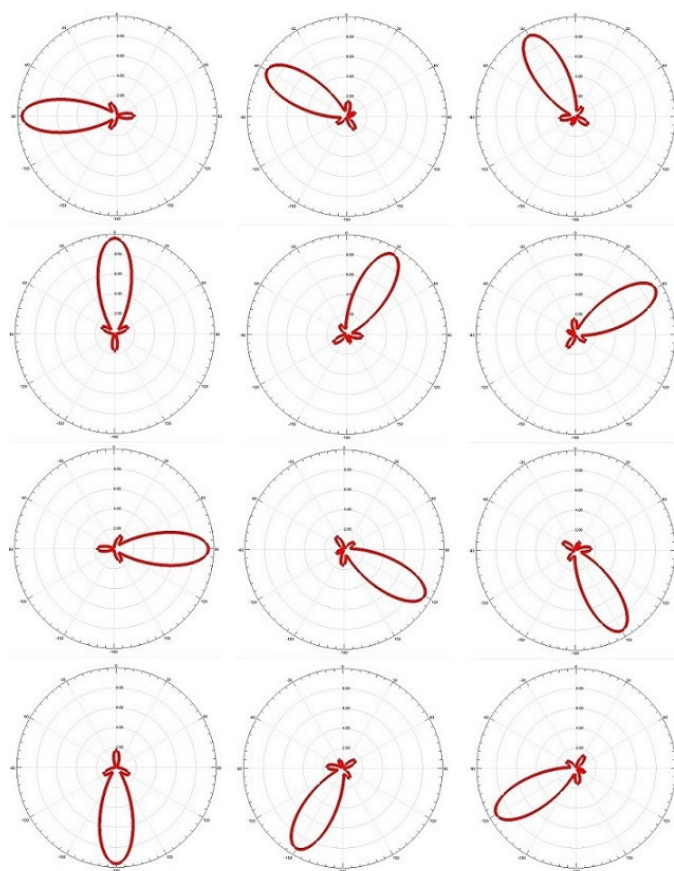


Рисунок 3 – Варианты положения луча антенной решетки

В качестве устройства управления фазовым сдвигом, можно предложить схему, упрощенная структура которой, представлена на рисунке 4.

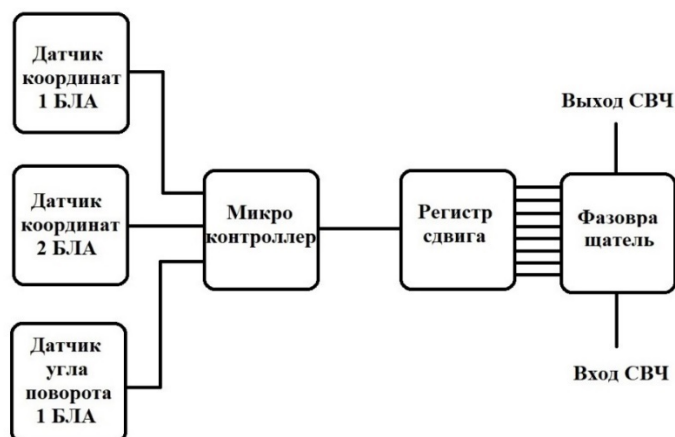


Рисунок 4 – Схема управления фазовым сдвигом одного излучателя

Для работы данной схемы необходимы следующие данные: координаты основного БЛА (1 БЛА), на котором будет устанавливаться антенная решетка, координаты второго БЛА, с которым требуется установление связи, и показания датчика угла отклонения основного БЛА относительно заданного направления. Эти данные поступают на микроконтроллер, на котором и происходят вычисления угла, на который нужно отклонить луч антенной решетки.

Нами был рассмотрен вариант антенной решетки, которая обеспечивает скрытность, а также большую дальность связи в сравнении с ненаправленными антеннами. В качестве недостатков такой антенной решетки можно выделить относительную громоздкость и необходимость создания дополнительного устройства, которое будет рассчитывать угол поворота, и направлять поделенную мощность в отдельные излучатели с определенной фазой. Однако для больших вариантов БЛА применение такого варианта антенной решетки может быть вполне оправданным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Volakis, J. L. Antenna Engineering Handbook / J. L. Volakis. – М., 2007. – 1232 р.
2. Захаренко, В. А. Разработка и исследование экспериментального образца бортовой антенной системы с управляемой диаграммой направленности для беспилотных летательных аппаратов самолетного типа / В. А. Захаренко. – Минск, 2024. – 59 с.

УДК 621.3

В. А. Ветошкин

Белорусская государственная академия авиации

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И СОПРЯЖЕНИЯ СРЕДСТВ СВЯЗИ И РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОДРОМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

Одним из главных условий эффективного боевого применения воздушных судов (далее – ВС) является точная навигация. Под навигацией ВС понимают формирование заданной траектории движения; определение местоположения ВС в пространстве и параметров его движения; формирование навигационного решения (управляющих воздействий для вывода ВС на заданную траекторию). Выполнение этих задач невозможно без активного взаимодействия с наземными радиотехническими средствами. Размещаемые на земле радиотехнические устройства и системы, используемые для определения навигационных элементов как

автономно, так и в составе радионавигационных систем, называют наземными средствами радиотехнического обеспечения (далее – РТО) полетов. Средства РТО полетов размещаются на аэродромах, радионавигационных пунктах.

В настоящее время сопряжение средств связи и РТО полетов аэродромов с аппаратурой, установленной на пунктах управления полетами организовано по проводной связи. Все аэродромы государственной авиации были построены в 60–70-е годы 20-го века. Возникает проблема износа и выхода из строя соединительных кабелей средств РТО с командно-диспетчерским пунктом. Возможное решение проблемы – это замена старых медных кабелей на оптоволоконные линии связи, но при этом возникнут трудности с прокладкой данных кабелей под землей, так как расположение части средств РТО полетов находятся на расстоянии нескольких километров от взлетно-посадочной полосы, путь прокладки кабеля может содержать природные препятствия, например, реки, озера и т. д. В большинстве случаев прилегающая к взлетно-посадочной полосе территория не принадлежит аэродрому, поэтому прокладывать оптоволоконную линию придется на частной территории. Также сложно защитить линию связи от неумышленного повреждения, например, при обработке сельскохозяйственных угодий, а также при каких-либо земельных работах.

Одним из возможных путей решения проблемы является переход средств сопряжения и управления РТО полетов на технологию беспроводной передачи информации. Для создания дистанционного управления и сопряжения по широкополосному доступу необходимо установить приборы с технологией беспроводной передачи информации на средства РТО полетов, которые имеют в своем составе блоки дистанционного управления. Ими являются: РСБН-4Н, РСР-6М2, АРП-11, ПРМГ-76УМ, ПАР-10.

Приборы с технологией беспроводной передачи информации передают цифровой сигнал. Для управления блоками дистанционного управления средств РТО полетов необходимо выходные аналоговые сигналы с блоков дистанционного управления при помощи аналогово-цифрового преобразователя преобразовать в цифровой сигнал, передавать оцифрованный сигнал между средствами РТО полетов, затем обратно преобразовывать при помощи цифро-аналогового преобразователя в аналоговый сигнал, с которым может работать пульт дистанционного управления. Преобразование аналогового сигнала в цифровой должно происходить так, чтобы можно было однозначно и в полном объеме восстановить исходный сигнал, для выполнения этого условия необходимо выбирать частоту дискретизации сигнала по теореме Котельникова, то есть как минимум в 2 раза больше самой большой частоты в передаваемом сигнале. Также дальность беспроводной передачи информации должна обеспечивать связь между средствами РТО полетов и командно-диспетчерским пунктом, даже если есть преграды на пути передачи сигнала.

Довольно большим преимуществом использования технологий беспроводной передачи информации является большая пропускная способность, что дает возможность организовать много различных систем. Например, закрытые каналы связи для общения на территории аэродрома государственной авиации. Для шифрования данных наиболее широко применяют три вида шифраторов: аппаратные, программно-аппаратные и программные.

На сегодняшний момент рынок систем широкополосного доступа с необходимыми эксплуатационными и техническими характеристиками не так и велик. Из всех систем можно выделить систему «Primalink», которая имеет динамическую пропускную способность до 310 Мбит/с, дальность передачи – более 130 км, всепогодное исполнение по стандарту IP67, наработку на отказ – более 35 лет, малую потребляемую мощность (менее 7 Вт), 128-битное AES шифрование и аутентификация на MAC уровне. Рабочие температуры от –40 °С до +60 °С и влажностью до 100 %.

Таким образом, применение средств широкополосного радиодоступа в локальных сетях связи и передачи данных обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционным оборудованием связи систем управления воздушным движением на аэродромах государственной авиации. Сети, построенные на технологиях широкополосного радиодоступа, отличаются простотой развертывания и настройки, обладают высокой гибкостью, легко масштабируются

по мере необходимости. Применение механизмов шифрования трафика, аутентификации и других алгоритмов обеспечивает надежную защищенность соединения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Григорьев, В. А. Сети и системы радиодоступа / В. А. Григорьев, О. И. Лагутенко, Ю. А. Распаев. – М. : Эко-Трендз, 2005. – 384 с.
2. Вишневский, В. М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишневский [и др.]. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.

УДК 623.74

Е. А. Закревский

Белорусская государственная академия авиации

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ

В начале 2000-х годов в СМИ начали появляться сообщения о незаконном применении БЛА в особо контролируемых зонах. На сегодняшний момент данные случаи участились в разы, а входе СВО беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) нашли новые смертоносные аспекты своего применения. В связи с этим возрос интерес к разработке новых и усовершенствованию имеющихся средств противодействия БЛА [1].

Все средства противодействия можно разделить на 3 большие группы: средства огневого поражения, средства радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ) и альтернативные.

Огневое поражение представляет собой физическое уничтожение БЛА вооружением ЗРК ПВО, для которых данная задача является относительно новой. Основная сложность противодействия БЛА данным способом заключается в относительно малых (по сравнению с пилотируемыми ЛА) габаритах, скорости и высоте полета беспилотника, вследствие чего тот не может быть сбит, а зачастую даже обнаружен [2].

Средства радиоэлектронной борьбы являются одним из самых эффективных способов борьбы с БЛА. Основными задачами РЭБ являются формирования ложных режимов работы для каналов управления и навигации аппарата, которая называется «перехват управления».

К альтернативным способам противодействия можно отнести такие методы как улавливание БЛА специально обученными птицами, при помощи сетей или воздушные тараны другими БЛА и т. п.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что современное состояние средств противодействия БЛА не способно в полной мере отвечать на реальные угрозы исходящие от беспилотников. Для гарантированного противодействия БЛА требуются иные, интегрированные, подходы к решению данной проблемы [3, 4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ростопчин, В. В. «Напасть XXI века»: стороны одной «медали» / В. В. Ростопчин // Авиапанорама. – 2018. – №4. – С. 28–35.
2. Макаренко, С. И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Радиоэлектронное подавление систем навигации и радиосвязи / С. И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2020. – № 2. – С. 101–175.
3. Макаренко, С. И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения / С. И. Макаренко, А. В. Тимошенко, А. С. Васильченко // Системы упр., связи и безоп. – 2020. – № 1. – С. 109–146.

4. Макаренко, С.И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Огневое поражение и физический перехват / С. И. Макаренко, А. В. Тимошенко // Системы упр., связи и безоп. – 2020. – № 1. – С. 147–197.

УДК 621.39

Е. Н. Зуев¹, П. Ф. Приставка²

¹Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕТРАНСЛЯТОРОВ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Опыт специальной военной операции показывает, что в условиях повсеместного применения беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) наличие любого демаскирующего признака элемента сети радиосвязи (антенно-мачтовое устройство, электромагнитное излучение и др.) приводит к существенному снижению устойчивости, разведывательной защищенности как непосредственно радиосети, так и системы связи в целом. Возросшие возможности противника по ведению радиоэлектронной и оптической разведки в различных спектрах с помощью БЛА, активное применение так называемых FPV-дронов, БЛА типа «барражирующий боеприпас» обуславливают необходимость совершенствования существующих способов применения радиосредств и построения радиосетей.

В зависимости от класса радиостанций, режимов работы, тактико-технических характеристик, дальность радиосвязи между портативными радиостанциями, как правило, не превышает 3–5 км. Опыт специальной военной операции в Украине показывает, что большинство боестолкновений происходят в городских условиях. Учитывая тот факт, что УКВ-радиосвязь ограничена дальностью прямой видимости, ее организация в условиях городской застройки представляет трудности. Увеличение дальности радиосвязи в этом диапазоне представляется возможным за счет поднятия антенно-мачтовых устройств или путем увеличения мощности радиопередатчика. Однако функционирование узлов связи с поднятыми антенно-мачтовыми устройствами в пределах действия БЛА противника в современных условиях практически невозможно. Оснащение подразделений БЛА позволяет разместить на них компактные цифровые программно-конфигурируемые УКВ-радиостанции и тем самым обеспечить прямую видимость между абонентами сети радиосвязи. Кроме того, обеспечение работы в режиме однопролетной и многопролетной ретрансляции с использованием технологии коммутации пакетов по радиоканалу (RadioEthernet) позволит построить самоорганизующиеся (mesh) беспроводные сети, в которых отсутствует главная (базовая) станция, каждый абонент сети может выступать ретранслятором. Преимуществом децентрализации функций базовой станции (ретранслятора), является то, что классическая радиальная структура радиосети заменяется на «серую» одноранговую структуру, в которой невозможно определить главную радиостанцию, а значит вскрыть систему управления. Таким образом, в изменившихся условиях современного боя существует объективная необходимость пересмотра существующих способов применения средств радиосвязи.

В рассматриваемом подходе задачу оптимального размещения базовых станций (ретрансляторов, станций радиодоступа) с использованием БЛА (летно-подъемных средств) между абонентами связи предлагается представить в виде комбинации хорошо изученных классических задач, методы решения которых известны, например, задачи Вебера, задачи поиска минимального остовного дерева (MST).

Задача Вебера – одна из наиболее известных задач размещения производства, которая заключается в поиске местоположения объекта в плоскости, размещение которого минимизирует сумму взвешенных евклидовых расстояний до заданных пользователей [1]. Задача Вебера является непрерывной задачей оптимизации, которая заключается в поиске такой точки $X^* \in \mathfrak{R}^n$, что

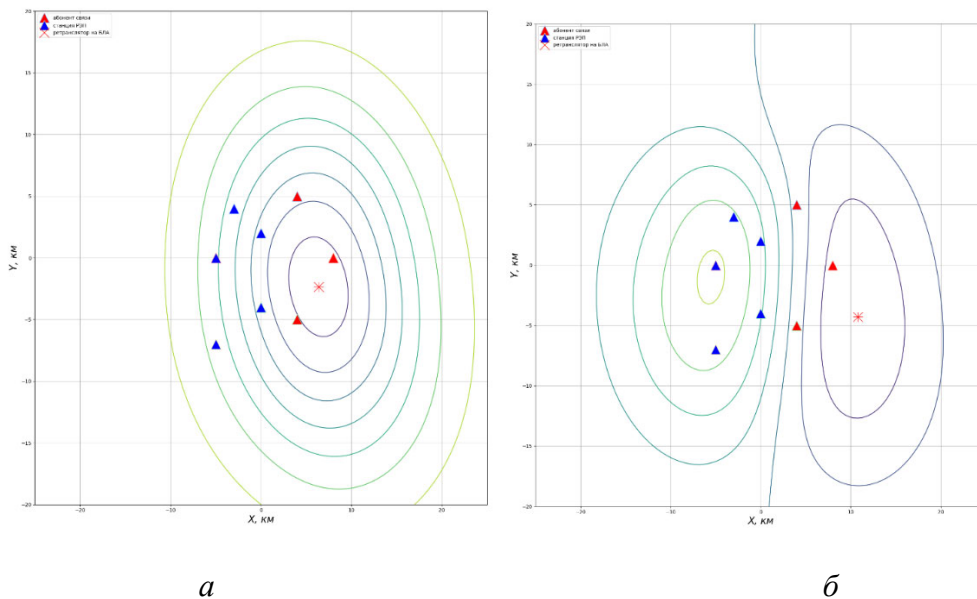
$$X^* = \arg \min_{X^* \in \mathfrak{R}^n} f(X) = \arg \min_{X^* \in \mathfrak{R}^n} \sum_{i=1}^N w_i \|A_i - X\|, \quad (1)$$

где $A_i \in \mathfrak{R}^n$, $i \in \overline{\{1, N\}}$ – некоторые заданные точки, называемые точками-потребителями;

$w_i \in \mathfrak{R}$, $w_i \geq 0$ – их весовые коэффициенты, $\|-\|$ – это некоторая норма $\mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}$.

Примеры использования задачи Вебера включают себя такие задачи, как задача размещения склада, задачи размещения компьютеров, коммуникационного оборудования, а также базовых станций операторов мобильной связи. Задача (1), изначально сформулированная Вебером для евклидовой нормы, позднее обобщена для других норм и метрик [2–4]. Однако случаи, когда некоторые из метрик отрицательны, до сих пор привлекали мало внимания.

На рисунке 1 представлен вариант решения оптимизационной задачи по размещению ретранслятора на БЛА без учета воздействия противника (а) и с учетом воздействия противника (б).



а – без учета воздействия противника; б – с учетом воздействия противника

Рисунок 1 – Расчет оптимального места размещения ретранслятора на БЛА

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Weber A. *Ueber den Standort der Industrien, Erster Teil: Reine Theorie des Standortes*, Tuebingen: Mohr 1909.
2. Drezner, Z. The Weber problem, in Z. Drezner and H. W. Hamacher (ed.). *Facility Location: Applications and Theory* / Z. Drezner. – Springer-Verlag, 2002. – 36 p.

3. Staminirović P. S. Single-facility Weber location problem based on the Lift metric / P. S. Staminirović, M. Ćirić, L. A. Kazakovtsev // Facta Universitatis, (Niš) Ser Math. Inform. – 2012. – № 27 (2). – P. 175–190.

4. Гудыма, М. Н. Алгоритм решения задачи размещения для некоторых специальных метрик / М. Н. Гудыма // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 54 (4). – С. 20–23.

УДК 629.7

С. А. Лещевич, Э. Ж. Павлушкин, В. А. Красковский

Белорусская государственная академия авиации

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЕННЫХ ОТ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Актуальность разработки модели сигналов, отраженных от радиолокационных объектов (далее – РЛО) обуславливается возможностью изучения и анализа сигналов, отраженных от РЛО без задействования дорогостоящей материальной базы, применяемой в этих целях (радиолокационной станции (далее – РЛС) на акустических волнах, сверхвысокочастотной РЛС). Статистические модели таких сигналов способны облегчить процесс разработки РЛС различных типов на начальных этапах и могут применяться в учебном процессе.

Для моделирования использовалась среда программирования MatLab R2021a – высокоуровневый интерпретируемый язык программирования вместе с пакетом прикладных программ и интегрированной средой для разработки, выполнения инженерных и математических расчетов, работы с матричными базами данных, визуализации [1]. Посредством MatLab, был написан код, учитывающий характеристики РЛС, облучающей цели; месторасположение РЛС; параметры цели; месторасположение цели; статистическую модель Сверлинга, описывающую статистические свойства эффективной площади рассеяния объектов сложной формы; свойства канала; параметры приема, накопления и отображения сигналов, отраженных от цели согласно выбранной модели Сверлинга [2]. В качестве примера на рисунке 1 отображен код MatLab, задающий эксплуатационно-технические характеристики РЛС.

```

1 - Trot = 5.0;%период вращения РЛС
2 - scanrate = 360/Trot;
3   %определение оскороси вращения РЛС в градусах
4 - HPBW = 3.0;
5   %ширина диаграммы направленности антенны
6 - Tdwell = HPBW/scanrate;
7   %времени непосредственного облучения цели
8 - Nscan = 3;%количество сканирований
9 - prf = 1000.0;%частота повторения импульсов
10 - pri = 1/prf;%интервал облучения одним импульсов
11 - Np = floor(Tdwell*prf);
12   %количество импульсов облучивших цель
13 - tgtmodel = 'Swerling1';
14   %выбор статистической модели Сверлинга

```

Рисунок 1 – Задание характеристик РЛС

Модель имеет гибкость в плане изменения любого параметра используемого элемента модели. В зависимости от типа используемой РЛС и РЛО имеется возможность выбора той или иной статистической модели Сверлинга. Модель Сверлинга – это математический закон, согласно которому будут распределяться амплитуды отраженных от РЛО сигналов от сканирования к сканированию, а также в пределах одного конкретного сканирования, в зависимости от параметров РЛС и РЛО. Это означает, что, если поставлена задача

проектировки обзорной РЛС сантиметрового диапазона для облучения воздушных судов (ВС) с реактивными двигателями, в параметрах выбора статистической модели будет выбрана первая статистическая модель Сверлинга I, так как именно она описывает такие условия. Пример работы модели при указанных ранее условиях изображен на рисунке 2.

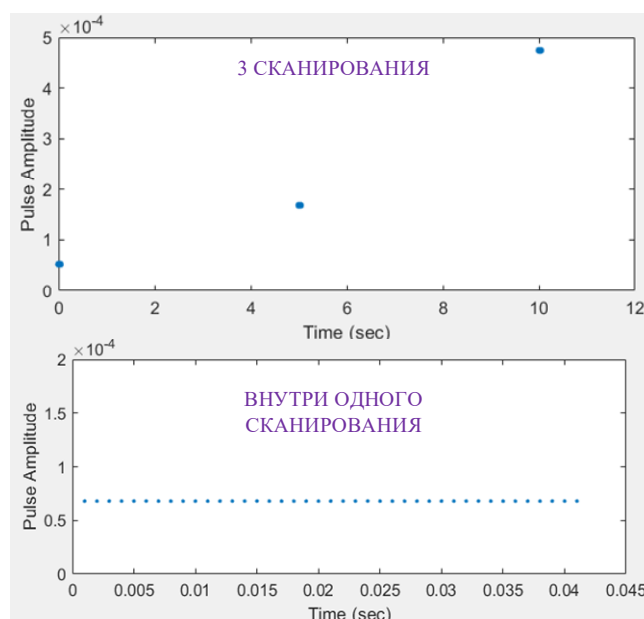


Рисунок 2 – Пример работы модели (Сверлинг 1)

Таким образом модель облегчает обучение курсантов в области радиолокации и позволяет облегчить проектирование РЛС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разработчик MatLab и Simulink [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com> – Дата доступа: 21.09.2024.
2. Центр инженерных технологий и моделирования «Экспонента» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exponenta.ru> – Дата доступа: 18.04.2024.

УДК 621.396.13

А. С. Маликов

Белорусская государственная академия авиации

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОМЕХОВЫХ СИГНАЛОВ НА РАДИОЛИНИЮ

В настоящее время радиоэлектронные средства, используемые в повседневной жизни, а также в других сферах деятельности, составляют множество различных радиолиний: радиосвязь, радионавигация, радиолокация и т. д. Радиолинии должны быть спроектированы таким образом, чтобы они могли наилучшим образом противостоять действию помех. На все радиолинии воздействуют помехи как непреднамеренные, так и преднамеренные.

В роли основных параметров, характеризующих качество радиолинии, используется отношение сигнал/шум, коэффициент вариации и т. д.

Непреднамеренные помехи (соседние радиолинии, электролинии, грозовые атмосферные разряды, работающие рядом установленные электроприборы, излучатели и т. д.) достаточно предсказуемы, и борьба с ними не составляет труда.

Преднамеренные помехи классифицируются по трем основным видам: деструктивным, маскирующим и имитирующим, кроме этого, могут использоваться и их комбинации. Маскирующие и имитирующие помехи, как правило, являются аддитивными, так как в приемном устройстве они складываются с принимаемым сигналом. Деструктивные помехи реализуются с помощью преднамеренных электромагнитных излучений большой энергии. Воздействие таких помеховых сигналов приводит к необратимым изменениям во входных цепях приемных устройств. Маскирующие помехи, воздействуя в сумме с полезным сигналом на приемное устройство, исключают или в значительной мере затрудняют принятие решения об обнаружении и распознавании поступивших на вход приемного устройства полезного сигнала. Основные параметры имитирующих помеховых сигналов преднамеренно делаются близкими к параметрам сигналов имитируемых объектов. Помехи в радиолинии приводят к возникновению большого числа ошибок, вызывающих ложные команды управления или подавляют опорные или исполнительные коды [1].

Вносимая помехой дезинформация определяется не только мощностью помехи (среднеквадратическим отклонением), но и видом закона распределения.

Наибольшее распространение в технике радиоэлектронного подавления получили маскирующие помехи, среди которых обычно выделяют помехи сигналам с дискретной и аналоговой модуляцией, а также помехи широкополосным сигналам.

Исследуемое воздействие преднамеренных помех на полезный сигнал и входные тракты позволяет определять технические характеристики входных трактов радиоприемных устройств подавляемого радиоэлектронного средства и их элементной базы [2]. Кроме того, позволяет определить необходимый способ кодирования сигнала для исправления возникающих ошибок и соответствующую скорость кодирования для уменьшения вероятности возникновения ошибок [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы построения комплексов и средств радиоподавления радиосвязи / В. Ф. Мельникович [и др.]. – Воронеж : ВВВИУРЭ, 1993. – Ч. 2. – 280 с.
2. Паршуткин, А. В. Исследование помехоустойчивости современных стандартов спутниковой связи к воздействию нестационарных помех / А. В. Паршуткин, П. А. Маслаков // Труды СПИИРАН. – 2017. – Вып. 53. – С. 159–177.
3. Кондрашов, В. И. Влияние радиотехнических и промышленных помех на точностные характеристики авиационной навигационно-посадочной радиоаппаратуры / В. И. Кондрашов, В. Ю. Форостян // Научный вестник МГТУ ГА. – 2010. – Вып. 152. – С. 128–135.

УДК 623.4

В. В. Медведев¹, С. Л. Соколов¹, С. А. Серебрянский²

¹Белорусская государственная академия авиации,

²Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)

АНАЛИЗ АЛГОРИТМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ НАВЕДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО РЕАКТИВНОГО СНАРЯДА НА ТОЧНОСТЬ ЕГО НАВЕДЕНИЯ

Анализ существующих тенденций развития систем вооружения показывает, что в настоящее время приоритетным направлением является создание высокоточного оружия, обеспечивающего эффективное поражение целей в сложной помеховой обстановке. В свою очередь повысить дальность пуска управляемого реактивного снаряда при сохранении требуемой точности наведения является актуальной научно-технической задачей.

Высокоточные образцы вооружения используют коррекцию бесплатформенной инерциальной навигационной системы (далее – БИНС), которая осуществляется алгоритмически с использованием информации от спутниковой радионавигационной системы [1].

В разрабатываемых алгоритмах комплексной обработки количество параметров, задающих состояние объекта, больше, чем количество наблюдаемых параметров, доступных для измерения. При помощи модели объекта по ряду доступных измерений фильтр Калмана позволяет получить оптимальную оценку вектора состояния.

В докладе представлены промежуточные результаты разработанного комплексного алгоритма обработки информации: получены точные, непрерывно обновляемые оценки расширенного вектора состояния фазовых координат в процессе движения снаряда в цель в общей программе управления полетом, которые показали достаточно приемлемые результаты точности попадания ракеты в круг радиусом 30 м при условии дальности стрельбы в 200 км [2]. Фильтр Калмана переменной структуры, позволил снизить воздействие шума и получить хорошие оценки положения управляемого реактивного снаряда в условиях подавления спутникового приемника средствами радиоэлектронной борьбы. Методика расчета алгоритма оценивания представлена в [2].

Пуск УРС без коррекции (рисунок 1, а) и пуск УРС с учетом коррекции и разработанным комплексным алгоритмом обработки информации (рисунок 1, б).

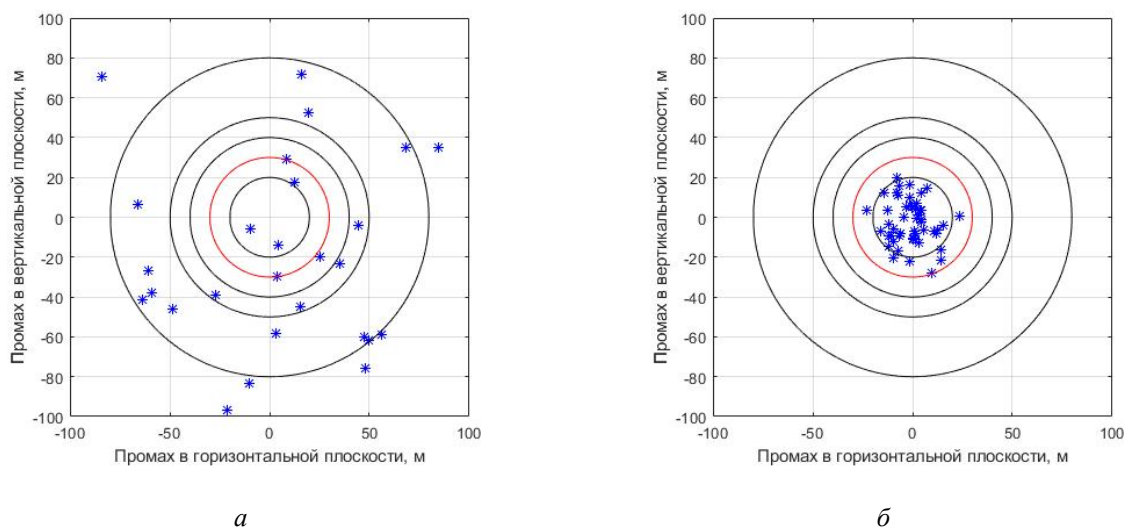
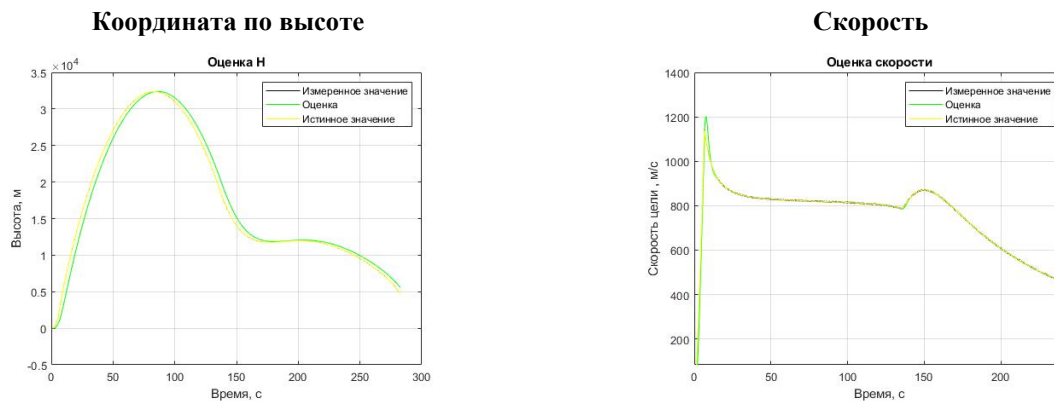


Рисунок 1 – Результаты моделирования попадания УРС в круг заданного радиуса

Промежуточные результаты моделирования алгоритма комплексной обработки информации в УРС представлены на рисунке 2.



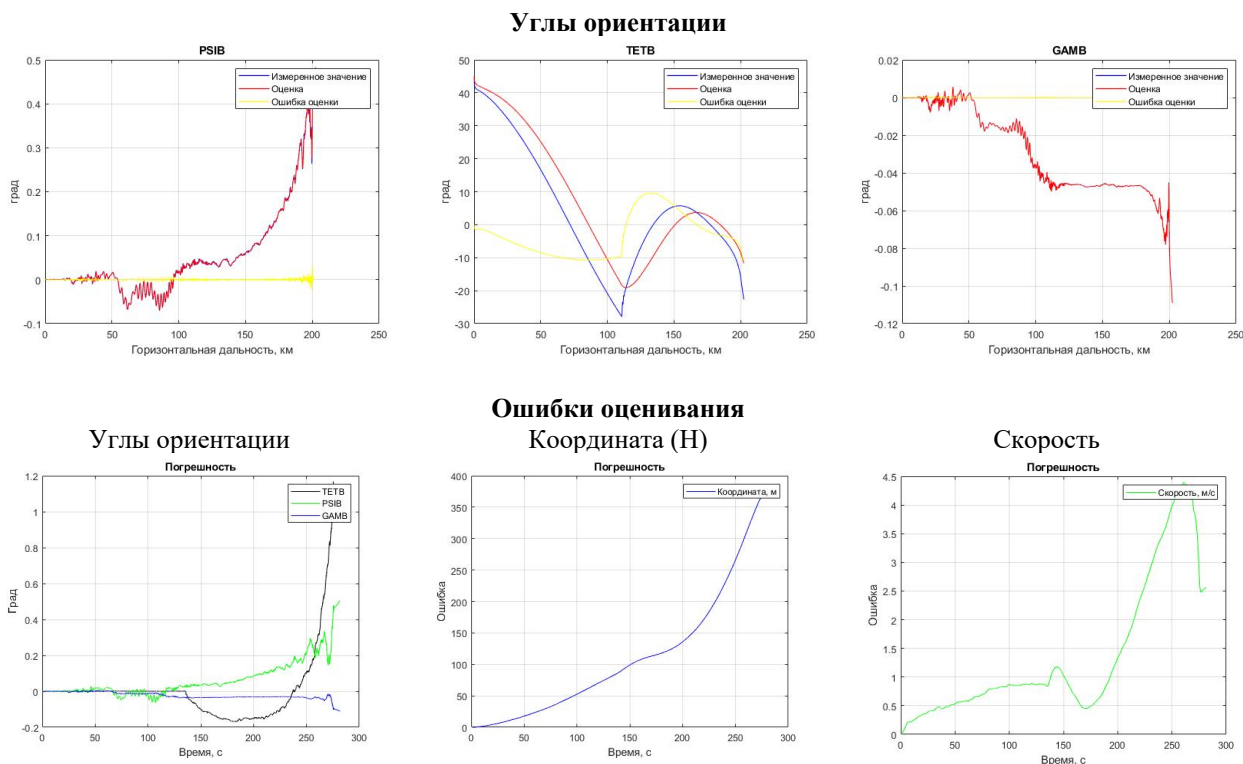


Рисунок 2 – Промежуточные результаты моделирования алгоритма комплексной обработки информации в УРС

В докладе представлена разработанная методика расчета алгоритма фильтрации в вариациях, позволяющая реализовать алгоритм комплексирования в виде линейного нестационарного фильтра Калмана, полученные соотношения в скалярном виде для алгоритма фильтрации в алгоритме комплексной обработки информации с использованием результатов решения задачи фильтрации, разработанная программа и результаты моделирования алгоритма комплексной обработки информации, обеспечивающего повышение точности наведения в условиях воздействия маскирующих помех.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вовасов, В. Е. Комплексирование радиотехнических систем управления с другими информационными датчиками: Учебное пособие для вузов. / В. Е. Вовасов, С. А. Герко. – М. : Горячая линия – Телеком, 2021. – 242 с. : ил.
2. Медведев, В. В. Модель комплексной навигационной системы УРС с учетом воздействия шумовых помех / В. В. Медведев, В. В. Нечаев, В. А. Малкин // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2023. – № 2. – С. 95–103.

УДК 537.87

А. С. Мигель, Н. В. Любецкий, Е. С. Максимович

Белорусский государственный университет

РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНЫХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Одной из неотъемлемых частей современной авиационной техники является бортовое радиоэлектронное оборудование, к основным элементам которого можно отнести системы навигации, коммуникации и управления.

Компоновка бортового оборудования на летательных аппаратах является сложной инженерной задачей, которая требует учета множества факторов и ограничений, таких как, выбор места размещения аппаратуры и антенных систем в условиях лимитированного пространства внутри фюзеляжа, крыльев и хвостового оперения. Неизбежным результатом всех этих ограничений становится необходимость плотного размещения радиоэлектронных средств в едином технологическом, функциональном и конструктивном пространстве [1]. С другой стороны, высокая степень интеграции радиоэлектронных компонентов повышает их чувствительность и восприимчивость к различным непреднамеренным электромагнитным воздействиям, возникающим при функционировании радиоэлектронной аппаратуры, что в свою очередь может стать причиной сбоя или выхода из строя данных элементов.

Таким образом, обеспечение электромагнитной совместимости является важной задачей при разработке бортового оборудования, к одному из эффективных способов которого относится использование конструктивов из радиопоглощающих материалов, в качестве которых можно использовать частотно-селективные поверхности, изготовленные из резистивных пленок [2, 3].

На рисунке 1 показана структура рассматриваемой поверхности, состоящей из трех базовых элементов: крестообразного апертурного элемента из резистивной пленки (1), диэлектрической подложки (2) и металлического экрана (3).

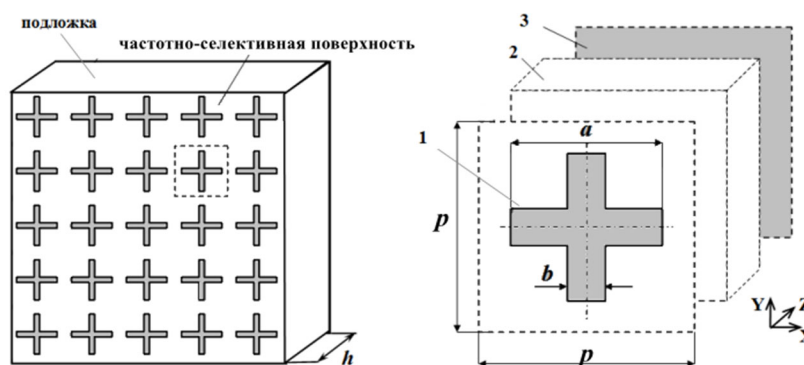


Рисунок 1 – Структура частотно-селективной поверхности из резистивной пленки на основе крестообразных апертурных элементов

В качестве подложки использовался стеклотекстолит FR-4 толщиной 3 мм, со следующими параметрами: $\epsilon = 4,2$; $\text{tg}\delta = 0,02$.

Теоретическое исследование поверхности проводилось с помощью численной модели, разработанной на базе программного обеспечения CST Studio Suite, расчет производился с использованием метода конечных интегралов.

На рисунке 2 представлены результаты моделирования зависимости коэффициента отражения от частоты для пленок с различным поверхностным сопротивлением и одинаковой ячейкой. В данной задаче ячейка частотно-селективной поверхности имела следующие параметры: $p = 10$ мм; $a = 8$ мм, $b = 2,5$ мм и $h = 3$ мм.

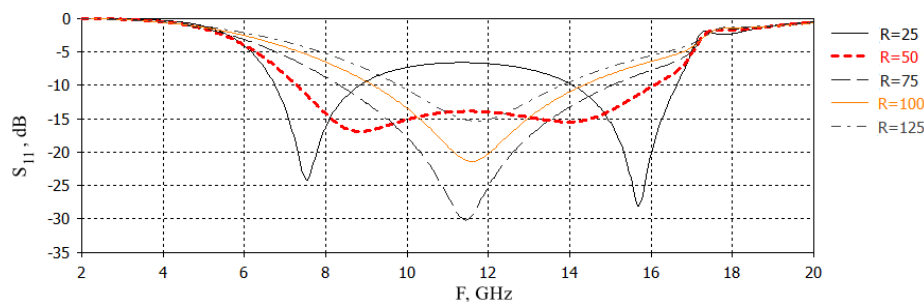


Рисунок 2 – Частотные зависимости коэффициента отражения поглотителя из пленок с разным поверхностным сопротивлением. Результаты численного моделирования

Из рисунка 2 видно, что поверхность с сопротивлением $R = 50 \text{ } \Omega/\text{sq}$ обеспечивает наибольшую рабочую полосу поглощения по уровню -10 дБ в диапазоне частот от 7,25 до 16 ГГц.

Для получения экспериментальных данных была изготовлена поверхность с сопротивлением $R = 50 \text{ } \Omega/\text{sq}$ с параметрами аналогичным численному исследованию (рисунок 3).

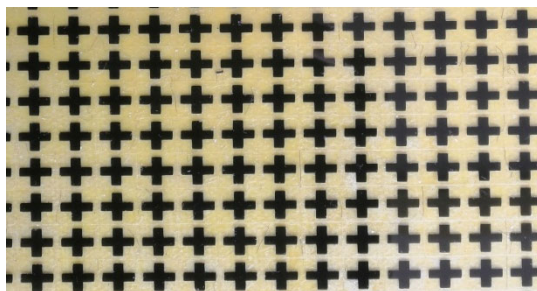


Рисунок 3 – Внешний вид изготовленной частотно-селективной поверхности на основе резистивной пленки

Экспериментальные исследования проводились с использованием векторного анализатора цепей Anritsu MS4642B. Измеренная зависимость коэффициента отражения от частоты представлена на рисунке 4.

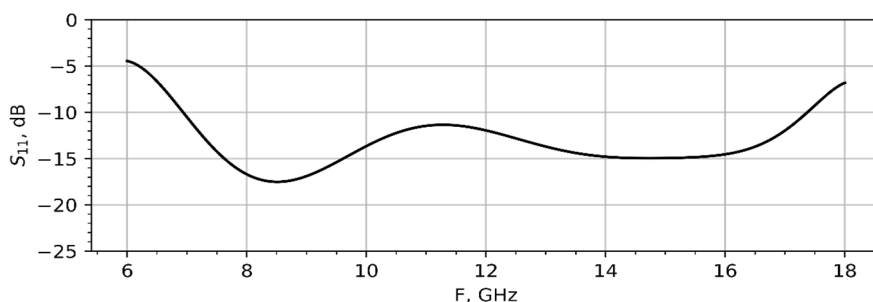


Рисунок 4 – Экспериментальная зависимость коэффициента отражения от частоты

Как видно из рисунка 4, по уровню -10 дБ обеспечивается поглощение в частотном диапазоне от 7,0 до 17,5 ГГц.

Таким образом, в работе, представлены численные и экспериментальные исследования поглотителя на основе частотно-селективной поверхности из резистивной пленки, обеспечивающего снижение коэффициента отражения в частотном диапазоне 7–17,5 ГГц до уровня -10 дБ . Стоит отметить, что, варьируя геометрическими размерами и поверхностным сопротивлением ячейки частотно-селективной поверхности, а также свойствами материала и толщиной подложки, можно изменять рабочую полосу поглотителя.

Рассмотренный поглотитель имеет более высокую прочность, надежность и низкую стоимость по сравнению с аналогами, изготовленными на основе резистивных красок и чернил, и может найти применение в решении задачи электромагнитной совместимости в качестве отдельных конструктивов внутренних элементов фюзеляжа летательного аппарата или перегородок между отдельными внутренними отсеками, содержащими бортовое радиоэлектронное оборудование, а также использоваться для коррекции характеристик антенных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Клягин, В. А. Анализ размещения блоков бортового радиоэлектронного оборудования на самолетах различных типов / В. А. Клягин, И. А. Петрова, М. В. Шкурин // Труды МАИ. – 2017. – № 95. – С. 20–26.

2. Любецкий, Н. В. Создание широкополосных микроволновых поглотителей на основе тонирующих пленок / Н. В. Любецкий, А. Г. Любимов, А. В. Орловский, Д. С. Быченко // ОПТО-, МИКРО- И СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА – 2022: сборник статей II Междунар. науч.-технич. конф., Минск, 21–23 сентября 2022 г. – Минск, 2022. – С. 19–26.

3. Мигель, А. С. Уменьшение заметности объектов специального назначения в широком частотном диапазоне / А. С. Мигель, Н. В. Любецкий, Е. С. Максимович // Военная безопасность государства в современных условиях: тез. докл. междунар. науч. конф. УО «ВА РБ», 24–25 апреля 2024 г. – Минск : ВА РБ, 2024. – С. 524.

УДК 621.396.96

А. Г. Боровой¹, Д. В. Морозов²

¹Белорусская государственная академия авиации,

²Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Республики Беларусь»

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Активное использование беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) во всех сферах жизни привело к необходимости их значительного удешевления. Снижение стоимости БЛА достигается, как правило, за счет его элементов и систем. Например, инерциальная навигационная система у БЛА класса «мини» и «микро» строится на основе относительно не дорогих микромеханических инерциальных измерительных модулях. Однако такое удешевление напрямую влияет (ухудшает) на характеристики измерителей, что приводит к необходимости использования специализированного алгоритмического обеспечения. Задача обработки данных инерциальных навигационных измерителей не является новой и рассмотрена достаточно подробно многими исследователями [1–3]. Вместе с тем, использование конкретных образцов измерителей и вычислительных возможностей бортового оборудования БЛА приводит к появлению множества особенностей технической реализации.

В настоящее время в свободном доступе представлено большое количество инерциальных навигационных измерителей как в виде отдельных микросхем, так и в виде законченных отладочных модулей. Для простоты проведения исследований была выбрана достаточно распространенная отладочная плата STM32F3DISCOVERY. Основной особенностью данной платы, которая и явилась одним из оснований ее выбора, является наличие в ее составе 3-осевого гироскопа L3GD20 и совмещенных в одной микросхеме LSM303DLHC 3-осевого акселерометра и магнетометра.

В процессе проведения исследований были решены следующие основные задачи:

- разработано специализированное программное обеспечение («прошивка») для микроконтроллера;
- разработана программа на ПК в среде моделирования MATLAB для приема и обработки данных; освоен и реализован алгоритм калибровки магнетометра и акселерометра;
- проведен анализ характеристик измеряемых параметров датчиков, полученных в процессе исследования.

Полученный практический опыт в процессе исследований современных навигационных датчиков и алгоритмов обработки, измеряемых ими параметров позволил оценить функциональность инерциальных датчиков (L3GD20, LSM303DLHC). Исследуемые навигационные измерители показали приемлемую (заданную производителем) точность измерений при относительно высокой функциональности и низких масса-габаритных характеристиках.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / под общ. ред. В. Я. Распопова. – СПб. : ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с.
2. Гуртов, В. А. Микроэлектромеханические системы: учеб. пособие / В. А. Гуртов, М. А. Беляев, А. Г. Бакшеева. – Петрозаводск : Из-во ПетрГУ, 2016. – 171 с.
3. Маринушкин, П. С. Избыточный измерительный модуль на микромеханических датчиках для малогабаритных систем персональной навигации [Электронный ресурс] / П. С. Маринушкин, Т. Г. Нестеренко // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3709>.

УДК 621.39

А. В. Писной¹, К. В. Михно²

¹Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СЕТЯХ ВОЕННОЙ СВЯЗИ

Обеспечение своевременного и достоверного обмена информацией различного вида при выполнении заданных требований к качеству обслуживания – главное функциональное предназначение сетей связи. В настоящий момент сети связи становятся мультисервисными, в следствии чего возрастает количество предоставляемых услуг связи, в том числе и в сетях связи специального назначения. Это приводит к росту объемов всех видов передаваемого трафика (далее – трафика) [1] и возникновению перегрузок на сетях, что в свою очередь негативно влияет на своевременность доставки информации и функционирование сетей связи в целом.

Одним из направлений эффективного функционирования сети связи является организация управления распределением потоков нагрузки в сети. Оно обеспечивает оптимизацию маршрутов передачи и распределение нагрузки по ним с учетом заданных приоритетов. Одним из подходов, реализуемым в рамках управления распределения потоками нагрузки, является составление плана нагрузки. Под планом нагрузки понимается заданная совокупность маршрутов между корреспондирующей парой узлов (далее – КПУ) и очередность их выбора. Как правило, план нагрузки строится оптимальным по одному из критериев: по числу транзитных узлов, по максимальной вероятности доведения информации, по минимальному времени доведения сообщения, по минимальной вероятности ошибки. Выбор критерия оптимальности обуславливается возможностью измерения соответствующего показателя и степенью влияния его на характеристики сети.

Наиболее распространенным способом составления плана нагрузки является метод последовательного заполнения, который имеет существенные недостатки: не всегда выделяется ресурс сети по пропускной способности направлениям, которые имеют низкие приоритеты, а также, в следствии ограниченности временного ресурса на принятие решения, рассматривается небольшое количество вариантов распределения. Применительно к пакетным сетям связи, план нагрузки является исходными данными для заполнения таблиц статической маршрутизации.

На современном этапе заполнение таблиц маршрутизации выполняют специальные программно-аппаратные средства – маршрутизаторы. Принцип их работы базируется на использовании адаптивных (динамических) алгоритмов маршрутизации для сетей связи общего пользования. Однако, как было показано в [1], данные алгоритмы не учитывают особенностей сетей связи специального назначения, вследствие чего, они не согласовано

используют общий ресурс сети по пропускной способности. Эту задачу можно решить с использованием методов математического программирования [2, 3]. Для реализации такого подхода необходимо разработать математическую модель.

Математическое моделирование информационных потоков

Постановка задачи. Рассмотрим сеть связи, представленную в виде неориентированного графа $G = (V, E)$, где $V = \{v_n\}$ – множество, включающее N вершин графа (узлов связи); $E = \{e_i\}$ – множество, включающее M ребер (линий связи). Каждая линия связи имеет пропускную способность $b_i, i = \overline{1, M}$. Два узла, между которыми необходимо организовать передачу информации, называются корреспондирующей парой узлов (КПУ) и образуют направление связи. Пусть K число возможных направлений связи в рассматриваемой сети. Для каждого направления связи существует конечно число маршрутов передачи. Все маршруты для всех направлений связи образуют множество, включающее T маршрутов. Каждому направлению связи задан приоритет передачи. Информационный поток – это совокупность циркулирующей информации между КПУ. В соответствии с рекомендацией Международного союза электросвязи в области телекоммуникаций ИТУ-Т Y.1541 [4] они делятся по P видам трафика – выделенная совокупность циркулирующей информации по определенному признаку. Для каждого вида трафика заданы требования по передаче информационных потоков $h_{kp}, k = \overline{1, K}, p = \overline{1, P}$. Каждый вид трафика передается по одному маршруту передачи между КПУ [5]. Допускается использование общего маршрута передачи для различных видов трафика для одного направления связи. Необходимо определить величины трафиков информационных потоков, так чтобы были выполнены требования по передаче, а в случае невозможности полного удовлетворения – минимизировать их отклонения.

Формализация задачи. Обозначим:

$x_{jp}, j = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}$ – переменная, обозначающая величину p -го вида трафика информационного потока, передающегося по j -му маршруту;

$a_{ij} = \{0, 1\}, i = \overline{1, M}, j = \overline{1, T}$ – коэффициент, равный 1, если i -я линия входит в j -й маршрут, и 0 – в обратном случае;

$\xi_{jk} = \{0, 1\}, j = \overline{1, T}, k = \overline{1, K}$ – коэффициент, равный 1, если j -й маршрут принадлежит k -му направлению связи, и 0 – в обратном случае;

$w_k = \{1, 2, 3\}, k = \overline{1, K}$ – коэффициент, обозначающий приоритет для k -го направления связи (1, 2 и 3 – соответствует высокой, средней и низкой степени приоритетов);

$y_{jp} = \{0, 1\}, j = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}$ – коэффициент, равный 1, если p -й трафик информационного потока передается по j -му маршруту, и 0 – в обратном случае.

Ограничения задачи.

1. Сумма величин всех видов трафика, передающихся через i -ю линию связи, не должна превышать пропускную способность данной линии:

$$\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^T a_{ij} \cdot y_{jp} \cdot x_{jp} \leq b_i, i = \overline{1, M}. \quad (1)$$

2. Величина p -го вида трафика, передаваемого по всем маршрутам для k -го направления связи, не должна превышать заданного требования по передаче:

$$\sum_{j=1}^T \xi_{jk} \cdot y_{jp} \cdot x_{jp} \leq h_{kp}, k = \overline{1, K}, p = \overline{1, P}. \quad (2)$$

3. Показателем величины трафика информационного потока является скорость передачи, измеряемая в битах за секунду (бит/с). Следовательно, минимальное значение – 1 бит/с, все другие значения кратны ему [5]. Поэтому

$$x_{jp} = \{0, 1, \dots\}, \quad j = \overline{1, T}, \quad p = \overline{1, P}. \quad (3)$$

4. Величина p -го вида трафика для k -го направления связи передается только по одному маршруту передачи:

$$\sum_{j=1}^T \xi_{jk} \cdot y_{jp} = 1, \quad k = \overline{1, K}, \quad p = \overline{1, P}. \quad (4)$$

Целевая функция задачи. Необходимо минимизировать отклонение искомых величин информационных потоков от требований по их передаче:

$$f(x_{jp}) = \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P \frac{1}{w_k} \cdot \left(h_{kp} - \sum_{j=1}^T \xi_{jk} \cdot y_{jp} \cdot x_{jp} \right). \quad (5)$$

Математическая модель. Найти:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P \frac{1}{w_k} \cdot (h_{kp} - \sum_{j=1}^T \xi_{jk} \cdot y_{jp} \cdot x_{jp}) \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^T a_{ij} \cdot y_{jp} \cdot x_{jp} \leq b_i, \quad i = \overline{1, M}, \\ \sum_{j=1}^T \xi_{jk} \cdot y_{jp} \cdot x_{jp} \leq h_{kp}, \quad k = \overline{1, K}, \quad p = \overline{1, P}, \\ \sum_{j=1}^T \xi_{jk} \cdot y_{jp} = 1, \quad k = \overline{1, K}, \quad p = \overline{1, P}, \\ y_{jp} = \{0, 1\}, \quad j = \overline{1, T}, \quad p = \overline{1, P}, \\ x_{jp} = \{0, 1, \dots\}, \quad j = \overline{1, T}, \quad p = \overline{1, P}. \end{array} \right. \quad (6)$$

В результате использования математической модели определяются величины трафиков информационных потоков (x_{jp}) и рациональные маршруты их передачи (y_{jp}).

Предложенная математическая модель реализована в среде *Matlab* и обеспечивает распределение заданных информационных потоков в пакетной сети связи специального назначения с учетом особенностей ее функционирования, а также согласованное использование пропускной способности линий при одновременной передаче сообщений между корреспондирующими парами узлов. Это позволит повысить обоснованность принимаемых решений при планировании сетей связи и эффективность использования ее ресурсов при эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Писной, А. В. Маршрутизация информационных потоков в пакетных сетях передачи данных военного назначения / А. В. Писной, М. Н. Байдаков, А. В. Обух // Наука и воен. безопасность. – 2021. – № 2. – С. 13–18.

2. Ху, Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях: учебник / Т. Ху. – М. : Мир, 1974. – 519 с.

3. Волков, И. К. Исследование операций: учебник для вузов / И. К. Волков, Е.А. Загоруйко. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 436 с.

4. Требования к сетевым показателям качества для служб, основанных на протоколе IP : Рекомендация Y.1541 – Женева : Междунар. союз по электросвязи, 2007. – 12 с.

5. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер. – Изд. 4-е. – М. : Питер, 2017. – 992 с.

УДК 621.391

Т. В. Полуян, В. Ю. Цветков

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

ДВУХУРОВНЕВАЯ САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ СЕТЬ АВИАЦИОННОГО БАЗИРОВАНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ

В работе рассматриваются архитектуры самоорганизующихся сетей FANET (Flying Ad-Hoc Network) для беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА). Сети FANET представляют собой подгруппу сетей MANET. Несмотря на то, что сетевые модели для мобильных сетей Ad-Hoc (MANET) были широко изучены, существует ряд специфических особенностей для воздушных сетей Ad-Hoc (FANET) [1]. Постоянно меняющиеся характеристики FANET создают значительные трудности при определении оптимальной архитектурной структуры сети.

В таблице 1 проиллюстрированы архитектуры централизованной и децентрализованной связи сети FANET с описанием их преимуществ и недостатков.

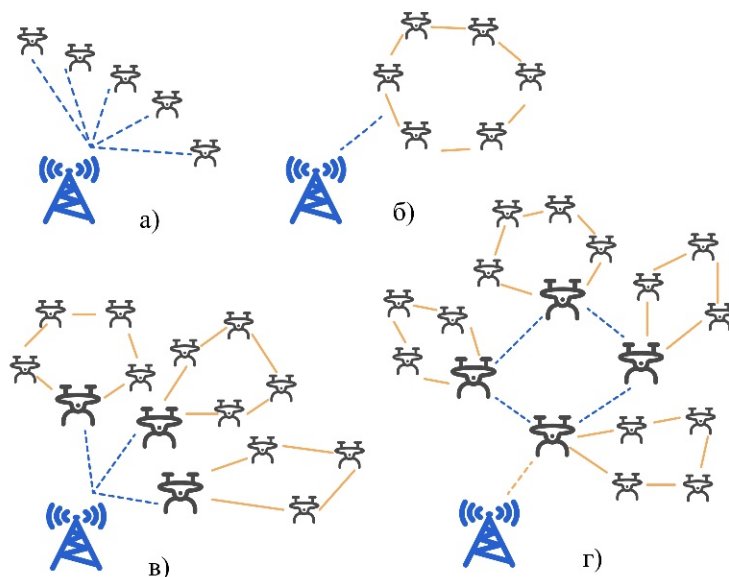
Таблица 1 – Сравнительный анализ архитектур FANET

Архитектура FANET	Преимущества	Недостатки
Централизованная	Эффективное распределение ресурсов, снижение количества столкновений, снижение помех, централизованное управление	Единая точка отказа, ограниченная масштабируемость, потенциальные узкие места и уязвимость к помехам
Точка-точка	Децентрализованная, гибкая, масштабируемая, динамическая, отказоустойчивая	Менее эффективна для скоординированных задач, сложность маршрутизации, подверженность сбоям
Многогрупповая	Масштабируемая, эффективность координации, распределение нагрузки.	Конфликты между главными узлами, расходы на координацию, возможные задержки.
Многоуровневая одноранговые	Повышенная надежность, расширенное покрытие и адаптивность, улучшенная емкость	Сложная реализация, управление и обслуживание, необходимость синхронизации, повышенное потребление ресурсов

В централизованных архитектурах [2], показанных на рисунке 1, а, беспилотные летательные аппараты подключены к центральному узлу, отвечающему за планирование и координацию сети. Этот узел может ставить задачи БПЛА и следить за их выполнением. Этот тип архитектуры подходит для задач, где БПЛА должны взаимодействовать и требуют высокой координации. Архитектура с типом подключения «точка-точка» [3], показанная на рисунке 1, б, представляет собой особый тип Ad-Hoc сети, образованной группой беспилотных летательных аппаратов без центрального управления.

Многогрупповые сети [4], показанные на рисунке 1, в, представляют собой гибрид централизованных и сетей «точка-точка», подходящий для крупномасштабных задач. БПЛА могут поддерживать несколько групп узлов, обеспечивая при этом эффективную связь. Многоуровневые одноранговые сети, показанные на рисунке 1, г, объединяют методы «точка-

точка» и многогрупповой. Такие сети подходят для выполнения задач, где БПЛА и наземные станции должны взаимодействовать друг с другом, а также в случае отсутствия наземного управления. Одной из основных проблем является растущая сложность сети, которая влияет на производительность и надежность БПЛА. Сложность сети также может привести к увеличению потерь, задержек и энергопотребления; уменьшению пропускной способности и производительности [5].



a – Централизованные; *б* – «Точка-точка»; *в* – Многогрупповые; *г* – Многоуровневые одноранговые сети

Рисунок 1 – Архитектуры связи для БПЛА

В статье [6] рассматривается сеть FANET на базе протокола Aloha, в которой все активные узлы нижнего уровня передают пакеты на ведущий узел, как показано на рисунке 1, *г*. Узлы могут передавать пакеты в каждый временной интервал, и попытка передачи пакетов осуществляется в соответствии с вероятностью передачи пакетов каждого узла. Целью работы является повышение пропускной способности мобильных самоорганизующихся сетей (далее – МСОС) за счет комбинирования однорангового и инфраструктурного режимов работы.

Предлагается комбинированный метод организации двухуровневой МСОС, основанный на распределении узлов по двум уровням – транспортному и доступа, и использовании соответственно двух режимов работы узлов: однорангового – на верхнем (транспортном) уровне сети и инфраструктурного – на нижнем уровне сети (уровне доступа). Сущность метода заключается в разделении источников нагрузки каждого транспортного узла на два домена коллизий (транспортный и доступа) по частоте, для повышения вероятности успешного случайного доступа к среде передачи, что приводит к расширению полосы используемых частот в два раза, но позволяет уменьшить вероятность потерь кадров и повысить пропускную способность сети с сохранением возможности самоорганизации и масштабирования.

Для обеспечения самоорганизации мобильной сети в комбинированном режиме может использоваться двухчастотный план: одна частота – для транспортного уровня в одноранговом режиме, вторая частота – для уровня доступа в инфраструктурном режиме.

Для улучшения энергетической развязки между звеньями транспортного уровня и доменами коллизий на уровне доступа предлагается применять шестичастотный план, согласно которому узлы транспортного уровня используют трехчастотный план.

Оба уровня такой МСОС – транспортный и доступа используют случайный доступ к среде передачи, что позволяет использовать для их описания модель Aloha (рисунок 2). Интенсивности λ_{TA} и λ_{LA} нагрузки в транспортном домене и домене доступа определяется с помощью выражений

$$\lambda_{TA} = p_{T0}(1-(1-\lambda)^2) = \lambda(2-\lambda)e^{-2\lambda}, \quad (1)$$

$$\lambda_{AA} = p_{A0}(1-(1-\lambda)^m) = e^{-2(1-(1-\lambda)^{m-1})}(1-(1-\lambda)^m), \quad (2)$$

где p_{T0} – вероятность отсутствия коллизии в транспортном домене, $p_{T0} = e^{-2\lambda}$ [7]; p_{A0} – вероятность отсутствия коллизии в домене доступа, $p_{A0} = e^{-2\lambda_{AC}}$, $\lambda_{AC} = 1-(1-\lambda)^{m-1}$; m – количество узлов в домене доступа.

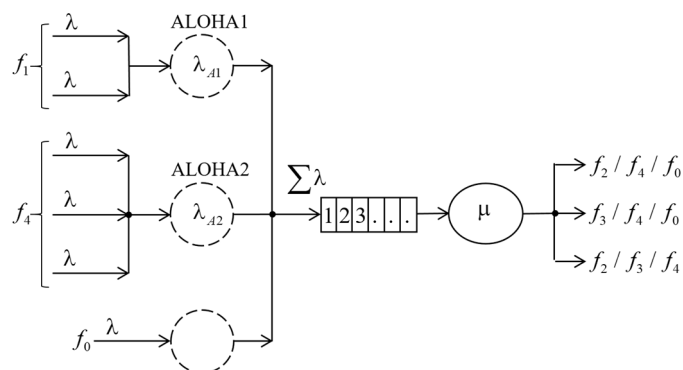


Рисунок 2 – Функциональная схема транспортного узла двухуровневой МСОС

Разделение нагрузки на два частотных домена коллизий в соответствии с предложенным комбинированным методом организации двухуровневой МСОС позволяет снизить вероятность потерь кадров, повысить пропускную способность канала передачи данных и является более эффективным подходом по сравнению с повышением скорости передачи в методе одноранговой организации МСОС, работающей в одноранговом режиме, при одинаковых полосе используемых частот и площади покрытия, а также расширяющим полосу используемых частот.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lin, N A 3D smooth random walk mobility model for FANETs / N. Lin, F. Gao, L. Zhao, A. Al-Dubai, Z. Tan // 21st International Conference HIGH PERFORMANCE COMPUTER COMMUNICATION, August, 2019. – P. 460–467.
2. C. Xu. Communication aware UAV swarm surveillance based on hierarchical architecture / C. Xu, K. Zhang, Y. Jiang // Drones Journal. – 2021. – Vol. 5, № 2. – P. 33.
3. Khan, M. A. Flying ad hoc networks (FANETs): A review of communication architectures, and routing protocols / M. A. Khan, A. Safi, I. M. Qureshi, I. U. Khan // 1st International Conference LATEST TRENDS ELECTRONIC ENGINEERING COMPUTER TECHNOLOGY, November, 2017. – М., 2017. – P. 1–9.
4. Chen, X. Review of unmanned aerial vehicle swarm communication architectures and routing protocols / X. Chen, J. Tang, S. Lao // Applied Sciences Journal. – 2020. – Vol. 10, № 10. – P. 3661.
5. Gu, D. L. Hierarchical routing for multi-layer ad-hoc wireless networks with UAVs / D. L. Gu, G. Pei, H. Ly, M. Gerla, X. Hong // 21st IEL Conference CENTURY MILITARY COMMUNICATIONS. ARCHITECTURES AND TECHNOLOGIES FOR INFORMATION SUPERIORITY, 2000. – М., 2000. – P. 310–314.
6. Полуян, Т. В. Двухуровневая мобильная самоорганизующаяся сеть с комбинированным режимом работы / Т. В. Полуян, В. Ю. Цветков // Доклады БГУИР. – 2024. – Т. 22, № 4. – С. 84–91.
7. Степанов, С. Н. Теория телерафика: концепции, модели, приложения / С. Н. Степанов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2015. – 867 с.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОСИГНАЛОВ В УГЛОМЕРНОЙ СИСТЕМЕ

Определение местоположения источника радиосигналов (радиоизлучения) на основе угломерной информации (в англ. литературе называют – angle of arrival (AOA) geolocation) является достаточно распространенной. Ее практическое применение нашло в таких направлениях как радиоэлектронная борьба, пассивная локация, акустика, навигация и т. д.

Задача определения местоположения объектов на основе угломерных данных не является новой. В «классическом» варианте ее решение базируются на различных вариантах триангуляционного и кинематического (реже) методов [1, 2]. Геометрическая интерпретация данной задачи представлена на рисунке 1.

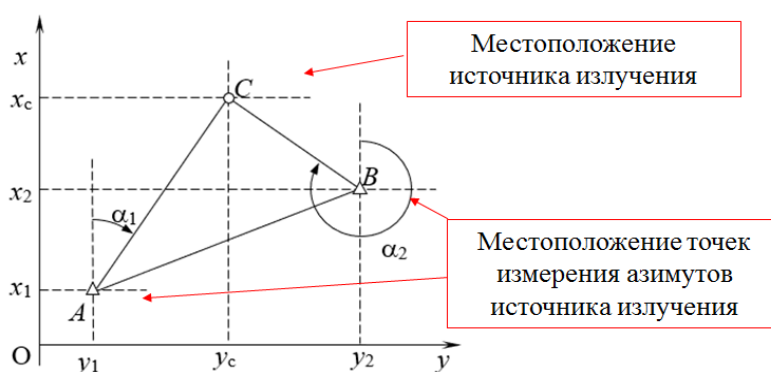


Рисунок 1 – Метод прямой геодезической засечки

Известны координаты исходных пунктов $A(x_1, y_1)$ и $B(x_2, y_2)$ и дирекционные углы α_1, α_2 . Требуется определить координаты точки $C(x_c, y_c)$. Решение задачи получают через решение треугольника ACB в виде формул тангенсов дирекционных углов, которые также называются формулами Гаусса:

$$x_c = \frac{x_1 \operatorname{tg} \alpha_1 - x_2 \operatorname{tg} \alpha_2 + y_2 - y_1}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2}, \quad y_c = \frac{(x_1 - x_2) \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2 - y_1 \operatorname{tg} \alpha_2 + y_2 \operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2}. \quad (1)$$

Отличительной особенностью при вычислении координат (местоположения) источника радиосигналов по формулам Гаусса без предварительного решения треугольников – соблюдение определенного порядка нумерации исходных пунктов [3].

Для анализа особенностей функционирования угломерной системы было проведено имитационное моделирование. Условия моделирования: источник излучения неподвижен; измерение углового положения осуществляется из двух точек; ошибки определения углового положения представляют гауссовские случайные величины со значением среднеквадратичного отклонения – 0,1 град; расчет координат источника излучения осуществлялся по формулам Гаусса; количество проведенных экспериментов – 500. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

Анализируя, полученные результаты моделирования, можно выделить следующие недостатки: низкая точность определение местоположения на больших расстояниях (намного больше базы – расстояние между точками измерения угловых положений источника

излучения) и вдоль базы (прямая между точками измерения угловых положений источника излучения); высокая чувствительность к ошибкам первичных измеряемых параметров.

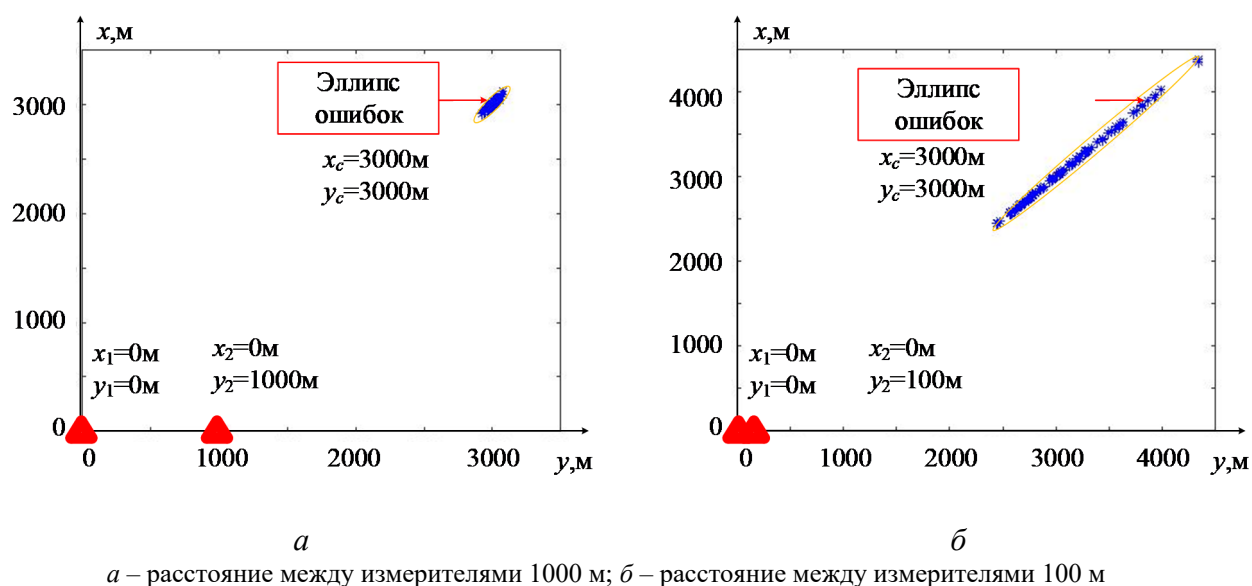


Рисунок 2 – Результаты моделирования процесса определения координат источника излучения

Для повышения точности определения координат в угломерной системе на практике применяют многократные угловые засечки с трех и более пунктов с последующей обработкой полученных результатов измерений методом весовой обработки. Для этого наиболее широко применяются два подхода. Первый основан на решении математически формализованной задачи методом максимума правдоподобия [4]. При этом проблема нелинейности уравнений, связывающих координаты цели с первичными измеряемыми параметрами, преодолевается путем линеаризации нелинейных соотношений. Второй подход, итеративный, также использует линейную аппроксимацию и заключается в сведении решения системы нелинейных алгебраических уравнений к задаче минимизации функций способом последовательных приближений [4, 5].

Таким образом, задача определение местоположения источника излучения в угломерной системе не является тривиальной и в свой основе несет ряд проблем и ограничений, которые наиболее ярко раскрываются при их практической реализации, что в конечном итоге приводит либо к сужению рабочей зоны измерительной системы, либо к применению громоздких вычислительных алгоритмов, реализация которых затруднительна в режиме реального времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баран, П. И. Применение геодезических засечек, их обобщенные схемы и способы машинного решения / П. И. Баран, В. И. Мицкевич, Ю. В. Полищук. – М.: Недра, 1986. – 368 с.
2. Калитин, С. Б. Конструктивные методы определения координат объектов в многопозиционных измерительных системах: моногр. / С. Б. Калитин, К. К. Пащенко. – Минск: ВА РБ, 2018. – 198 с.
3. Морозов, В. М. Алгоритм оценки декартовых координат излучающих радиоэлектронных средств с использованием уравнений прямых пеленга / В. М. Морозов, С. Б. Калитин, А. Г. Боровой // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2013. – № 4. – С. 88–93.
4. Степанов, А. О. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации / А. О. Степанов. – СПб. : ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор», 2010. – Ч. 1. Введение в теорию оценивания. – 509 с.

5. Булычев, Ю. Г. Оценивание параметров движения объектов на базе высокоточных угломерных систем / Ю. Г. Булычев, И. В. Бурлай, В. А. Моторкин // Радиотехника и электроника – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 618–627.

УДК 629.7.05

А. А. Сутько¹, П. В. Бойкачев², М. И. Полещук²

¹Белорусская государственная академия авиации,

²Военная академия Республики Беларусь

МЕТОДИКА УВЕЛИЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОСТИ ФАЗЫ НА ЭТАПЕ АППРОКСИМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕБЫШЕВА

Введение. Для эффективной обработки сигналов радиоприемные устройства должны соответствовать определенным требованиям, среди которых ключевую роль играют высокая избирательность, минимизация искажений амплитудного и фазового спектров сигнала. Элементы входных трактов должны обеспечивать минимизацию искажений как амплитудного, так и фазового спектров сигнала.

Основная часть. Для обеспечения вышеизложенных требований в последние годы стали применять фильтры с модифицированными функциями (МФ) передачи (ФП) [1, 2]. Предлагается новый вариант модификации аппроксимирующей функции (АФ), аналитическое выражение для прототипа ФП имеет вид

$$K_m(-s^2) = \frac{k^2}{1 + \varepsilon^2 \prod_{q_i=1}^N (s_q - 1)} \frac{\Psi_m(s) \Psi_m^*(s)}{\prod_{q_i=1}^N (s + s_q)}, \quad (1)$$

где $s = \sigma + j\omega$;

$\Psi(s)$ – аппроксимирующий полином m порядка;

ε – коэффициент неравномерности характеристики в полосе фильтрации;

s_0 – комплексная частота, на которой функция принимает нулевое значение;

k – коэффициент определяющий уровень передачи по мощности;

q – частота, на которой ФП мощности принимает нулевое значение;

N – число частот, на которых функция передачи мощности принимает нулевое значение.

МФ (1) отличается от классической функции тем, что в нее, определенным образом добавляются нули передачи. Данные нули образованы комплексно-сопряженными парами, расположенными на комплексной плоскости s -переменной, корни числителя и знаменателя (1) должны подчиняться квадрантной симметрии, благодаря чему коэффициенты полинома Гурвица будут являться действительными, в этом случае цепи согласования и фильтрации, с выбранной ФП, будут иметь физическую реализуемость.

В ранее опубликованных работах [2, 3] нули передачи МФ располагались только на мнимой оси комплексной плоскости s -переменной, что обеспечивало максимальный уровень спада и равномерность в полосе согласования и фильтрации амплитудно-частотной характеристики, но ухудшало линейность фазочастотной характеристики. Для коррекции фазы, а именно улучшения ее линейности в полосе согласования и фильтрации предлагается модифицировать классические АФ таким образом, чтобы нули образовывали комплексно-сопряженную четверку на всей s -плоскости, а не только на мнимой оси.

Линейность фазочастотной характеристики нагляднее описывает групповое время запаздывания (ГВЗ), чем больше величина разброса ГВЗ между минимальным и максимальным значением, тем нелинейность фазы больше. На рисунке 1 приведена зависимость разброса ГВЗ от расположения нулей функции передачи для МФ Чебышева пятого порядка.

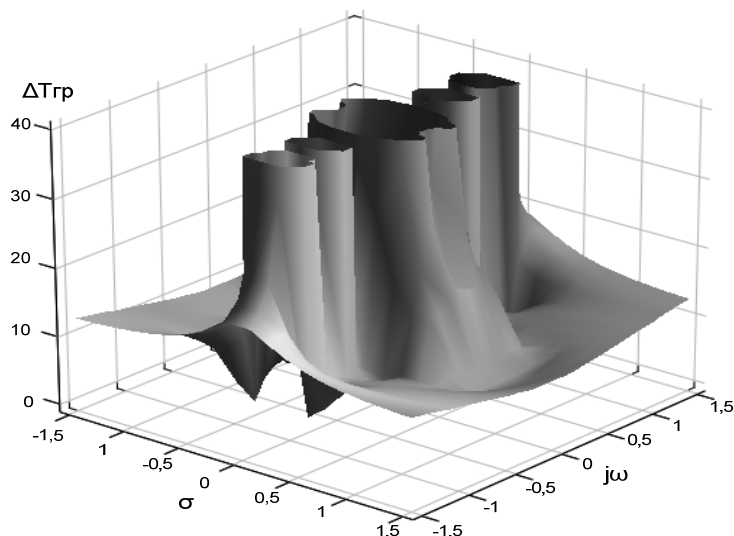
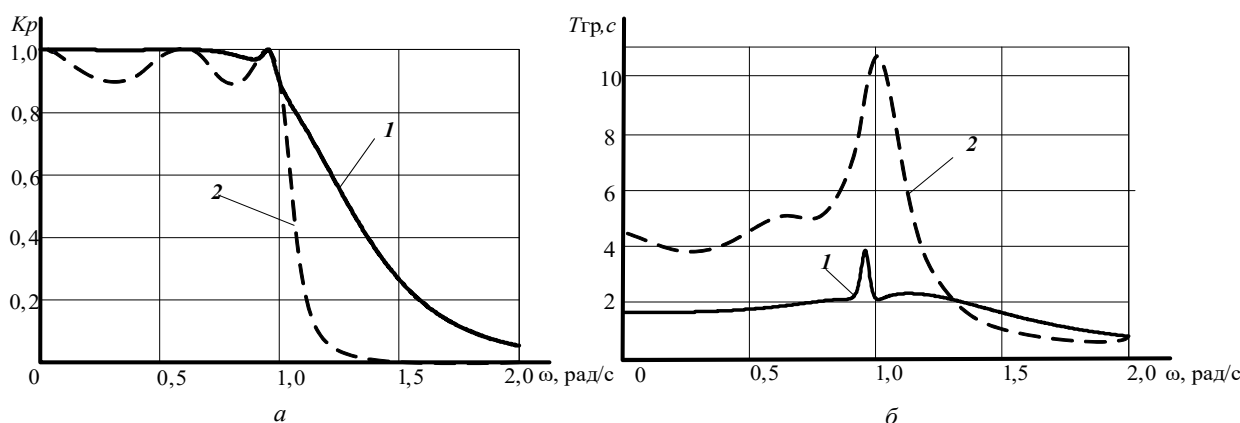


Рисунок 1 – Зависимость разброса ГВЗ от расположения нулей ФП для МФ Чебышева пятого порядка

На рисунке 1 видно, что минимальный разброс значений ГВЗ находится в районе $\sigma = 0,35, j\omega = 0,96$, также можно сделать вывод, что при удалении нулей от ФП по $j\omega$ разброс стремится к разбросу ГВЗ классической функции Чебышева, а если удалять нули от оси $j\omega$, а именно, увеличивать σ разброс ГВЗ становится меньше, чем у классической функции Чебышева.

Такой вариант фильтра важен в условиях, когда определяющими являются требования линейности фазочастотной характеристики. Ниже приведены частотные характеристики, модифицированной АФ и функции Чебышева, одинакового порядка и коэффициента неравномерности.



1 – модифицированная функция Чебышева пятого порядка; 2 – классическая функция Чебышева пятого порядка
Рисунок 2 – Коэффициент передачи по мощности (а) и ГВЗ (б) от частоты

Анализ приведенных зависимостей показывает, что модифицированная функция Чебышева пятого порядка уступает классической функции в избирательности, но имеет высокую равномерность в полосе фильтрации (согласования) коэффициента передачи и более равномерное и меньшее ГВЗ. Улучшение характеристики ГВЗ для случая, приведенного на рисунке 2 составляет 70 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Cameron, R. J. Advanced Filter Synthesis / R. J. Cameron // Microwave magazine IEEE. – 2011. – Vol. 12. – P. 42–43.
2. Cameron, R. J. Generation of Transfer and Reflection Polynomials / R. J. Cameron // Microwave magazine IEEE. – 2011. – Vol. 12. – P. 46–47.
3. Бойкачев, П. В. Метод модификации аппроксимирующих функций для синтеза фильтров и согласующих цепей / П. В. Бойкачев, Г. А. Филиппович // Вестник ВАРБ. – 2012. – № 3 (36). – С. 25–30.
4. Бойкачев, П. В. Широкополосный синтез согласующих устройств на основе модифицированной аппроксимации функции передачи / П. В. Бойкачев, Г. А. Филиппович // Вестник БелГУТ. – 2013. – №2 (25). – С. 45–52.

УДК 621.396.96

А.В. Толмачёв

Факультет Генерального штаба Вооруженных Сил Военной академии Республики Беларусь

ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОВЫСОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В настоящее время одним из типовых способов преодоления государственных границ в воздушном пространстве является полет на малых и предельно малых высотах. Основными нарушителями в мирное время являются легкомоторные винтовые самолеты, беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА) и вертолеты. Как показывает опыт последних локальных конфликтов, в военное время основными летательными аппаратами (далее – ЛА), использующими полет на малых и предельно малых высотах для преодоления системы противовоздушной обороны (далее – ПВО), являются крылатые ракеты (далее – КР) и БЛА. При этом существует ряд проблем, связанных с решением задач обнаружения, распознавания и сопровождения малоскоростных БЛА. Важность решения этих задач обуславливается все более широким применением различных БЛА при уничтожении средств ПВО, а также военных и промышленных объектов [1].

При решении задач обнаружения и распознавания БЛА существует ряд технических проблем. По мере уменьшения высоты полета ЛА увеличиваются зоны радио тени для наземных радиолокационных станций (далее – РЛС) обзора пространства. С уменьшением скорости полета отраженный от ЛА сигнала попадает зону режекции, а в случае зависания – находится в ней постоянно, что значительно снижает вероятность обнаружения низколетящих малоскоростных объектов. В качестве одного из способов решения этой проблемы возможно применение радиолокаторов воздушного базирования, однако стоимость такого решения оказывается значительной [2].

Наряду с техническими проблемами существуют и проблемы огневого поражения. Продолжается активное использование противорадиолокационных ракет, а также БЛА-снарядов при поражении средств ПВО, что, в свою очередь, приводит к значительным потерям однопозиционных РЛС. Особенно это касается РЛС обзора, которые должны работать в эфире постоянно и в режиме кругового обзора.

В качестве средств обнаружения на малых и предельно малых высотах целесообразно использовать полуактивную многопозиционную РЛС, построенную на основе использования разнесенных в пространстве приемных и передающих устройств, имеющих небольшую стоимость производства. Применение обращенного синтеза апертуры антенны в такой РЛС позволит селективировать отметки от БЛА на фоне отметок от местных предметов, автомобилей и людей за счет специальной когерентной обработки отраженных сигналов [1].

При включении радиолокационных средств активных однопозиционных систем осуществляется определение их местоположения с дальнейшим огневым поражением. Использование в многопозиционной РЛС недорогих маломощных передатчиков позволит обеспечить:

1) повышенную скрытность (применение маломощных передающих устройств позволяет снизить возможности по их обнаружению);

2) высокую живучесть (в случае огневого поражения одного из передатчиков обеспечивается дальнейшая работоспособность РЛС с использованием других передающих модулей);

3) повышенную помехоустойчивость (пространственный разнос приемного и передающих устройств позволяет исключить возможность постановки прицельной активной помехи; при этом объем области пересечения главных лепестков диаграмм направленности (ДН) передающей и приемной позиций многопозиционной РЛС намного меньше, чем области главного лепестка ДН однопозиционной РЛС, что, в свою очередь, приводит к существенному снижению интенсивности пассивных помех на входе приемного устройства) [2].

Для решения задач обнаружения малоразмерных малоскоростных объектов и дальнейшего целеуказания РЛС должна обеспечивать круговое обнаружение целей с ЭПР $0,01 \text{ м}^2$, использующих приемы зависания и движущихся со скоростями от 5 м/с до 30 м/с, на дальностях до 5–10 км, на высотах до 1,5 км [1].

В случае массированного удара БЛА РЛС должна быть способна выдавать до 40 трасс воздушных объектов с темпом выдачи информации не более 4 с.

Наряду с этими условиями, модули РЛС должны быть выполнены в подвижном варианте. При этом аппаратные средства обработки сигналов и источники питания целесообразно располагать на автомобильном шасси повышенной проходимости (рисунок 1).

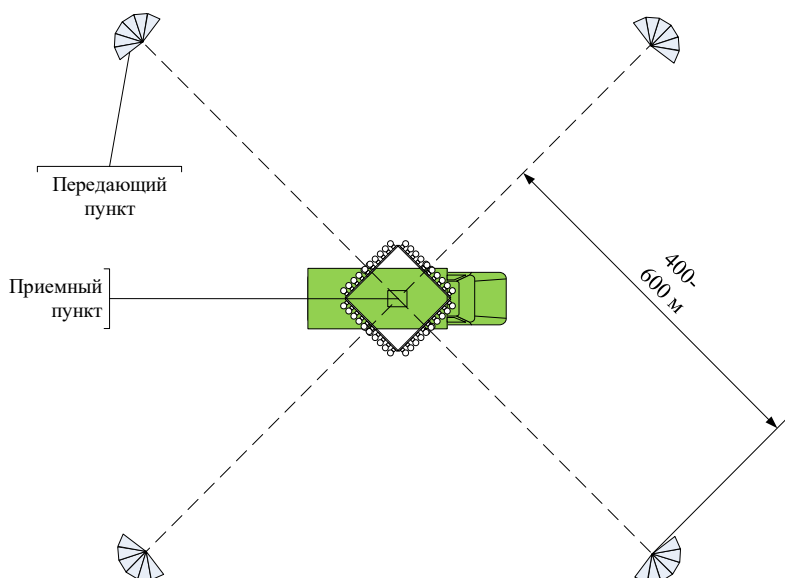


Рисунок 1 – Конфигурация многопозиционной радиолокационной станции

В связи с небольшой дальностью обнаружения время перевода РЛС в боевое положение не должно превышать 5–10 минут.

Применение в многопозиционной РЛС ряда передающих и приемных позиций требует:

- 1) организации совместного управления разнесенными модулями РЛС;
- 2) использования линий связи для передачи данных в устройство обработки информации;
- 3) реализации мер по синхронизации для совместной обработки информации и управления работой многопозиционной РЛС, а также алгоритмов адаптации к априорно неизвестным параметрам движения ЛА;

4) высокой производительности вычислительных средств;

5) геодезической привязки и юстировки передающих и приемных позиций [4, с. 14].

Несмотря на некоторые трудности в технической реализации многопозиционной РЛС, современный уровень развития элементной базы и вычислительной техники позволяет решить эти проблемы.

Многопозиционная РЛС позволит существенно увеличить возможности по обнаружению малоскоростных БЛА на малых и предельно малых высотах на фоне отражений от местных предметов, движущихся автомобилей и людей. Применение обращенного синтеза апертуры антенны позволяет получить сверхразрешение элементов ЛА для решения задачи распознавания.

Таким образом, применение многопозиционной РЛС позволит существенно нарастить радиолокационное поле на малых и предельно малых высотах, что позволит улучшить боевые возможности средств ПВО малой дальности и ближнего действия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Толмачёв, А. В. Проблемы обнаружения и распознавания малоразмерных летательных аппаратов на малых высотах / А. В. Толмачёв, С. Р. Гейстер // Радиолокация, навигация, связь: сборник трудов XXVI Международной научно-технической конференции, Воронеж, 29 сентября – 1 октября 2020 г. – Воронеж : Изд. дом ВГУ, 2020. – Т. 4. – С. 16–21.

2. Гейстер, С. Р. Облик радиолокационного датчика обнаружения и распознавания низколетящих целей, использующего обращенный синтез апертуры антенны / С. Р. Гейстер, Т. Т. Нгуен // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 1. – С. 22–27.

3. Толмачёв, А. В. Селекция летательных аппаратов на фоне движущихся наземных объектов в многопозиционной радиолокационной станции / А. В. Толмачёв // Наука и военная безопасность. – 2022. – № 3. – С. 27–31.

4. Черняк, В. С. Многопозиционная радиолокация / В. С Черняк. – М. : Радио и связь, 1993. – 416 с.



**СЕКЦИЯ 6.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ
АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**



УДК 811.111'276.6

И. Л. Коновальчик, М. Е. Алексеева

Белорусская государственная академия авиации

ОСОБЕННОСТИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКИ КАК ОТДЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ (ESP)

В условиях глобального развития авиационной логистики владение английским языком становится решающим фактором обеспечения профессиональной компетентности специалистов в этой области. Английский язык выступает в качестве международного стандарта связи, необходимого для эффективного обмена информацией, международных операций и понимания технической документации. Настоящее исследование посвящено изучению особенностей английского языка для авиационной логистики как отдельной области ESP.

ESP предоставляет контент, соответствующий потребностями изучающего язык и требованиям его профессии. Кроме того, особенностью овладения ESP является базовое знание английского языка до начала курса, поскольку ESP фокусируется на словарном запасе для конкретных задач в общении [1].

С начала 1960-х годов английский язык для специальных целей (ESP) стал одним из самых востребованных курсов в мировом масштабе. Его развитие отражается в растущем количестве университетов, предлагающих обучение ESP (например, университет Бирмингема и университет Астон в Великобритании), а также в количестве курсов по ESP, предлагаемых иностранным студентам в англоязычных странах. В настоящее время существует авторитетный международный журнал, посвященный обсуждению ESP, «English for Specific Purposes: An international journal».

Проанализировав основные характеристики ESP, можно выделить следующие его особенности: ESP необходим для удовлетворения конкретных потребностей обучающихся; сосредоточен на языке, соответствующем определенной профессиональной деятельности с точки зрения грамматики, лексики, регистра, учебных навыков, дискурса и жанра; предназначен для взрослых, обучающихся в высших учебных заведениях, либо для использования в профессиональной рабочей среде [2].

Исходя из особенностей обучения и изучения ESP, необходимо в обязательном порядке выявить потребности обучающегося. Для этого важно получить ответы на ключевые вопросы. Информация об анализе потребностей обучающихся представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Информация об анализе потребностей обучающихся

Вопрос для определения потребностей	Пример ответа
Зачем нужен язык?	Учеба, работа, обучение
Как будет использоваться язык?	Средство: говорение, письмо, чтение
Каковы будут области содержания?	Предметы: медицина, биология, авиация
С кем учащийся будет использовать язык?	Носители языка или неносители
Где будет использоваться язык?	Физическая обстановка: офис, гостиница, лекционный зал
Каким будет лингвистический контекст?	В своей стране, за рубежом
Когда будет использоваться язык?	Одновременно с курсом ESP или впоследствии; часто, редко, в небольших количествах, в больших количествах

Так как ESP фокусируется на словарном запасе для конкретных задач и общении, то еще одним безусловно важным элементом при рассмотрении особенностей английского языка для авиационной логистики является его лексический компонент. Для выявления особенностей лексического компонента данной области ESP были проанализированы термины

в профессиональной лексике логистов с целью определения частоты их использования. Основой для этого послужило исследование Г. Мустаевой и Г. Атаевой «Роль делового английского языка в современной логистике». Материалом исследования послужил корпус аутентичных текстов по логистике и менеджменту из электронной базы данных ProQuest объемом около 14500 слов, а также корпус англоязычных терминов из терминологического словаря Terminology of Logistics Европейской логистической ассоциации (ELA). С помощью методов описательного и сопоставительного анализа, лексикографического метода, метода контекстуального семантического анализа, лингвостатистического метода был рассмотрен вопрос об особенностях английского языка для логистики, в частности: количество терминов в областях логистики, общеупотребительные термины логистики, количество терминов, заимствованных из смежных областей знаний, омонимия, полисемия, синонимия. Были выделены следующие разделы логистики, в которых англоязычные термины распределились следующим образом (рисунок 1) [3].

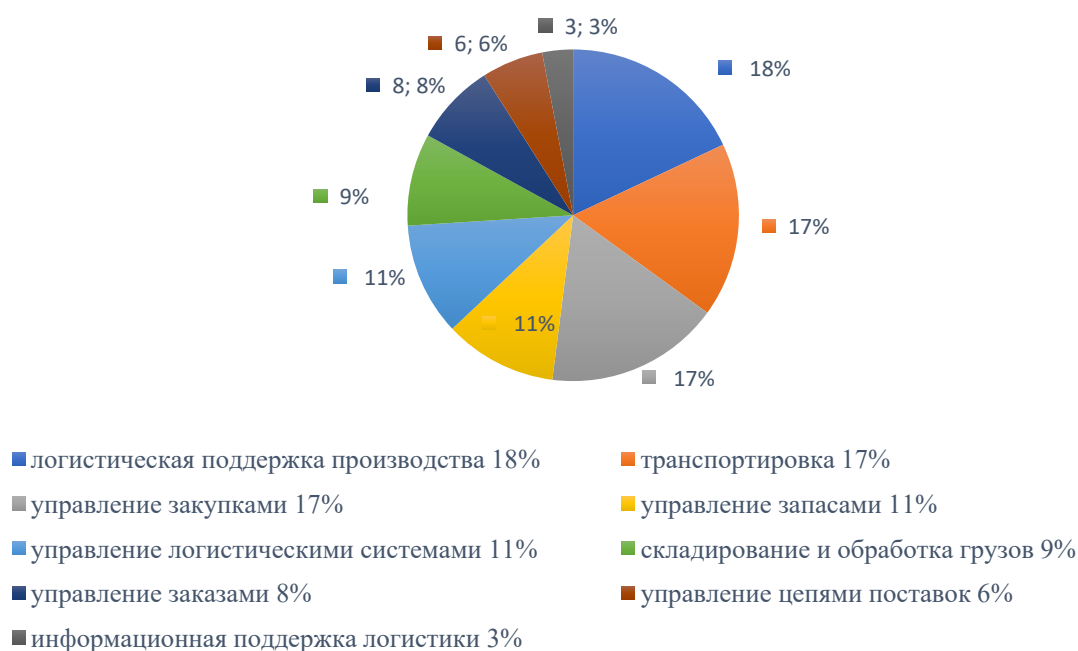


Рисунок 1 – Наиболее часто используемые логистические термины

В ходе проведенного исследования были рассмотрены актуальные проблемы профессиональной коммуникации в области авиационной логистики, а именно особенности использования английского языка в области авиационной логистики как отдельного направления английского языка для специальных целей. Анализ показал, что особый подход к языковой подготовке авиационных специалистов, и авиационных логистов, в частности, играет важную роль в обеспечении эффективной профессиональной коммуникации авиационных специалистов и предупреждении, а также устранении потенциальных проблем профессиональной коммуникации в области авиационной логистики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Everything You Need To Know About English for Specific Purposes [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.etoninstitute.com/blog/everything-you-need-to-know-about-english-for-specific-purposes> – Date of access: 25.10.2024.
2. Laurence, A. English for Specific Purposes: What does it mean? Why is it different? [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/267631304_English_for_specific_purposes_What_does_it_mean_Why_is_it_different/. – Date of access: 25.10.2024.

3. Mustaeva, G., Ataeva, G. The role of business English in modern logistics. E3S Web of Conferences. 402 (13), 2023. DOI: 10.1051/e3sconf/202340208008.

UDC 811.111

E. M. Yildiz

Belarusian State Academy of Aviation

ENGLISH IS A VITAL COMPONENT OF WORLDWIDE AVIATION SAFETY

Security is a warranty of our health and life. It is not difficult to substantiate and confirm this statement. This conception has a wide coverage in many spheres. For instance, security could be considered in the both of state and international levels, in one enterprise or even this word could be met when we talk about family.

It is not difficult to observe constant changes in our world. This sentence is considered to be truly if we speak about technologies. They never stand still and this fact leads to the importance of strengthening and prevention of threats, which occur from the outside and inside the country. One can reach the highest rate of security only by joint work and cooperation. It provides a wide range of opportunities to resist cyber attacks, terrorism and any kind of illegal interventions. Many kinds of security agencies make our day calm and safe. There is a necessity to point out the fact that creation of safe atmosphere and circumstances around us are also in our hands and interests. It means the ability of standing up for yourself and people who are close to you and it is a specific form of security provision.

As I mentioned before innovations in the world where we live are considered to be a common thing. That's why with time the need of a new qualified and educated staff rapidly increases. The simplest confirmation of this fact is a new specialty, named organization of security on the air transport, which appeared at The Belarusian State Academy of Aviation, because of the demand of specialists in this sphere to strengthen the measures of aviation security. The development of aviation security caused by some crucial factors. They are: increase the capacity of air transportation, terrorist threats, technical problems, international standards and agreements, the experience of previous aviation accidents and so on.

As both conceptions of aviation and security are closely linked to each other we will explore the influence of the English language to them too.

The security in aviation could be spotted everywhere. When someone is approaching to the airport, it will not cause difficulties to spot a high tower, which is located close to terminal building. This is a control tower. Air traffic controllers are real conductors of aviation, which have a crucial role in provision the safety of air transport.

We face the conception of safety just after entering the airport's terminal. It is critically important aspect, because its presence and influence is pretty necessary for provision safety both on the ground and in the air.

Security measures starts from baggage inspection by using special appliances, with help of which the ability of scanning appears. This operation also can be made by hand. It is determined as additional checking. It may seem unimportant here but in the worst case scenario could cause terrifying consequences in the air. It should be pointed out that after check-in our luggage is inspected one more time, when it passes through a complicated carrying systems in the airport's background before reaching a plane. Meanwhile a luggage is passing its long way, passengers are invited to pass through metal detectors with aim of checking a presence for harmful substances and forbidden objects.

The documents examination, which certify your identity is also included in the safety system of the airport. It is aimed for suppression of illegal migration and a passenger's personal identification.

These activities allow to make a statistic, which helps to control migration flow to the country (after arriving).

And even after this large variety of passed security measures your boarding card and passport could be checked before you getting to your flight.

The specialist which is in response for above mentioned stages is aviation safety inspector. What can we say about duties of these specialists? Aviation safety inspector has a wide range of important functions, duties and responsibility in provision safety. They are:

- examining aircraft, maintenance procedures, air navigational aids, air traffic controls, and communications equipment;
- investigating accidents, complaints, violations and incidents;
- checking pilots' flight and medical records to ensure they meet the aviation regulations;
- inspecting aircraft repair companies, airlines, company training programs for initial certification and ongoing compliance;
- observing flight checks for pilots to revalidate or upgrade their qualifications;
- preparing and maintaining detailed records of inspections performed, discrepancies noted and corrective actions required;
- providing technical assistance to the industrial government agencies involved in the safety assessment of aircraft;
- recommending changes to policies and procedures in aviation;
- conducting investigations to identify, resolve and prevent violations of federal aviation regulations [1].

From above mentioned facts I could point out the obvious importance in provision upgraded measures of security in aviation sphere. The special role in sustaining high level security at the airport building belongs to aviation safety inspectors.

The interaction between people is based on communication and the aviation is not the exception. Personal could achieve any goals only by joint actions. Especially it is important in the security sphere, because any misunderstanding or fail might cause total collapse of the whole system. The provision of security is not characterized by use of workwear and special equipment, because in case of communication inability the real benefit of using even modern and the most advanced one will be equal to zero. It is important to communicate and understand what is said to you. Is it true or false? There are many lives at stake, the price of incorrect decision will be so high.

The use of the English language is attached in aviation as it is considered to be international. This fact provides understanding between pilots, air traffic controllers and other crew members, despite of their nationality. English in aviation has its own specific features. It's not just general English, it's a specialized dialect with unique vocabulary and grammar. Aviation English has a certain set of words and phrases that are not usually used in everyday speech. For example, words and expressions such as "squawk" (responder code), "roger" (understood), "wilco" (will do), and many others. It is so important to be careful in transmitting numbers, time and coordinates. For example, the number 9 is pronounced "niner" to avoid confusion with the number 5 ("five"), which sounds similar in conditions of noise or poor communication. The specificity of English in aviation requires not only knowledge of vocabulary. First of all, it requires the ability of using it in stressful and emergency situations, where speed and accuracy of communication becomes critically important. All of this without any doubts emphasizes on the importance of professional study of the English language at the aviation level [2].

The main reason of the most part of air crashes caused by the human factor. Pilots make mistakes because of tiredness, stress, negligence, but the most often cause is consisted in the communication difficulties. To confirm it I would like to mention the air crash at Los Rodeos airport, which happened on Sunday, March 27, 1977 between Two Boeing 747 passenger jets, which collided on the runway. The number of deaths is 583 people – all 248 people on board flight KL4805(234 passengers and 14 crew members) and 335 people on board flight PA1736 out of 396 (380 passengers and 16 crew members) [3]. And the one question appears in head. Who is guilty of such frightful disaster? The disaster happened because of the misunderstanding in communication between pilot,

who was the dutchman and air traffic controller, whose native language was Spanish. The thick fog also played a tragic role in this situation. So, what can I say in general.

It turns out that the aviation industry constantly evolves by learning from past incidents. Each emergency provides valuable insights into improving exit operations and safety protocols:

- **Flight 1549:** The successful water landing of US Airways Flight 1549 on the Hudson River in 2009 highlighted the importance of effective crew training and passenger briefings. The swift and orderly evacuation of all passengers underscored the critical role of emergency exits and crew preparedness.

- **Manchester Runway Fire:** In 1985, a fire on a British Airtours flight during takeoff led to the implementation of stricter regulations on exit operations and materials used in aircraft interiors. The incident emphasized the need for rapid evacuation and improvements in exit door designs [3].

Aviation safety is a critically important aspect of this sphere, which ensures the protection of passengers, crew and ground personnel. The main goal of aviation safety is a prevention from accidents. The proper organization of the security system leads to only positive results and the most important of them is the appearance of trust among passengers [4].

So, aviation safety is a critically important aspect of this sphere, which ensures the protection of passengers, crew and ground personnel. The main goal of aviation safety is a prevention from accidents. The proper organization of the security system leads to only positive results and the most important of them is the appearance of trust among passengers.

To make one's trip safety at the highest level a team of aviation specialists should work as one united team. And in this team can consist of different representatives of nationalities, but it is not a problem, because of the existing international language, which allows people to understand each other both at informal and professional type of communication. The English language plays a fundamental role in the staff communication. A specific harmony should be created during professional activity between language and work with aim of prevention any mistakes.

REFERENCES

1. Interviewguy.com [Electronic resource]. – Mode of access: <https://interviewguy.com/aviation-safety-inspector-job-description/>. – Date of access: 28.10.2024.
2. English skills [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.e-skills.kz/blog/for-work/aviacionnyj-anglijskij-icao-slovarnyj-zapas-poleznye-vyrazheniya.html>. – Date of access: 28.10.2024.
3. Wikipedia [Electronic resource]. – Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Столкновение_в_аэропорту_Лос-Родос. – Date of access: 28.10.2024.
4. Озорнин, А. Е. Современные риски в авиационной безопасности и их воздействие на авиационную индустрию / А. Е. Озорнин, К. Д. Ащеулов // Молодой ученый. – 2024. – № 25 (524). – С. 15–17.

УДК 81.276

A. I. Listopad, E. P. Shvaiko

Belarusian State Academy of Aviation

FEATURES OF THE APPLICATION AND FORMATION OF RADIOTELEPHONE PHRASEOLOGY IN ENGLISH

Communication between the pilot and the air traffic controller is one of the main means of ensuring safety during flight operations. The actions of the pilot related to the control of the aircraft directly depend on the linguistic component, which is implemented by executing the commands of the air traffic controller. The correctness of the tasks depends on the psychological state of both the pilot as well as the level of proficiency in aviation English and the phraseology of radio exchange.

Since it is quite difficult to influence the psychological component, because the human body and its psyche are subject to stress, emotionality and inner feelings. It is necessary to influence communication by simplifying the language of negotiations.

The main aviation document on the phraseology of radio exchange is ICAO document 4444. It describes typical words and phrases that have a specific and unambiguous meaning. Most of the words are represented by ordinary literary words without changing their usual meaning. However, aviation also uses terms that are specific to this industry and have no analogues in everyday life.

Aviation terms and abbreviations form a special language code, which is short and understandable for all its users. Complex concepts in the aviation language are simplified using two methods: word formation and derivation.

All terms used in conducting radio exchange are formed using processes similar to a simple literary language, including word composition, affixation, contraction and functional shift. However, such simplification of words can become dangerous due to changes in information capacity. If the pilot doesn't know the exact meaning of the word, he or she may execute the command incorrectly. According to international statistics, errors in radio communication cause the majority of aviation accidents in the world. And despite the growing demands on knowledge of aviation phraseology, the problem of misunderstanding continues to be acute in our time.

As an example the term "take-off" can be used in only a one situation where take-off is allowed by the dispatcher and when confirming the receipt of permission for take-off by the pilot. In all other cases, the word "departure" is used to change the expression "take-off". The largest aviation accident that has occurred in the history of aviation (Tenerife, 1977) just happened because the pilot misunderstood the meaning of these expressions. Therefore, special attention is paid to the study of the phraseology of radio exchange throughout not only studies, but also the further work of a pilot and an air traffic controller.

It is also worth paying attention to the use of abbreviations when conducting radio exchange. Their use is regulated by ICAO document 8400 (ICAO Codes and Abbreviations). Abbreviations used in the aviation field can be classified by types: grapho-lexical, represented by acronyms and alphabetisms, lexical and actually graphic abbreviations (Table 1).

Table 1 – Abbreviations

Grapho-lexical abbreviations			
Acronyms	Alphabetisms	Lexical abbreviations	Graphic abbreviations
RNAV (Region navigation)	DME (Distance-Measuring Equipment)	ATC (Air traffic control)	A/C (Aircraft)
STAR (Standard Instrument Arrival)	ATD (Actual time of departure or Along Track Distance)	ATFM (Air traffic flow management)	ABM (Abeam)
NOSIG (No Significant Changes)	MLAT (Multilateration system)	ATPL (Air Transport Pilot Licence)	ADZ (Advise)

Pronouns are often omitted when composing phrases. The most frequently excluded pronouns from speech were identified in the Lopez study, such as the pronouns "you", "I", "one", "me", "what" [2, p. 45].

It is also worth noting that there are practically no interrogative sentences in the phraseology of radio exchange. For example, in the event of an emergency on board, the dispatcher must ask the pilot for information about the remaining fuel on board, the number of passengers and the availability of dangerous goods. Although there is no specific phraseology in the documents for all emergency situations, the dispatcher will not use question words, but will replace them with the word "report".

The aviation language of radio exchange also uses discursive formulas that differ from the literary language. For example: "Acknowledge" – "Confirm" that you understood the previous message, "Say again" means "Repeat" [1].

Radio communication is affected by interference, unclear pronunciation and accent. That's why individual words and expressions are used instead of short words of great importance. To ensure safety, the word "no" is missing in radio communication, the word "Negative" is used instead. Moreover, the word "yes" is replaced by "affirm".

Auxiliary and modal verbs, except for able and unable, will also be excluded when constructing sentences. First of all, this is due to their probabilistic assessment, which is not able to give a specific indication of the execution of the action. In flight conditions, when the situation is rapidly changing, the use of such structures complicates understanding and increases information processing time.

Passive voice is also not always used in aviation phraseology. Since such a pledge is a difficult structure to understand and comprehend, which can be interpreted ambiguously. The most common modern forms used in radio communication are Present Indefinite, Present Continuous. Future Indefinite is used somewhat less frequently [3, p. 260].

In conclusion, we can say that, firstly, the phraseology of radio exchange is based on the principles of brevity, clarity and non-ambiguity. A single phraseology helps to effectively fly aircraft while maintaining an appropriate level of safety during the flight. The peculiarities of the formation of new words and abbreviations should be based more on lexical and phonetic features, since communication between the pilots and the air traffic controllers are carried out orally. In order to develop the most appropriate way of word formation, it is necessary to conduct additional research aimed at identifying the features of communication between crews and air traffic controllers.

REFERENCES

1. Doc 9432 – AN/ 925. Manual of Radiotelephony. – Montreal: ICAO, 2007. – 102 p.
2. Linguistic Analysis of English Phraseology and Plain Language in Air-Ground Communication / L. Stéphanie [at al.] // Journal of Air Transport Studies. – 2013. – No. 4 (1). – P. 44–60.
3. Muravskaja, S. M. Grammaticheskie osoben-nosti frazeologii radioobmena / S. M. Muravskaja // Vestnik zaporozhskogo nacionalnogo universiteta. – 2014. – Vol. 1. – P. 257–261.

УДК 811.111

R. A. Logvin, A. E. Reut

Belarusian State Academy of Aviation

FACTORS INFLUENCING THE EFFECTIVENESS OF COMMUNICATION BETWEEN A PILOT AND AN AIR TRAFFIC CONTROLLER

Clear transmission of information and its correct understanding are vital tasks in aviation. The safety of the flight largely depends on the effectiveness of the dialogue between pilots and air traffic controllers.

In aviation, distorted or misunderstood messages can lead to safety breaches. Therefore, it is extremely important for pilots and controllers accurately perceive the information being conveyed. Over the territory of the Republic of Belarus, radio communication is conducted only in English. However, there have been cases where pilots of international flights switched to their native language (or a mix of languages) when they couldn't formulate a response in English or simply did so for speed. Sometimes, controllers and crew communicate too emotionally and verbosely, which goes against the rules.

About 80 % of aviation accidents occur due to human error. Often, they happen because pilots and controllers from different countries don't understand each other. Specialists in the sky and on the ground face communication problems such as language barriers, cultural differences, and misinterpretation of messages. To reduce the impact of the notorious human factor on flight safety,

measures such as standardized communication procedures, enhanced training in cross-cultural communication, and improved technology for communication can be implemented [1].

The Danish National Laboratory (NPL) conducted a study called the Air-Ground Communication Safety Study: Causes and Recommendations. Its aim was to identify problems in transmitting messages in English via radio communication. The results showed that:

- 34 percent of the problems arose due to the accent of the air traffic controller;
- 28 percent were related to the speed of speech;
- 25 percent occurred due to pilot distraction;
- 20 percent occurred due to pilot fatigue [2].

Accent is an unconscious distortion of language sounds by a person whose native language it is not.

There are several types of accents:

- Geographical (regional) accent. It is characteristic of the area where its speakers live;
- Foreign accent. It is a result of the influence of the native language on speakers;
- Ethnolect, determined by the socio-economic and ethnic background of the speakers;
- Social accent, characteristic of the social status or caste of the speakers.

Accents from India and Asia are considered the most challenging to understand. The specificity of Asians is that they mostly mispronounce the letter "S". Indians make all consonants soft, speak too quickly, so it becomes indistinct. In Africa, English is used as a native language, but there are many dialects, which make their speech difficult to understand. Additionally, in English-speaking countries, English has its own nuances: British, American, Scottish, Welsh, Canadian, and Australian English. They all have their own characteristics and can be difficult to understand [3].

Moreover, the stress and high-pressure environment of aviation can exacerbate communication issues. Pilots and air traffic controllers must often make quick decisions based on rapid exchanges of information. In such scenarios, even minor misunderstandings can have serious consequences. Therefore, stress management and communication clarity should be integral parts of training programs for aviation personnel.

The aviation industry must also consider the impact of fatigue on communication. Fatigue can impair cognitive function and reduce the ability to process information accurately. Implementing effective fatigue management strategies, such as regulated work hours and sufficient rest periods, can help mitigate this issue.

The evolution of aviation technology also presents new challenges and opportunities for communication. For example, the increasing use of digital communication systems and automation in cockpits can reduce the reliance on verbal communication, thereby minimizing the risk of miscommunication. However, it is essential that these technologies are designed with user-friendly interfaces and that personnel are adequately trained to use them effectively.

To address the problem of communication difficulties in aviation related to accents, speech speed, pilot distraction, and fatigue, several approaches can be suggested:

1. ***Training and Practice.***

It is essential to conduct regular training sessions for pilots and controllers on the correct transmission and understanding of radio messages. It is important to focus not only on English language but also on the specific pronunciation features for different regions and accents.

2. ***Standardization of Procedures.***

Establish standards and procedures that take into account the diversity of accents and speech rate. This may include developing clearer and simpler phrases, using slow and clear speech in critical situations, and establishing clear communication rules.

3. ***Technical Improvements.***

Use technical tools such as automatic speech recognition systems or enhanced radio systems that can assist in more accurate message transmission and understanding.

4. ***Cross-Cultural Training.***

Organize cross-cultural training programs for pilots and controllers so they can better understand the cultural nuances of other countries and adapt their communication accordingly.

5. *Psychological Support and the usage of fatigue risk management system.*

Provide psychological support and fatigue management for pilots and controllers to reduce the likelihood of distraction and errors due to fatigue.

6. *Monitoring and Analysis.*

Conduct regular monitoring and analysis of communication-related incidents to identify problem areas and take measures to address them.

Addressing communication difficulties in aviation requires a comprehensive approach, including training, standardization, technical improvements, and management of cultural differences.

Cultural differences also play a significant role in communication within aviation. Different cultures have varying communication styles, which can lead to misunderstandings. For instance, some cultures may prioritize direct and explicit communication, while others may rely on context and non-verbal cues.

When it comes to punctuality, Europe and America typically place great importance on following strictly to flight schedules and timetables. In Asia and Africa, there may be a more flexible approach to this issue, which is associated with cultural differences and time management practices [4].

Understanding these differences and fostering cultural awareness can help bridge communication gaps and enhance overall safety.

In addition to language training, it is important to consider the role of cultural training in aviation. Programs that educate personnel about cultural differences and how they affect communication can be highly beneficial. Such training can improve mutual understanding and respect among crew members and between pilots and air traffic controllers from different cultural backgrounds.

The issue of linguistic diversity in aviation is further complicated by the increasing globalization of the industry. As more airlines operate internationally and hire crew from diverse linguistic backgrounds, the potential for miscommunication grows. This makes it even more critical to implement robust language training programs and ensure that all personnel are proficient in the lingua franca of aviation, which is English.

REFERENCES

1. Aviation Communication Training Services: How to Improve Your Communication Skills in Aviation [Electronic resource] // FasterCapital: [официальный сайт]. – Mode of access: <https://fastercapital.com/content/Aviation-Communication-Training-Services--How-to-Improve-Your-Communication-Skills-in-Aviation.html> – Date of access: 19.09.2024.
2. Improving Education Systems: New Data and Models [Electronic resource] // Higher School of Economics: [официальный сайт]. – Mode of access: <https://iq.hse.ru/en/news/533834612.html> – Date of access: 19.09.2024.
3. Aviation Crew Resource Management Training Services: How to Enhance Teamwork and Coordination in Aviation [Electronic resource] // FasterCapital: [официальный сайт]. – Mode of access: <https://fastercapital.com/content/Aviation-Crew-Resource-Management-Training-Services--How-to-Enhance-Teamwork-and-Coordination-in-Aviation.html>. – Date of access: 30.09.2024.
4. Understanding Aviation Communication [Electronic resource] // California Aeronautical University: [официальный сайт]. – Mode of access: <https://calaero.edu/aviation/understanding-aviation-communication/>. – Date of access: 28.09.2024.

UDC 654:629.7

A. Mackevich, P. Razguliayeva

*Belarussian State Academy of Aviation***COMMON COMMUNICATION PROBLEMS IN AVIATION**

Communication is a crucial component of aviation safety. Nevertheless numerous factors can lead to significant communication problems between pilots and air traffic controllers (ATC). Factors such as pilot's workload, quality of audio signal, accent of pilot or controller, English language proficiency of operator, and failure to use standard phraseology are all thought to contribute to communication errors.

The aims of our scientific work are to identify the main problems of communication in aviation using the example of pilot-air traffic controller communication, determine the relevance and their impact on work and safety in civil aviation.

On March 27, 1977, a Boeing 747, the largest passenger jet at the time, was maneuvering on the runway at Los Rodeos Airport in the Canary Islands. At this time, a similar plane was preparing to take off: the captain of the aircraft reported that he was ready for takeoff. "Okay," the dispatcher responded. The pilot took this word as a signal to action, began to take off and crashed into another Boeing. 583 people died. This accident is the perfect example how common phrases are misinterpreted in aviation radio traffic and to what serious consequence it can lead to.

Although English has been the international aviation language since 1951, formal language proficiency testing for key aviation personnel has only recently been implemented by the International Civil Aviation Organization (ICAO). It aims to ensure minimum acceptable levels of English pronunciation and comprehension universally, but does not attend to particular regional dialect difficulties. However, evidence suggests that voice transmissions between air traffic controllers and pilots are a particular problem in international airspace and that pilots may not understand messages due to the influence of different accents when using English.

The added inclusion of the English language proficiency skills is on top of existing safeguards to protect against communication errors in aviation such as: English as the international language; the use of standard phraseology (e.g., 'roger' and 'wilco' for acknowledgement of instructions); international phonetic alphabet (e.g., Alpha, Bravo, Charlie, Delta, etc.); prescribed pronunciation of letters and numbers (e.g., 'IN dee A' for India, 'wun' for number one, 'nin er' for number nine, one thousand five hundred for 1500); and read-back requirements (e. g., only key elements of the instructions or clearances are required to be read back; Aeronautical Information Publication – AIP, Airservices Australia, 2005).

Notwithstanding these principles, radio transmission skills such as pronunciation, speech rate and accent have been cited as leading contributing factors in communication problems in both commercial aviation and general aviation (EUROCONTROL, 2006, Tiewtrakul and Fletcher, 2010, Estival and Molesworth, 2012). Take call-signs for example, EUROCONTROL (European member state organisation with its central focus on air traffic management) found in a study with 241 airline pilots and air traffic controllers, that twenty per cent of respondents indicated that they experience communication problem with call signs on a weekly basis. Controller accent was cited as the leading contributing factor (34 %) closely followed by controller speech rate (28 %), pilot distraction (25 %), pilot expectation (22 %) and pilot fatigue (20 %). Similar findings were evident when respondents were asked about frequency changes: controller accent (51%), controller speech rate (42 %) and pilot distraction (43%) [1].

According to the diagram (Figure 1) above the most common communication problem is a controller accent, which means that for aviation specialists the manner of speaking is the most important. This problem comes from the low level of education of specialists in the field of professional aviation English and specific pronunciation. Next diagram (Figure 2) shows that the

consequences of frequency changes could be controller accent (the most common), controller speech rate and pilot distraction.

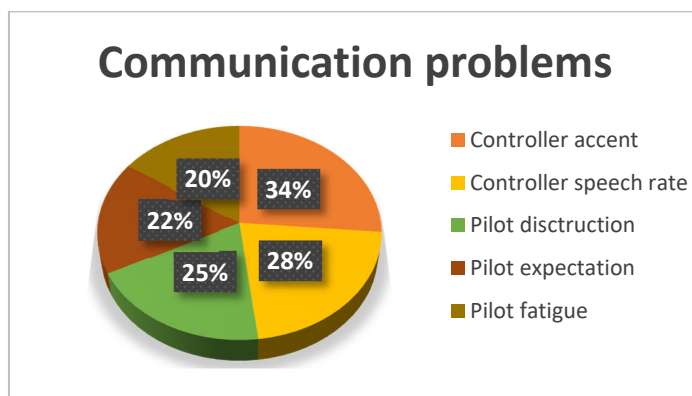


Figure 1 – Communication problems that pilots and air traffic controllers face on a daily basis according to the survey

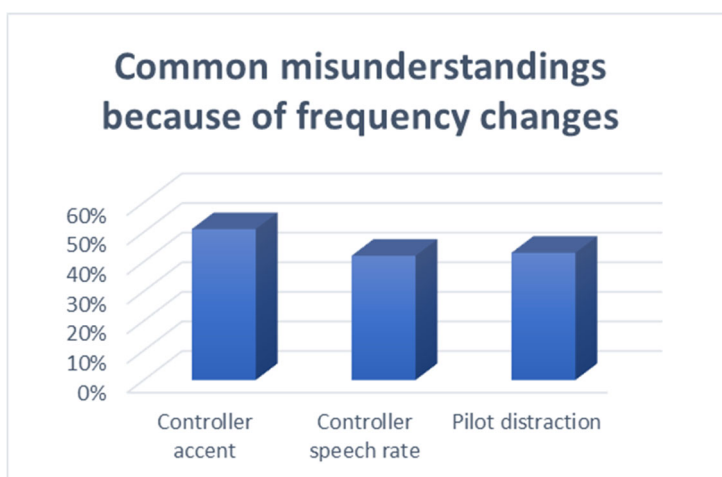


Figure 2 – Common misunderstandings due to frequency changes based on the survey

Estival and Molesworth (2009) found similar results when they surveyed 36 pilots from various flight training institutions at Bankstown airport, in Sydney Australia about miscommunication in general aviation. When pilots were asked what they found most challenging in general aviation communication, pilots noted ‘understanding other pilots’ as most challenging. Subsequent comments from pilots indicated that communicating with non-native English speaking pilots was particularly challenging. In a follow-up study, with 83 pilots from various flight training institutions in both New South Wales (NSW) and the Australian Capital Territory (ACT) in Australia, they found similar results, with ‘understanding other pilots as the most challenging aspect of communicating in aviation’. No differences were noted in responses based on native language background i. e., native English speaker (NS) and non-native English speakers (ESL), however understanding non-native English pilots featured predominantly as one issued raised by many pilots. When asked if they had been in a situation where they did not fully understand the instructions from air traffic control, over half of the pilots noted that they had. Estival and Molesworth interpreted these findings as evidence that poor communication skills were a likely factor leading to communication problems. Some pilots have noticed that it would be better if during their practice in aviation colleges they had an opportunity to listen to various sound recordings from pilots and ATC with specific Indian or British English (North-East England). This could help them not only practice their listening skills while being students but also be prepared for future challenges.

Summarizing, despite the annual development of technical equipment and high-quality educational programs for both pilots and air-traffic controllers the problem of misunderstanding due to individual pronunciation features is still existing and relevant nowadays. According to NTSB US Civil Aviation Accident Statistics the general aviation accident rate has declined significantly in the last 20 years, however has remained essentially unchanged over the last 5 years. The research shows that up to 80 % of all aviation accidents happens due to human errors. To solve this problem of misunderstanding some planes already use text messaging and chat. The CPDLC system is used - Controller-pilot data link communications (Dispatcher-Pilot Information Communication System)». CPDLC is a two-way data-link system by which controllers can transmit non urgent 'strategic messages to an aircraft as an alternative to voice communications. The message is displayed on a flight deck visual display. The pilots are provided with the capability to respond to messages, to request/receive clearances and information, and to report information. A “free text” capability is also provided to exchange information not conforming to defined formats [2].

High background noise, poor audio quality, and technical issues with radio equipment can degrade communication clarity, particularly in high-stress environments. Noise is one of the significant problems in aviation, affecting the quality and safety of communication between pilots and controllers. In modern airports and airspaces, sound can make it difficult to communicate, which in turn can lead to errors in flight control [3].

The main reasons of the aviation noise are engine work, aerodynamical noises caused by the interaction of air with the aircraft structure, especially near emission flows and background noise on the ground (ATC workplace). These types of noise directly influence the pilot-ATC communication. First of all high noise levels may reduce the intelligibility of voice messages. This makes it difficult to perceive critical information about instructions, route changes or weather conditions. Secondly due to background noise, situations may arise where information is incorrectly interpreted or transmitted, which can lead to dangerous situations (the accident in South Korea on April 15, 2002, death toll 129 people). Thirdly chronic exposure to noise increases stress for pilots and controllers, which can impair their alertness and decision-making ability. For instance, the Collision over Lake Constance: On July 1, 2002, a passenger Tu-154 and a DHL cargo Boeing 757 collided in southern Germany, the disaster claimed the lives of 71 people. This accident has happened due to the untimely delayed response from the air traffic controller [4].

Atmospheric Distribution Banks and High-Power RF Sources Also Contribute to Communication Failures. For instance Superjet plane crash at Sheremetyevo airport on May 5, 2019, due to the loss of connection and electronics failures 41 person died. These types of situation can happen attributable to not only technical errors, but also meteorological condition.

The ways to solve technical problems affecting communication between pilots and air traffic controllers are the use of Controller-pilot data link communications (Dispatcher-Pilot Information Communication System), proper training for aviation specialists and timely control of the technical equipment [5].

Understanding the interplay between technical and environmental factors is crucial in aviation communication. Technical advancements enhance operational efficiency, safety, and reliability, while acknowledgment of environmental factors ensures that communication practices align with sustainability goals and regulatory requirements. The aviation industry continues to evolve through the integration of these factors, striving for a balance between technological innovation and environmental stewardship. This approach ultimately contributes to the overall advancement of the aviation sector while addressing the challenges of modern air travel.

High workload and certain work shifts (e. g., night shifts) can negatively impact the communicative performance of both pilots and ATC, leading to increased errors and deviations from standard procedures. Corradini P., Cacciari C. investigated the influence of work shift (backward rapid rotation) and workload on air traffic controller (ATCo) communications: a taxonomy of possible communicative errors and incorrectness was designed and a specific grid proposed to analyse the communicative exchanges taking place during the workshifts and under different workloads [6]. The corpus used to design and test taxonomy and obtain measures of the communicative performance of

ATCos consisted of 10 hours of radio exchanges between tower and approach controllers and pilots in an Italian airport. Results showed that the taxonomy was indeed apt to capture a variety of communicative problems: controllers widely employed a linguistic code strongly deviating from standard phraseology, with a widespread presence of Italian language, of non-standard expressions, ellipses and redundancies. Shiftwork and workload significantly affected the ATCos' communicative performance: linguistic deviations significantly increased during the nightshift with a low workload, while the most correct exchanges occurred in the morning shift.

Summarizing the most effective and productive worktime for aviation specialists is morning and based on the above we can not decline or cancel all the night shifts and flights due to the different time zone, however we can reduce the amount of work time for ATC's night-shifts and increase the time and number of breaks for employees. These actions can decrease the amount of accidents and incidents in aviation caused by the employees' fatigue.

Procedural deviations occur when pilots, ATC, or ground crews fail to follow established protocols and communication procedures. These can lead to ambiguity, confusion, and ultimately unsafe situations. The main problems are radio callsign misuse (a pilot may use the incorrect callsign when communicating with ATC, leading to potential mix-ups with other aircraft), not followed checklist (pilots may skip the verbalization of critical items in checklists during pre-flight or in-flight checks, leading to oversights such as forgetting to configure the aircraft for landing), flight plane deviations (a pilot may not properly communicate deviations from the filed flight plan, such as altitude changes or route adjustments, affecting air traffic flow) and ignoring altitude assignments (a pilot might misunderstand or ignore an altitude assignment from ATC, resulting in unintentional altitude deviations and increased risk of conflict with other aircraft).

Implications of Procedural Deviations and Misunderstandings are severe: both procedural deviations and misunderstandings can lead to critical safety incidents, such as mid-air collisions, runway incursions, or mishaps during taxiing and takeoff; operational disruptions can create delays and complications in air traffic flow, impacting flight schedules and efficiency; airlines may face scrutiny from aviation regulatory authorities, leading to fines, penalties, or loss of licenses if deviations are detected frequently.

After describing several dimensions of routine communication, the main problems are misunderstanding due to different accents and inappropriate pronunciation, ignoring the protocol and main documents, technical and environmental factors, inaccuracies such as incorrect readbacks, procedural deviations such as missing callsigns and readbacks, and nonroutine transactions where pilot and controller must deal with misunderstandings or other communication problems. Preliminary results suggest these problems are not frequent events in daily operations. However, analysis of the problems can help to reduce the amount of accidents in civil aviation.

REFERENCES

1. Molesworth, B., Estival, D. Miscommunication in General Aviation: The Influence of External Factors on Communication Errors [Electronic resource] / B. Molesworth, D. Estival // Safety Science. 2015. – № 73. – P. 73–79. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2014.11.004>.
2. Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC) [Electronic resource]. – Mode of access : <https://skybrary.aero/articles/controller-pilot-data-link-communications-cpdlc>.
3. Pongsopa, K. Ambiguous Communication of Aviation Personnel Contributing to Aircraft Accidents [Electronic resource] / K. Pongsopa, S. Sarnsingtha, W. Plangwattana // Journal of Technical Education Development. – Mode of access: <https://doi.org/10.14416/j.ted.2023.06.001>.
4. Guclu, O. New Approach to the ATC-Pilot Radio Communication Phraseology Phonetic Confusion., 285–290 [Electronic resource] / O. Guclu. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-3-319-67134-5_20.
5. Fahmi, M. Conveying Message Distortion: A Synchronous and Asynchronous Approach to Effective Aviation Communication Services [Electronic resource] / M. Fahmi, L. Setiyaningsih, M. Lailiyah. – Mode of access: <https://doi.org/10.26905/nomosleca.v9i1.9980>.

6. Corradini, P., & Cacciari, C. (2002). The Effect of Workload and Workshift on Air Traffic Control: A Taxonomy of Communicative Problems / P. Corradini, C. Cacciari // *Cognition, Technology & Work*. – 2002. – № 4. – P. 229–239.

УДК 331.101.3

А. Г. Капустин, А. С. Корнеева, З. В. Машарский, А. С. Федорович

Белорусская государственная академия авиации

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОТИВАЦИОННОГО АСПЕКТА УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

В работе представлены результаты исследований по теме «Мотивация к обучению», проведенных среди курсантов Белорусской государственной академии авиации. Для получения достоверных результатов разработаны тесты, результаты обработки которых, позволили качественно и количественно оценить уровень мотивированности курсантов к обучению и определить направления работы по повышению уровня мотивированности к учебе и освоению выбранной профессии [1–3].

В тестировании приняли участие 67 респондентов (курсантов) двух учебных групп (первый и четвертый курсы) в возрасте от 17 до 22 лет (7 девушек и 60 юношей). Проведенные исследования в совокупности позволили оценить уровень стремления курсантов к достижению цели к успеху. Исследования позволили определить (качественно) стремление курсантов для достижения цели. Результаты обработки тестов приведены в виде диаграмм [2, 3].

Мотивация курсантов всегда играла важную роль в достижении академических целей. В условиях современного образовательного процесса есть возможность применять различные подходы для повышения заинтересованности обучаемых. Например, создание поддерживающего сообщества, а именно форумы и группы (организация платформ для обсуждений и обмена опытом среди курсантов разных курсов), создание клуба выпускников; приобщение курсантов к игровым квестам и викторинам (для адаптации скучного и обыденного процесса обучения); позитивные примеры, а именно общение с выпускниками, чтобы курсанты могли вдохновиться успехом выпускников прошлых лет. Все эти мероприятия должны способствовать стремлению курсантов к участию в управлении качеством образовательного процесса, то есть повышению уровня мотивации и интегрированию курсантов в систему управления качеством образовательного процесса.

Ниже приводятся некоторые результаты опроса курсантов по теме «Мотивированность к учебе».

На первый вопрос теста «С каким настроением Вы идете утром в академию?» 70 % курсантов первого курса ответили «С нормальным настроением», 20 % – «С приподнятым настроением», остальные (10 % курсантов) предпочли ответ «Чаще хочется остаться дома». На тот же вопрос 50 % курсантов четвертого курса ответили «Чаще хочется остаться дома», 30 % выбрали ответ «С нормальным настроением», остальные (20 %) ответили «С приподнятым настроением».

Второй вопрос «Нравятся ли Вам занятия в академии?» 40 % курсантов первого курса выбрали ответ «Да, нравятся», 40 % – «Нравятся, но не очень» и 20 % выбрали ответ «Нет, не нравятся». Мнение курсантов четвертого курса практически совпадает с мнением первокурсников. Вывод – большинству курсантов нравятся занятия в академии.

Третий вопрос «Способствует ли регулярное посещение занятий выполнению в срок заданий (контрольные, курсовые работы и др.)?» – 70 % курсантов первого курса ответили «Способствует выполнению в срок заданий лишь отчасти», 20 % – «Не вижу связи между посещением занятий и хорошим усвоением материала учебной дисциплины», 10 % – «Да, способствует». Большинство курсантов четвертого курса (80 %) ответили, что регулярное

посещение занятий не способствует выполнению в срок заданий, остальные (20 %) ответили, что способствует.

Четвертый вопрос «Как Вы относитесь к заданиям для самостоятельной работы?» 70 % курсантов первого курса ответили «Выполняю по мере необходимости», 15 % – «Мне нравятся работать самостоятельно», остальные 15 % – «Не люблю такие задания». А курсанты четвертого курса в большинстве (80 %) выбрали вариант «Не люблю такие задания», остальные 20 % выполняют их по мере необходимости.

Пятый вопрос «Что мешает Вашей учебе?». Мнения курсантов первого курса разделились: 20 % ответили «Неуверенность в том, что после окончания академии можно будет устроиться на работу по специальности», 40 % ответили «Ничего не мешает» и остальные (40 %) – «Собственная лень и личная неорганизованность». Четвертый курс – 100 % курсантов ответили – «Неуверенность в том, что после окончания академии можно будет устроиться на работу по специальности». Вывод – большинство курсантов четвертого курса не уверены, что найдут работу по специальности.

Шестой вопрос «Обсуждаете ли Вы учебу в академии с родителями и друзьями?» Первый курс – 90 % курсантов рассказывают об учебе в академии родителям и друзьям, остальные (10 %) ничего не рассказывают. Курсанты четвертого курса – 80 % делятся впечатлениями, остальные (20 %) делятся какой-то информацией. На наш взгляд это связано с тем, что на первом курсе учеба кажется чем-то новым и неизведанным процессом, что и вызывает особый интерес к занятиям. На четвертом курсе процесс обучения выглядит чем-то обычным и полностью изведанным, что и определяет меньшую заинтересованность делиться впечатлениями.

В общем можно заключить, что анализ ответов респондентов выявил следующие тенденции (особенности):

1. Настроение перед занятиями – первый курс посещает учебные занятия с нормальным или приподнятым настроением и в целом положительно относится к занятиям в академии. В то время как четвертый курс, хотя и позитивно относится к занятиям, но предпочитает чаще не посещать занятия в академии, по каким-то своим личным причинам.

2. Посещение занятий – первокурсники считают, что регулярное посещение занятий способствует качественному усвоению учебного материала и выполнению заданий в срок. Четверокурсники не видят связи между посещаемостью занятий и качественным усвоением материала, но предпочитают сдавать все контрольные задания и защищать лабораторные задания в срок.

3. Выполнение самостоятельных заданий – в данном вопросе курсанты сошлись во мнении и ответили, что выполняют такие задания по мере необходимости.

4. Что мешает учебе курсантов – первокурсникам мешает неуверенность в том, что они смогут найти работу по специальности после окончания академии. Четверокурсников волнует качество образования и перспектива их дальнейшего трудоустройства.

5. Мотивация и одобрение – большинство опрошенных курсантов считают, что похвала родителей, удовлетворенность преподавателем и хорошее знание по специальным дисциплинам имеют для них первостепенное значение.

6. Обсуждение академической жизни – первокурсники делятся своими впечатлениями об академии с друзьями и родителями, поскольку школьная система образования значительно отличается от университетской. Четверокурсники своими впечатлениями с родителями и друзьями особо не делятся. Но отмечают, что делали это ранее, когда были на первом курсе.

7. Цели и перспективы – первокурсники, в первую очередь, стремятся закончить академию и получить диплом с высокими оценками. Четверокурсники – нацелены на материальное обеспечение уровня жизни и поиск высокооплачиваемой работы.

8. Изменения в представлении о профессии – у большинства курсантов первого курса расширились впечатления о выбранной профессии, у остальных остались прежними. У большинства четверокурсников представления о выбранной специальности остались прежними.

9. Будущая учеба – курсанты обоих курсов не задумываются о продолжении учебы после получения диплома, хотя, у некоторых возникает такое желание. Первокурсники считают, что им еще рано об этом думать.

Сравнивая ответы первокурсников с четвертым курсом, можно сделать вывод, что мотивация к учебе со временем снижается. Причины – загруженность различными мероприятиями, необходимость подработки, незаинтересованностью к учебе, либо разочарованием в выбранной специальности.

Эти выводы подчеркивают различия в восприятии учебного процесса и будущей профессии между курсами, а так же общие проблемы, касающиеся уверенности в трудоустройстве, окончании академии и получении диплома с высокими оценками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бонюшко, Н. А. Стратегические основы управления качеством в вузах: монография для аспирантов всех форм / Н. А. Бонюшко, А. А. Семченко. – СПб. : Изд-во «Культ-информ-пресс», 2015. – 160 с.
2. Зотова, В. А. Студенческая оценка качества образования: европейский опыт / В. А. Зотова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–3. – С. 561–564.
3. Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб; Питер, 2006. – 512 с.

UDC 811.111

D. S. Minchanka

Belarusian State Academy of Aviation

ENGLISH IS A VITAL COMPONENT OF WORLDWIDE AVIATION SAFETY

Aviation security is the state of protection of aviation from illegal interference in the course of its activities. Security is carried out in order to prevent illegal entry of citizens and other persons into the area of an aviation organization, for example, an airport and other facilities on the territory.

To prevent the illegal transportation of weapons, ammunition, drugs and psychotropic substances and other prohibited items by air transport [1].

Also, the job of an aviation security specialist is to inspect passengers, baggage and aircraft and its contents. For this purpose, pre-flight inspection is carried out on the territory of Belarus, as well as personal inspection if necessary.

The security work consists in the responsibility of monitoring the work of the airport and its employees, screening aircraft and their passengers, preventing the risk of terrorist acts, drawing up acts and requirements for the competent operation of the airport, as well as investigating incidents that occurred at the airport [2].

To implement this activities for safety service, need a good command of English. English is the main language in the aviation sector, it is needed for flight management and passenger service.

For all aviation specialists, knowledge of special terms and concepts is needed, and in the aviation field, familiar English words have completely different meanings.

English has become the main language of aviation for two main reasons: historical and practical. It so happened that aviation began to develop most quickly and efficiently in English-speaking countries such as the United States and Great Britain.

This has contributed to the fact that English has become a leading language in the aviation sector. For this reason, the International Civil Aviation Organization (ICAO) in 2008 established language literacy standards for all aviation professionals using English for international communications [3].

Fluency in English is a great advantage, but is it enough to know only one language nowadays?

Of course, the most popular language today is English, but also today more and more people want to know other foreign languages. According to statistics, the second most popular language to learn is Spanish.

Spanish is the second most popular language in the United States due to the large number of immigrants from Mexico and Latin American countries. Spanish is also the working language of the United Nations. The third language to study is Chinese. Today, more than 1.3 billion people speak Chinese [3].

It has a simple grammar, but most have difficulties with spelling and pronunciation. Chinese is also the working language of the United Nations. The fourth most popular language is Arabic. It is also similar to Chinese in terms of the complexity of learning, but the peculiarity of the Arabic language lies in the large number of dialects.

Today, China is one of the main political partners of Belarus. Today, cooperation is underway in the field of security, military, and aviation cooperation. Our countries are constantly cooperating in the field of combating international crime and ensuring public safety.

And of course, this cooperation could not touch on the topic of international communication in the aviation sector. To date, Belavia Airlines operates direct flights to Minsk-Bayun (China).

In my opinion, the most promising language is Chinese, of course, after English. I also believe that the friendly relations between Belarus and China will leave their mark in the world of linguistics and communication.

When communicating with a Russian-speaking and English-speaking aviation specialist with a person whose native language is Chinese, misunderstandings may arise due to ignorance of the peculiarities of the Chinese language.

For example, most Chinese people cannot pronounce the letter “R” and misunderstandings may arise during the dialogue. The next aspect is tonality, the same word can have different meanings depending on the tone of pronunciation. Another feature of the Chinese language is a large number of dialects.

In my opinion, knowledge of additional foreign languages can improve the quality of communication between specialists. In the modern world, knowledge of one foreign language is not a sign of high education.

In most countries, the standard is to know two or more foreign languages.

Native speakers may have insufficient vocabulary to discuss narrower topics or speak with a strong accent, which will make it difficult to communicate with a specialist from another region.

Specialists may not accept aspects of speech etiquette, therefore, in order to improve communication skills, a specialist should know as many foreign languages as possible.

Therefore, today every aviation specialist should think about learning an additional language.

REFERENCES

1. Wikipedia [Electronic resource]. – Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Безопасность_полетов. – Date of access: 29.10.2024.
2. Europeanproceedings.com [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epsbs.2021.05.383>. – Date of access: 29.10.2024.
3. Ulagat.com English skills [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ulagat.com/2020/11/26/the-problem-of-principles-of-self-study-learning-of-foreignlanguage-by-students>. – Date of access: 29.10.2024.

УДК 811.111

A. A. Oleinikova, A. E. Reut, D. I. Tarasik

*Belarusian State Academy of Aviation***TO THE QUESTION OF ENGLISH LANGUAGE PROFICIENCY OF AVIATION SPECIALISTS**

Over the past decades, there has been a trend towards the development and growth of air (aviation) transportation, which in turn has a significant impact on various areas of human activity, such as the global economy, science, national security, ecology, and tourism. Today, air transportation is one of the fastest growing and developing types of transport in the world. However, innovations, improvements, and achievements in the aviation industry cannot be imagined without human participation.

Active human participation in innovation in the aviation industry leads to the fact that the human factor becomes a fundamental element in the development and growth of air transportation, since it occupies a central place in ensuring flight safety and creating the necessary conditions for the effective work of aviation personnel. It is worth noting that the human factor is understood as the influence of such aspects as cultural, organizational, physiological, psychological and social on human behavior in the process of performing work and making decisions. Consequently, any error or discrepancy in the correctness of making the necessary decision can lead to unfavorable unintended consequences, aviation accidents.

One of the most dangerous and common human factor errors of aviation specialists is lack of communication. It is important to note that according to statistics on the investigation of aviation accidents, 70–80 % of aviation incidents occur due to the human factor, and communication error occupies one of the highest positions in prevalence. First of all, this is due to the fact that communication in aviation is not just an exchange of information or certain data, it is the basis of flight safety and efficiency, as well as a key element of the work of aviation specialists. The interpretation of the error name “lack of communication” leads to the fact that it implies inaccuracies in the work of a class of aviation specialists for whom the transmission of information and radio exchange are the main tasks in the performance of their job responsibilities. Thus, this type of aviation specialists include: aircraft commanders, pilots, flight attendants, air traffic controllers. However, such an interpretation is not entirely correct, since professional communication and communication are a key human factor in the work of engineering personnel performing technical operation of aircraft and aviation equipment. Thus, let us consider two key aspects of this issue [1].

Lack of communication in the performance of work by aircraft maintenance specialists (hereinafter – AMT) is a key human factor that can lead to incorrect, poor-quality or suboptimal maintenance. In this case, communication is carried out between the AMT and people who occupy different positions and perform different functions to ensure the correct and safe operation of the aircraft and the equipment installed on board the aircraft (e. g. management, pilots, spare parts suppliers, other aircraft and aviation equipment maintenance specialists). Incorrect, incomplete exchange of information or the absence of communication in general can lead to various types of errors, inaccuracies or omissions. That is why communication between maintenance specialists is an important component of aircraft safety, especially during procedures when several technicians perform work on the aircraft. In this case, it is imperative to ensure the exchange of accurate and complete information to ensure that all work is performed in full and without skipping any stage.

Accordingly, each stage of the maintenance procedure must be performed in accordance with the approved instructions and rules. To fulfil this condition, it is necessary that the tasks and requirements set, as well as messages about existing faults and data on work already performed, are stated and explained correctly and do not cause misunderstandings, confusion or ambiguous interpretation. If information is not conveyed clearly, this may lead to incorrect actions, which may entail a wide variety of consequences.

However, correct communication is also the most important part of the professional activity of pilots and air traffic controllers. After all, flight safety, health and life of both other aviation specialists and passengers depend on the correct and effective work of these aviation specialists.

As a rule, the causes of communication failures are classified as follows:

- linguistic (reasons directly related to the language of communication and the corresponding language norms);

- extralinguistic (complexity of information, incorrect forecasting of the situation, stress, distraction, excessive workload, fatigue and personal characteristics of the communication participants).

It should be noted that in the overwhelming majority of cases, it is linguistic factors that cause misunderstandings between the participants of radio exchange. According to statistics, in 54 % of cases, it is errors related to the linguistic factor that leads to aviation accidents. For example, the main causes of communication failures and breakdowns are: ambiguity of wording during negotiations, incorrect interpretation of terms, erroneous use of the digital alphabet, violation of word order, incorrect pronunciation of terms, use of a large number of words that do not carry a semantic load. Thus, the ability to clearly, accurately, briefly and laconically convey the necessary information, command or provide feedback is competent communication of aviation specialists. Accordingly, if for some reason these points are not fulfilled or are missed, then the so-called error of “lack of communication” occurs.

It is also worth noting that an important role, as one of the means to overcome the lack of communication, is played by technical English. Proficiency in aviation English is of crucial importance for specialists who work with technical documentation of foreign manufacturers. It should be mentioned that aviation technical English differs from general English and requires special knowledge and skills.

Traditionally, the language training program for air traffic controllers includes three courses: General English, Aviation English and Radio Phraseology, which represent a scheme for the language training of a specialist, with a gradual transition from general educational tasks to purely professional ones.

It goes without saying that all aviation specialists are subject to high requirements for knowledge and proficiency in professional English. However, for various types of aviation specialists, taking into account their professional activities, the most important and significant aspects of the use and understanding of technical English and professional speech can be identified.

As noted above, for technical personnel, the most important is the ability to read and correctly interpret the relevant documentation and instructions, describe and compile reports using professional terminology on the work done and tasks completed, carry out business correspondence with management, suppliers of equipment and spare parts, and also be able to perceive professional speech by ear, in order to communicate with colleagues during aircraft maintenance. In turn, the following set of requirements are put forward to pilots and dispatchers, who are the main participants in radio exchange: the ability to briefly, but at the same time, fully convey and present the necessary information, clearly pronounce words and terms, analyze information and the current situation, perceive received data or commands, and carry them out, enter into negotiations with crew members or other aviation specialists taking into account the basic communication standards.

According to the International Civil Aviation Organization qualification scale, there are six levels of proficiency in English as a language of professional communication. A candidate wishing to get a job in the aviation industry must have at least the fourth level of English, called the “operational level”. This level of English proficiency implies the ability to freely communicate not only on professional topics in the process of performing official duties, but also on general topics related to work to one degree or another. The fourth “working” level includes proficiency in the so-called “general” or conversational English (plain English) and aviation English. Phraseology of radio exchange in English is also subject to qualification testing [2].

Based on all of the above, the following conclusions can be made: human factor errors in aviation are an integral part of the development and improvement of the aviation industry, since further analysis, research and assessment of such errors are aimed at focusing attention on these problems in order to solve them before they lead to irreversible consequences. An example of an error

that was considered is a lack of communication. Based on the analysis, it is clear that the introduction of professional radio exchange vocabulary and technical terminology in English helps to reduce the language barrier for aviation specialists, and accordingly is an important vector of development in order to reduce the impact of this error on flight safety.

As noted above, depending on their specialty, different aviation specialists are required to have different skills and abilities in the field of studying and proficiency in aviation English. Their comparison and analysis show that technical personnel, air traffic controllers and pilots must be able to express their thoughts briefly and clearly (both orally and in writing), avoiding ambiguous formulations in order to be understood correctly. However, there are also differences, since technical personnel specialize in reading and understanding the information read in technical English, while air traffic controllers and pilots must be able to perceive and analyze oral speech [3]. Thus, when training various aviation specialists, the necessary professional skills and abilities are taken into account, which significantly affects the various approaches and methods of studying professional English, which will meet all the requirements and ensure the proper level of language competence of aviation personnel.

REFERENCES

1. Reason, J. Human error / J. Reason. – UK: Cambridge University Press UK, 1990. – 18 p.
2. Shawcross, Ph. Principles of aviation English training / Ph. Shawcross // ICAO Journal. – 2009. – Vol. 64. – № 3. – P. 6.
3. Doc 9806 AN/763. Human factors guide-lines for safety audits manual. – Montreal: ICAO, 2002. – P. 1–6.

UDC 811.111

I. P. Patrepka

Belarusian State Academy of Aviation

PILOT'S LANGUAGE TRAINING IS CRUCIAL FOR ENSURING THE SAFETY AND EFFICIENCY OF FLIGHTS

One of the most significant parts of training a pilot is a language proficiency. Explanatory and accurate communication between flight and cabin crew members, air traffic controllers, aeronautical station operators and other pilots is integral part of providing a safe flight. Neglecting of implementation of this aspect of flight can lead to irreversible consequences. Historically, the conditions in which pilots and air traffic controllers received any specific aviation English training differed greatly. While air traffic controllers often followed a well-defined curriculum within a national training establishment, with an exam that set a certain level of language proficiency, pilots' language training tended to be less institutionalized because commercial pilots came from different sources: cadet schools, the military, and individual self-funded training [1].

The duration of training is one of the main characteristics of the language preparation of the specialist. In different institutions and in different countries it varies greatly. Thus, study of language training duration of pilots in different countries, airlines and different specialized courses or flight schools can be useful in improving our personal Belarusian approach to preparing pilots and other aviation staff.

In Belarus pilot language training is provided in the context of studying in specialized establishment of education, namely Belarusian State Academy of Aviation. Here the education programme includes: Aviation English, whose lengths of tuition is 212 hours, English radio exchange phraseology – 180 hours [2]. This course is aimed at achieving level 4 (Operational) at test which is acknowledged ICAO (International Civil Aviation Organization) as trusted which is currently

minimum that each pilot who is flying internationally must have. The programme is focused on learning specialized terminology and has emphasis on practical language application as well. In total, future specialist obtains nearly 392 hours of language preparation. But it should be taken into consideration that the educational course is supposed to be lectured in a group, where everyone has its own English level, which can sufficiently vary with one another's.

For comparison let's get acquainted with the lengths of Aviation English programmes in establishments of education in the Russian Federation. For example, "Saint-Petersburg State Civil Aviation University", which provides its students with a 296-hour language preparation [3]. The goal is to develop communicative competence in conducting radio exchange in English according to ICAO standards at all stages of flight in standard, non-standard and emergency situations for which a standard phraseology may not be provided; activation and systematization the basic communicative skills necessary for a successful demonstration of the existing level of language competence, as well as to increase the degree of confidence and readiness to test the level of proficiency in English. Higher education establishment "Ulyanovsky Civil Aviation Institute named chief air marshal B. P. Bugaev" provides pilot students with listed below disciplines with a certain duration of tuition: Aviation English – 180 hours, English radio exchange phraseology – 36 hours. In total, student receives 216 hours of preparation [4]. For the correctness it is important to show one more way to raise language proficiency which is acceptable in the Russian Federation – Russian airline's language programmes. For instances, "S7 Airlines" has its own training programme, which is suitable for applicant who already has ICAO level 3 and intends to achieve level 4. The educational process consists of "Common and Aviation English" (120 hours), "English radio exchange phraseology" (48 hours) and "Preparation for ICAO English proficiency test" (32 hours). In total, we've got a 200-hour language preparation [5]. It is also worth considering "Aeroflot's teaching programme", which contains: "Aviation English as required by ICAO" (120 hours), "Aviation Technical English" (130 hours), "English Radio Exchange Phraseology" (Introductory level) (72 hours) [6]. Goals of this programme are similar to the previous one's. Collectively trainee gets 322 hours of language preparation.

Continuing the comparison let's look into Kazakhstan's approach to educating professional language to pilots. Similarly to Belarus Kazakhstan's school-leavers can enter the only one aviation higher education institution it is "Civil Aviation Academy" in Almaty. The curriculum includes Aviation English (192 hours) and English radio exchange phraseology (120 hours) [7]. Putting these together we are getting a 312-hour English training course. Let's take a look at the courses that Kazakh airlines own. "Air Astana" offers pilot training programme which is called "Ab-initio". It is important to note that the program involves some criteria for the selection of candidates In particular, applicants must provide to the company certificate either IELTS (Academic) 6.0 or TOEFL (IBT) 79, which corresponds to Upper-Intermediate Level. After the selections participants are sent to one of approved pilot schools. For example, PATRIA (Patria Pilot Training), Tampere, Finland, where future pilots study various courses. There is a course, whose aim is to reach ICAO level 4. This course offers about 150 hours of Aviation language lessons and is directed to aviation terminology and practice [8].

Regarding other regions of the world, we propose to consider the region of North America. It's meaningful to collect data about language preparation from aviation universities of this part of world, because in contrast to post-soviet countries, in this region the English language is widely used at a higher level, not to mention English-speaking countries like the US and Canada where most of the population are native speakers. "Aviator College of Aeronautical Science & Technology" possess course with a Bachelor Degree. Among other things the course contains Aviation English programme. The mission of this programme is to provide valuable, purposeful, and meaningful Aviation English instructions to students. It is assumed that 200 hours of tuition will be enough to achieve ICAO level 4 [9]. Also, we've explored methods of training aviation English in the two largest North American airlines: "American Airlines", "United Airlines". Both companies offer candidates approved aviation schools as a way to become pilots of their airlines. For example, "ATP" proposes programmes which typically involve both e-learning modules and virtual instructor-led sessions to develop skills in

pronunciation, vocabulary, fluency, and comprehension specific to aviation contexts. These programmes require approximately 100–110 hours of tuition [10].

We conduct a comparative analysis of duration of Aviation English tuition in different higher education establishments. Now, summing up the results, you can see that the BSAA educational programme is the longest of the presented, which indicates a high level of language training, since more academic hours are intended for the development of the specialist's competence in aviation English. Next come programme of "Civil Aviation Academy" of Kazakhstan and Russian programmes: firstly "Saint-Petersburg State Civil Aviation University", secondly "Ulyanovsky Civil Aviation Institute named chief air marshal B. P. Bugaev". At the end we see "Aviator College of Aeronautical Science & Technology", it is explained that the US is an English speaking country which in turn simplifies the learning process.

According to the comparison we can make a conclusion that the accents on improving language proficiency of pilot students across aviation universities vary moderately. The reasons for this may be different goals, different approaches and different requirements for graduates. Somewhere more attention is paid to other kinds of disciplines, but it's important to remember about a huge impact of high level of proficiency in aviation English on flight safety.

Studying "The statistical analysis of human factor as the main cause of aviation accidents" by A. N. Liznev, we understand that the ability to have accurate and appropriate communication between aviation specialists, in particular pilots, is one of the most important principles of aviation safety. Referring to the previously-mentioned analysis, we see that the 87 cases of major catastrophes between 2000 and 2018 were analyzed. In the first phase of the study, all cases were divided into three main groups for reasons leading to the tragedy: group one – human factor overall 70.11 %, group two – natural phenomena 17.24 %, group three – air accidents with undetermined causes 12.64 %. We are interested in the first group. So, according to the resource, detailed analysis showed that the majority of human factor of the plane crash is crew error – 62.29 %, second place is technology malfunction 14.75 %, third place – terrorist attacks 9.83 % and others [11]. It is clear that not all of these 62.29 % are due to the unwillingness of aviation staff to communicate at a proper level but this is a high percentage and even if the problem of English does not play a primary role, it has significant impact on safety passenger and goods transport.

Determining the exact annual number of aviation incidents caused by language barriers in English communication is challenging, as many accident reports lack detailed analysis of language issues. However, reports indicate that language miscommunication, particularly in English, does contribute to various aviation incidents worldwide. One notable case in 2006 involved a Brazilian commercial flight, where miscommunication between pilots and air traffic control played a role in a mid-air collision. Reports from the International Civil Aviation Organization (ICAO) reveal that incidents related to language have been documented, often under general "communication issues", making it difficult to isolate cases specifically due to poor English proficiency.

Since ICAO implemented mandatory English language proficiency standards in 2008, aviation authorities have aimed to reduce incidents linked to miscommunication. Still, research suggests that issues persist, especially as aviation grows in regions with a high number of non-native English-speaking pilots and air traffic controllers. Studies from Embry-Riddle Aeronautical University and the Flight Safety Foundation emphasize that language proficiency is not consistently assessed or addressed in accident investigations, leaving a gap in fully understanding its role in incident dynamics.

In summary, language proficiency is a crucial aspect of pilot training, ensuring safe and effective communication among pilots, air traffic controllers, and other aviation personnel. Historically, however, the standardization and rigor of language training varied, with pilots often receiving less structured instruction compared to air traffic controllers. This gap in language training has led to incidents where miscommunication contributed to serious accidents, highlighting the need for standardized language requirements across the aviation industry.


Inconsistencies in language training hours across regions suggest differing priorities and resources allocated to language proficiency. Given that incidents linked to communication barriers

continue to arise globally, uniformity in aviation English training could enhance international flight safety standards. This underscores the importance of ICAO's 2008 English proficiency requirements, which have successfully increased awareness and efforts toward a safer, more communicative aviation environment. However, ongoing research emphasizes that enhanced and continuous assessment is still necessary to fully address language-related safety issues.


Analyzing the duration of language training is a valuable metric for assessing the quality of pilot preparation, as the amount of instructional hours can significantly impact proficiency in aviation-specific English. Language training for pilots involves not only general vocabulary but also specialized terminology and radio communication protocols, all of which are crucial for ensuring precise and reliable exchanges between pilots, air traffic controllers, and ground personnel. Inadequate language training can lead to misunderstandings in both routine and emergency situations, which are critical to prevent in international flight operations, where English is the standard language.

REFERENCES

1. Icao.int [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.icao.int/safety/lpr/documents/323_en.pdf. – Date of access: 29.10.2024.
2. Bgaa.by [Electronic resource]. – Mode of access: <https://portal.bgaa.by/list>. – Date of access: 29.10.2024.
3. Spbguga.ru [Electronic resource]. – Mode of access: <https://spbguga.ru/education/uchebnye-plany-bakalavriat2>. – Date of access: 29.10.2024.
4. Uvauga.ru [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.uvauga.ru>. – Date of access: 30.10.2024.
5. S7training.ru [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.s7training.ru/anglijskij-yazyik/professionalnyj-anglijskij-yazyik/anglijskij-yazyik-dlya-pilotov>. – Date of access: 30.10.2024.
6. Avb.ru [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.avb.ru>. – Date of access: 30.10.2024.
7. Caa.edu.kz [Electronic resource]. – Mode of access: <https://caa.edu.kz/#>. – Date of access: 01.11.2024.
8. Job.airastana.com [Electronic resource]. – Mode of access: <https://job.airastana.com>. – Date of access: 01.11.2024.
9. Aviator.edu [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.aviator.edu/icao-aviation-english>. – Date of access: 03.11.2024.
10. Atpflightschool.com [Electronic resource]. – Mode of access: <https://atpflightschool.com/airlines/united-airlines-aviate-pilot-program.html>. – Date of access: 05.11.2024.
11. Статистический анализ человеческого фактора как основной причины авиакатастроф / А. Н. Лизнев [и др.] // XV Всероссийская Бурденковская научная конференция. – М., 2019. – 560 с.



**СЕКЦИЯ 7.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ
ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ
АВИАЦИИ**



УДК 331.101.33

А. Д. Автухович, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

ИЗУЧЕНИЕ УРОВНЯ ВЫРАЖЕННОСТИ ИНФАНТИЛИЗМА КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

Успешное функционирование многих сфер жизни человечества, таких как культура, наука, образование, искусство и экономика, требуют постоянно развития профессионалов своего дела и улучшения качества жизни населения. Уверенные в себе люди, ответственные и мобильные, способные адекватно оценивать свои возможности и обеспечивать себя – вот те, кто имеет высокую ценность для человечества и его существования. Однако гедонистическая направленности СМИ и других средств связи способствуют появлению нового поколения людей.

Гедонизм (др.-греч. «наслаждение, удовольствие») – это аксиологическое учение, согласно которому удовольствие является высшим благом и смыслом жизни, единственной терминальной ценностью (тогда как все остальные ценности являются инструментальными, то есть средствами достижения удовольствия) [4].

«Нужно жить сегодняшним днем и не думать о том, что будет завтра», «живи для себя» и «жизнь без забот» – основные послания молодым людям и подросткам в социальных сетях, СМИ, платформах для видео и иных источниках получения информации [1].

В условиях быстро меняющегося мира, где успешная интеграция в общество требует активных и ответственных действий, понимание и анализ явлений инфантилизма становятся необходимыми для формирования будущих компетентных и взрослых членов общества.

Проблема инфантилизации молодежи в последние десятилетия становится особенно актуальной социальной проблемой общества (Г. З. Ефимова, И. С. Клецина, А. В. Микляева, А. В. Утенков и др.).

А. В. Утенковым было предложено объяснение понятия «инфантилизм» «как незрелости в развитии, сохранение в физическом облике или поведении черт, присущих предшествующим возрастным этапам» [5, с. 30].

В социально-психологических исследованиях инфантилизация понимается как существенное замедление освоения молодыми людьми социальной роли взрослого человека со всеми ее атрибутами (с экономической независимостью от родительской семьи, включением в профессиональную деятельность, созданием собственной семьи, рождением детей и т. д.) [3].

К признакам личностной незрелости, сочетающимся с инфантилизмом, относятся: безответственность, пассивность, несамостоятельность, завышенная самооценка и уровень притязаний, эгоцентризм, обостренное, порой болезненное чувство психологической незащищенности, отсутствие целей в жизни, эгоцентризм, неумение анализировать собственные действия, перекладывание ответственности при принятии решения на других и др. [2].

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение уровня выраженности инфантилизма у курсантов. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 2–3 курса, юноши и девушки в возрасте 19–21 лет ($n = 45$). Диагностическим инструментарием для исследования явилась методика «Уровень выраженности инфантилизма» (УВИ), автор: А. А. Серегина.

Полученные данные о распределении уровней инфантилизации среди курсантов показывают, что значительная часть из них имеет слабоинфантильные характеристики. Конкретно, 26,67 % курсантов демонстрируют низкий уровень инфантилизации, что указывает на способность к самостоятельному принятию решений и ответственному поведению. Наиболее многочисленная группа, составляющая 57,78%, характеризуется слабоинфантильной личностью, что может свидетельствовать о наличии некоторых признаков инфантилизма, но с возможностью

адекватной адаптации в социальном контексте. Уровень инфантилизации среднего характера наблюдается лишь у 15,56 % курсантов, что может указывать на определенные трудности в развитии самостоятельности и ответственности, но без ярко выраженных проявлений. Важно отметить, что высокий уровень инфантилизации не был выявлен, что может говорить о в целом положительной динамике в процессе социализации и воспитания курсантов, а также о необходимости дальнейшего анализа и мероприятий, направленных на развитие личной ответственности и зрелости среди молодежи.

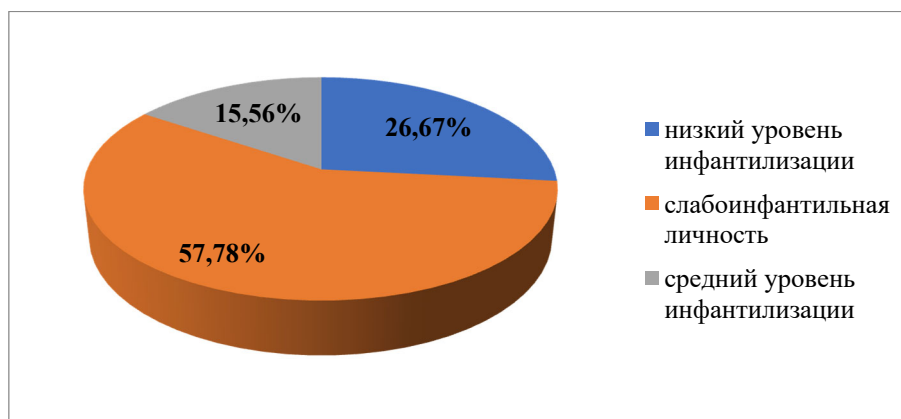


Рисунок 1 – Уровни выраженности инфантилизма у курсантов БГАА

Интересным представилось также изучение детерминант инфантильности (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели инфантильности у курсантов БГАА

Показатель	Процент проявленности
эмоционально-волевая сфера	20,95
трудовая мотивация	40,19
ценностные ориентации	26,35
развлечения, гедонизм	30,00
рефлексия	25,19
позиция иждивенчества	33,99
неупорядоченность поведения	33,63
преодолевающее поведение	24,94

На уровень инфантилизации влияет такой показатель как «трудовая мотивация» – 40,19 %. Это свидетельствует о значительном преобладании характеристик, указывающих на зависимость от внешних стимулов и недостаточную активность в стремлении к самостоятельной трудовой деятельности. В дополнение к этому, шкала «позиция иждивенчества» показала значение 33,99 %, что указывает на присутствие у курсантов стремления возложить ответственность за свою жизнь и карьеру на других, в том числе на родителей или образовательные учреждения. Наконец, уровень «неупорядоченности поведения» составил 33,63 %, что может отражать трудности в организации собственного времени, расстановке приоритетов и достижения целей.

Данные результаты подчеркивают необходимость комплексного подхода к воспитанию и обучению курсантов, направленного на формирование устойчивой трудовой мотивации, развитие личной ответственности и эффективных навыков самоуправления, что будет способствовать преодолению инфантилизации среди молодежи.

С помощью непараметрического коэффициента корреляции была исследована сила взаимосвязи между общим уровнем инфантилизации и его компонентами на уровне значимости 0,05. Результаты анализа показали, что уровень инфантильности у курсантов в значительной степени коррелирует с такими факторами, как преодолевающее поведение,

стремление к развлечениям, гедонизм и ценностные ориентации личности. В частности, высокие значения преодолеляющего поведения указывают на недостаточную готовность курсантов справляться с трудностями и активно решать возникающие проблемы. Стремление к развлечениям и гедонистическая установка также способствуют формированию инфантильных черт. Кроме того, ценностные ориентации личности оказывают влияние на формирование жизненных приоритетов и мотивации к достижениям, что, в свою очередь, может отражаться на уровне инфантилизации. Данные результаты подчеркивают необходимость более глубокого анализа указанных факторов и разработки программ, направленных на коррекцию инфантильных тенденций среди молодежи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андросова, М. И. Инфантилизм как проблема развития личности / М. И. Андросова, Я. А. Тимофеева // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 69–1. – С. 33–35.
2. Басина, Т. А. Взаимосвязь инфантилизма и жизнестойкости курсантов / Т. А. Басина // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Психологические науки. – 2023. – № 3. – С. 40–50.
3. Микляева, А. В. Личностный инфантилизм в дискурсе психологического консультирования (по материалам интернет-форума) / А. В. Микляева // Вестник Московского государственного областного университета. – 2018. – № 2. – С. 276–290.
4. Аллен, Р. Толковый словарь английского языка = Oxford Primary. Dictionary: более 30 000 слов / Р. Аллен. – М. : Астрель: АСТ, 2006. – VI, 568 с.
5. Утенков, А. В. Психологические детерминанты развития учебно-профессионального инфантилизма студентов педвуза / А. В. Утенков // Вестник Московского Университета МВД России. – 2011. – № 6. – С. 30–34.

УДК 79.07:629.7

Е.Д. Бойко, А.Д. Минаева

Белорусская государственная академия авиации

ФОРМИРОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ ЛЕТНОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ

Летная деятельность предъявляет исключительно высокие требования к волевым качествам пилота. Полеты с огромными скоростями и на больших высотах, сложность и многообразие работы летчика по управлению самолетом, постоянное наличие элементов опасности и другие условия летного труда несовместимы с какими-либо недостатками в развитии у пилота волевых качеств. Вот почему формирование и постоянное совершенствование указанных качеств приобретает особое значение в системе воспитания курсантов летных учебных заведений.

Волевые проявления личности тесно связаны с процессами высшей нервной деятельности. Поэтому, чтобы лучше понять закономерность формирования и совершенствования волевых качеств летчика, необходимо кратко остановиться на современных представлениях о физиологических механизмах волевых действиях человека, берущих свое начало в учении И. М. Сеченова и И. И. Павлова о так называемых производных движениях.

И. М. Сеченов, основываясь на данных современной ему физиологии, сделал предположение о том, что «...первая причина всякого человеческого действия лежит вне его», т. е. указал на зависимость волевых действий человека от условий внешней среды и воспитания.

Физиологическую основу так называемой произвольности движений И. П. Павлов видел в обусловленности их суммарной деятельностью коры и указывал, что весь «...механизм волевого движения есть условный, ассоциативный процесс, подчиняющийся всем законам высшей нервной деятельности» [1].

Воспитание волевых качеств летчика осуществляется под влиянием всей совокупности воспитательных воздействий в авиационном учебном заведении. При этом основой формирования и совершенствования волевых качеств является идейно-политическое воспитание. Только морально устойчивый, политически развитый, проникнутый сознанием и чувством долга летчик сумеет в полной мере проявить волевые качества в сложных условиях учебно-летной и чрезвычайных условиях боевой деятельности.

Идейно-политическое воспитание должно сочетаться с систематическими упражнениями в конкретной целенаправленной деятельности, связанной с проявлением воли. Овладение искусством пилотирования, самолетовождения, тренировка в полетах в сложных метеорологических условиях днем и ночью, – все эти последовательно осваиваемые летчиком элементы подготовки являются одновременно школой формирования и совершенствования волевых качеств.

В системе наземной подготовки важнейшее место в воспитании волевых качеств у летного состава занимают профессионально-прикладная физическая подготовка и спорт. Между тем конкретному решению задачи воспитания волевых качеств в практике физической подготовки уделяется очень мало внимания, в результате чего широкие возможности, которые представляют спортивная тренировка и занятия физической подготовкой для развития волевых качеств пилота, используются не полностью.

Установлено, что наличие у человека волевых качеств в определенной степени связано с такими непосредственными результатами физического воспитания, как физическая закалка, здоровье и крепость нервной системы.

Решающее значение в совершенствовании волевых качеств имеет правильная организация занятий физическими упражнениями и спортом. Тренировка в различных видах спорта и выполнения различных упражнений связана с преодолением различных трудностей, что заставляет обучаемых в той или иной форме проявлять свои волевые качества и в какой-то мере совершенствовать их. Несомненно, что рациональный подбор упражнений и видов спорта является необходимым условием развития у обучаемых тех или иных волевых качеств.

Практическое решение задач воспитания волевых качеств в процессе физической и спортивной тренировки осуществляется путем рационального использования физических упражнений с помощью ряда методических приемов, которые в зависимости от их преимущественной направленности могут быть разделены на три группы.

1. Методические приемы, направленные на создание условий для волевых действий обучаемых.

2. Методические приемы, направленные на побуждение обучаемых к волевым действиям.

3. Методические приемы, направленные на обеспечение успеха при тренировке в упражнениях, связанных с проявлением волевых качеств.

Создание условий для волевых действий обучаемых. Основной смысл последовательного изменения и усложнения упражнений состоит в том, чтобы обучаемые постоянно сталкивались с заданиями, выполнение которых требовало бы от них все новых и новых усилий, все новых и новых проявлений волевых качеств [2].

Так, например, основными моментами, которые определяют необходимость решительных и смелых действий, являются: наличие обстановки, требующей выбора одного из нескольких действий или способов их выполнения; ограниченность времени на ориентировку, выбор, принятие решения и действия; наличие элементов опасности. Эти условия возникают при выполнении большого числа физических упражнений, входящих в систему общей и специальной тренировки летного состава. Сюда должны быть, прежде всего, отнесены прыжки различного рода – с пружинного трамплина, через гимнастические снаряды и различные препятствия, прыжки на лыжах с небольших снежных трамплинов, прыжки в воду и др.; соскоки с

гимнастических снарядов; передвижение по уменьшенной площади опоры на различной высоте; спуски с гор на лыжах; упражнения на специальных снарядах – вращающихся качелях, подкидывающей сетке; различные виды единоборств – борьба, фехтование; подвижные игры и эстафеты с препятствиями; спортивные игры – баскетбол, ручной мяч, футбол.

Одним из важных приемов, направленных на совершенствование решительности и смелости, является создание и последовательное усложнение условий, определяющих наличие и степени условной или реальной опасности: увеличение высоты при передвижении по уменьшенной площади опоры, переход с упражнений на низких снарядах к упражнениям на высоких снарядах и соскоки с них, прыжки в глубину или в воду с постепенным увеличением высоты, спуски с гор на лыжах при возрастающей крутизне склонов, усложнение условий выполнения упражнений по необычности положения и перемещения тела в пространстве при выполнении ряда гимнастических упражнений.

Увеличение общего времени, в течение которого обучаемые вынуждены действовать в обстановке неизвестной опасности или воздействия других трудностей, также является одним из характерных методических приемов. Здесь могут быть рекомендованы увеличение протяженности трассы при спусках с крутых гор на лыжах, удлинение времени схватки при различных видах единоборства и т. п.

Побуждение обучаемых к волевым действиям. Разъяснение значения занятий физической подготовкой и спортом, места и значения различных видов спорта и физических упражнений как средств развития летных качеств является одним из существенных моментов, способствующих созданию активного отношения обучаемых к занятиям.

Практически это достигается в процессе теоретических занятий по физической подготовке, при постановке задач перед началом тренировки или состязания, при различного рода пояснениях в процессе проведения занятий и во время их разбора.

Прямое категорическое требование. Уже в постановке перед обучаемыми учебных задач выражено определенное требование. Опытным установлено, что прямое категорическое требование в ряде случаев может быть с успехом использовано в целях воспитания волевых качеств в процессе занятий физическими упражнениями.

Создание и поддержание положительного эмоционального отношения обучаемых к выполняемым задачам. Эмоциональное состояние обучаемых формируется под влиянием всей совокупности условий, в которых проходит тренировка. Прежде всего, необходимо стремиться формировать и поддерживать устойчивый интерес обучаемых к физической тренировке вообще и к конкретным упражнениям, в частности, вызывая желание выполнить сложные или опасные упражнения красиво, точно, четко, экономно и уверенно. Волево поведение обучаемых в значительной мере зависит и от общего эмоционального фона на занятии.

Состязания. Состязания как бы объединяют все изложенные выше приемы, направленные на побуждение обучаемых к волевым действиям.

Состязания по своему содержанию и условиям должны быть простыми. Упражнения, приемы и действия, включаемые в состязания, должны ставить обучаемых перед необходимостью проявлять волевые действия в рамках достигнутого уровня физической и технической подготовленности участников соревнований. Все состязание должно проводиться за 5–10 мин.

Преодоление отрицательного влияния неудач при выполнении упражнений. Вполне очевидно, что полностью уберечь всех обучаемых от отдельных неудач в процессе тренировки в сложных упражнениях удастся далеко не всегда. Такие неудачи, как невыполнение упражнения или норматива, неспособность преодолеть чувство страха, сходжение с дистанции, поражение в единоборстве, срыв или падение, особенно сопровождающиеся ушибами или более серьезными травмами, могут оказать отрицательное влияние на воспитание волевых качеств. Появляющаяся в результате неудачи неуверенность, нерешительность возникает обычно только при выполнении данного действия и в данных условиях, реже при выполнении исходных действий.

Отрицательная реакция на неудачу при выполнении физических упражнений может быть существенно ослаблена или полностью снята с помощью специальных методических приемов.

Один из этих приемов заключается в том, что руководитель заставляет обучаемых немедленно после неудачи повторить упражнение. Этот прием часто применяется на тренировках по акробатике, гимнастике, в прыжках на лыжах и по некоторым другим видам спорта. Пользоваться им следует с известной осторожностью и только в тех случаях, когда руководитель уверен, что повторное выполнение не принесет вреда обучаемому и будет удачным. Неудачи, сопровождающиеся тяжелыми падениями и травмами, могут породить резко выраженную и стойкую неуверенность обучаемых. В этих случаях основным путем преодоления нерешительности и неуверенности будет возвращение к тренировке в более простых упражнениях и в более легких условиях с последующим постепенным наращиванием трудностей и тщательным закреплением наметившегося успеха путем многократных повторений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Попов, Ф. И. Профессионально-прикладная физическая подготовка летного состава – компонент безопасности полетов / Ф. И. Попов, А. И. Маракушин, Н. Н. Бреславец // Физическое воспитание студентов. – 2011. – № 3. – С. 76–79.
2. Джамгаров Т. Т. Специальная тренировка летного состава средствами физической подготовки и спорта : учеб. пособие / Т. Т. Джамгаров, В. Т. Вощенко. – Москва : МО СССР 1963. – 240 с.

УДК 331.101.3

И. С. Валуок, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

ОСОБЕННОСТИ МОТИВАЦИОННО-ПОТРЕБНОСТНОЙ СФЕРЫ У РАБОТАЮЩИХ И НЕРАБОТАЮЩИХ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

Особое значение в последние годы приобретает практическая разработка проблем повышения эффективности деятельности и проблем мотивационной регуляции поведения личности в связи с повышением требований общества к успешности человека в разных видах деятельности. Важными компонентами в подготовке профессионала являются: мотивационный комплекс личности; мотивация профессиональной деятельности; социально-психологические установки личности в мотивационно-потребностной сфере.

Проблема мотивации и мотивов поведения и деятельности – одна из основных в психологии. В отечественной психологии разработан ряд плодотворных концепций деятельности и методологических подходов к ее изучению. Прежде всего, это работы общетеоретического плана С. Л. Рубинштейна, А. Н. Леонтьева, Б. М. Теплова, Б. Г. Ананьева, К. А. Абульхановой-Славской, В. П. Зинченко, В. Н. Мясищева, Г. В. Суходольского, Е. Б. Старовойтенко и др.

Мотивационный комплекс личности включает в себя совокупность потребностей, целей, установок и мотивов, которые определяют поведение и действия человека. Различные мотивы могут влиять на профессиональную деятельность человека, например, потребность в достижении успеха, самореализации, социальном признании и т. д.

Соотношения между потребностями и мотивами можно систематизировать следующим образом: потребность дает толчок к возникновению мотива; потребность преобразуется в мотив после опредмечивания, т. е. после нахождения предмета, способного ее удовлетворить. Поэтому потребность – часть мотива (В. А. Иванников, например, считает, что если побуждение принять за мотив, то частью этого побуждения является потребность); потребность и есть мотив (Л. П. Божович, А. Г. Ковалев, К. К. Платонов, С. Л. Рубинштейн и многие другие).

В настоящее время в образовательном процессе подготовки будущих авиационных специалистов наблюдается тенденция роста работающих курсантов, что сказывается на посещении учебных занятий, выполнения домашних заданий, а также на участие во внеучебных мероприятиях и научной работе. Следовательно, академическая мотивация снижается, а на первый план выходит зарабатывание денег. Сегодня работающих курсантов больше, чем неработающих. Работающие курсанты очной формы обучения – объективная реальность современности. С каждым годом все больше курсантов вынуждены работать параллельно со своим обучением из-за необходимости заработка. Это влияет на их учебные успехи, здоровье, эмоциональное состояние и общую профессиональную ориентацию.

Н. А. Цветкова указывает на факт того, что в данный период для тех студентов, кто работает, важнее доход, чем профессионально-личностный рост в русле осваиваемой профессии, хотя еще совсем недавно учебу с работой совмещали многие студенты из материально обеспеченных семей [2].

М. С. Короткова отмечает, что эпизодическая работа во внеучебное время все чаще стала заменяться систематическим трудом вне зависимости от профиля учебы и расписания занятий. Скорость продвижения по социальной лестнице к высокому социальному статусу стала зависеть от заинтересованности самих студентов в своем развитии. Обозначилась тенденция пролонгации периода молодости в связи с попеременным обращением к образованию и к профессиональной деятельности, что сходно с ситуацией в западных странах [1].

Таким образом, интересным представляется вопрос наличия или отсутствия значимых различий между работающими и неработающими курсантами БГАА по таким параметрам, как ценности и базисные убеждения. На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение особенностей мотивационно-потребностной сферы у курсантов. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 2–3 курса, юноши в возрасте 19–21 лет ($n = 60$), из них 30 работающих курсантов, 30 – неработающих. Диагностическим инструментарием для исследования явилась методика О. Ф. Потемкиной «Диагностика социально-психологических установок личности в мотивационно-потребностной сфере», направленная на выявление степени выраженности социально-психологических установок. Количественная обработка результатов осуществлялась с помощью расчета непараметрического U -критерия Манна-Уитни в программе SPSS 10 Statistics.

Проанализируем полученные данные в ходе проведенного исследования (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ социально-психологических установок в мотивационно-потребностной сфере у работающих и неработающих курсантов

Установка	Работающие курсанты	Неработающие курсанты	Различия D	Статистические различия
на процесс	5,47	5,90	-0,43	$U = 389,5$. Не значим
на результат	6,80	6,67	0,13	$U = 432,5$. Не значим
на альтруизм	3,03	4,23	-1,20	$U = 332$. Не значим
на эгоизм	6,40	4,83	1,57	$U = 263$. Значим на уровне $p < ,05000$
на труд	4,33	4,57	-0,23	$U = 422,5$. Не значим
на деньги	6,43	2,83	3,60	$U = 23,5$. Значим на уровне $p < ,05000$
на свободу	7,37	7,43	-0,07	$U = 429,5$. Не значим
на власть	5,10	3,50	1,60	$U = 276$. Значим на уровне $p < ,05000$

Анализ полученных данных показал, что у большинства курсантов наиболее выражены ориентации на «свободу», «результат» и «процесс». Высокий уровень выраженности установки «ориентация на свободу» присуща как работающим, так и неработающим курсантам. Человека с такой ориентацией характеризует то, что свобода является необходимым условием его самостоятельной деятельности, планирования, достижений. «Ориентация на результат» свидетельствует о стремлении курсантов достигать результата в своей деятельности вопреки суете,

помехам, неудачам. Установка на результат предполагает такое качество личности, как надежность. «Ориентация на процесс» также выражена как у работающих, так и неработающих курсантов, ими движет интерес к делу.

Вместе с тем выявлены статистически значимые различия в ориентациях у работающих и неработающих курсантов. Так, существуют значимые различия в ориентации на деньги ($U = 23,5$, критерий значим на уровне $p < 0,05000$), в ориентации на власть ($U = 276$. Значим на уровне $p < 0,05000$), в ориентации на эгоизм ($U = 263$. Значим на уровне $p < 0,05000$). Следовательно, работающие курсанты ориентированы на деньги, на власть и эгоизм в большей степени, нежели неработающие курсанты. Поэтому, для работающих курсантов зарабатывание денег является насущной проблемой, вместе с тем, для них ведущей ценностью является влияние на других и на общество в целом, при этом работающие курсанты ставят свои интересы выше интересов других людей.

Таким образом, исследование социально-психологических установок в мотивационно-потребностной сфере у курсантов БГАА в процессе обучения показало следующее:

- в большей степени курсанты ориентированы на свободу самовыражения, самостоятельность;
- курсанты ставят высокие цели, но стремятся лишь к той работе, которая интересна и приносит видимый результат;
- существуют значимые различия между работающими и неработающими курсантами в мотивационно-потребностной сфере. Так, работающие курсанты ориентированы на деньги, на власть и эгоизм в большей степени, нежели неработающие курсанты.

Таким образом, актуальным становится вопрос применения полученных результатов исследования в ходе подготовки будущих авиационных специалистов, а именно предоставление возможности в образовательном процессе свободы самовыражения и самостоятельности посредством использования активных и интерактивных методов обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Короткова, М. С. Социальный портрет работающего студента / М. С. Короткова // Научные труды Московского гуманитарного университета. – 2016. – № 3. – С. 47–51
2. Цветкова, Н. А. Ценности и базисные убеждения работающих и неработающих студентов / Н. А. Цветкова, К. Е. Лагвилав // Вестник университета. – 2022. – № 8. – С. 203–211.

УДК 623.592

А. С. Демичев, К. И. Крусь, Ю. С. Слижиков

Военная академия Республики Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕДУРНОГО ТРЕНАЖЕРА ЛЕТНОГО СОСТАВА И ЛИЦ ГРУППЫ РУКОВОДСТВА ПОЛЕТАМИ ПУТЕМ ИМИТАЦИИ СРЕДСТВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ АВИАЦИИ

На сегодняшний день в учреждении образования «Военная академия Республики Беларусь» создан и используется комплексный процедурный тренажер летного состава и лиц группы руководства полетами, который позволяет отрабатывать вопросы управления и взаимодействия между летным составом и лицами группы руководства полетами.

Комплексный процедурный тренажер летного состава и лиц группы руководства полетами обеспечивает:

- возможность обучения и проведения тренировок по глазомерному управлению полетами воздушных судов с рабочих мест группы руководства полетами, офицеров боевого

управления, визуальному управлению экипажами воздушных судов (далее – ВС) с рабочего места передового авиационного наводчика;

- возможность тренировки летного состава, лиц группы руководства полетами и командных пунктов при отработке тактических приемов и способов боевых действий при решении задач истребительной и штурмовой авиации;

- возможность моделирования боевой обстановки, ведения боевых действий авиацией и оценивать боевые возможности авиации в конкретных условиях обстановки;

- возможность отработки методов наведения авиации на воздушные и наземные цели;

- возможность тренировки летного состава, лиц группы руководства полетами и командных пунктов при возникновении особых случаев в полете.

Тренажер представляет собой совокупность рабочих мест, оснащенных персональными компьютерами с необходимым периферийным оборудованием и специальным программным обеспечением, подключенных между собой в общую локально-вычислительную сеть (рисунок 1).

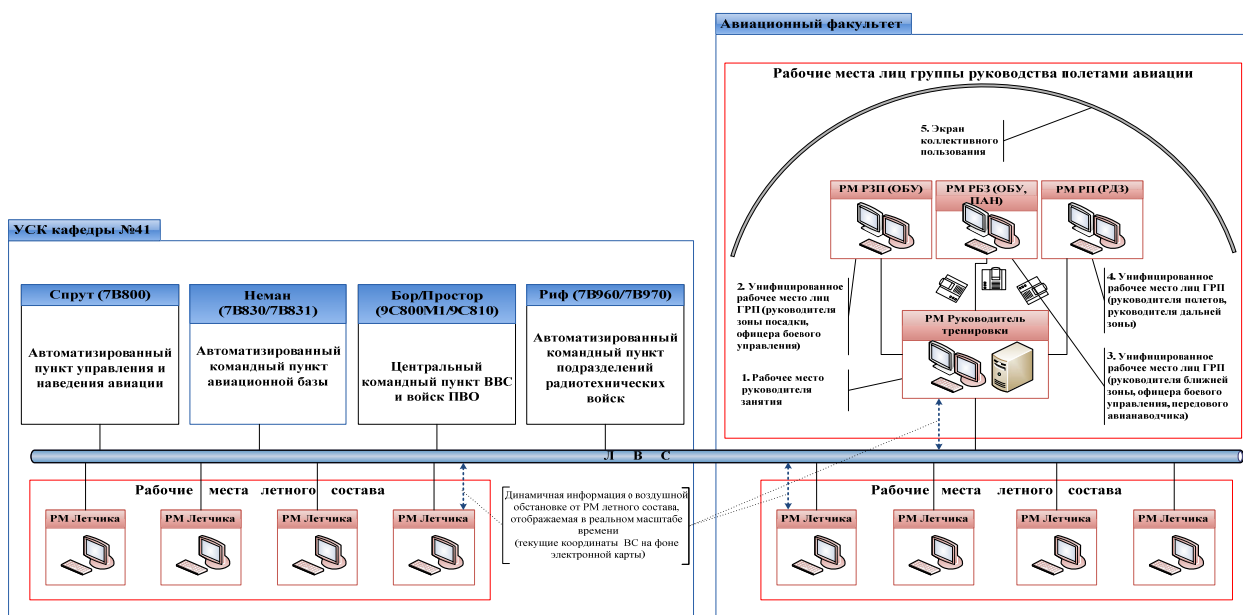


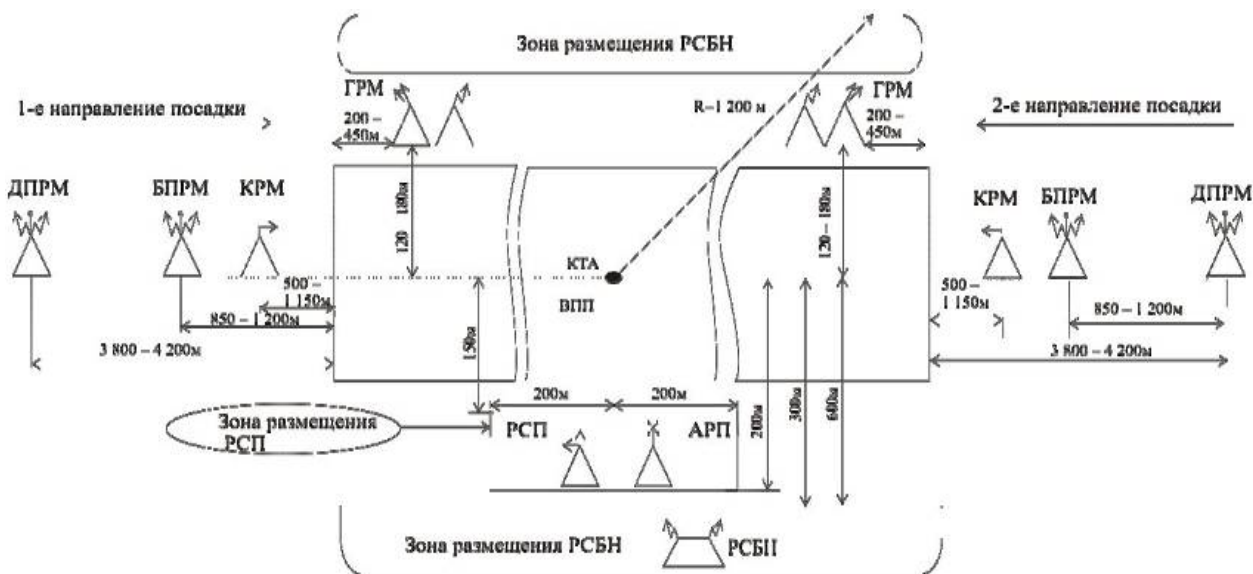
Рисунок 1 – Структурная схема комплексного процедурного тренажера летного состава и лиц группы руководства полетами

Однако существующий тренажер обеспечивает подготовку специалистов не по всем аспектам деятельности летного состава и лиц группы руководства полетами. При проведении тренировок применительно к условиям полетов в приборных метеорологических условиях и ночью необходимо отрабатывать действия по использованию радиотехнических средств обеспечения (далее – РТО) полетов, работа которых в существующем варианте специального программного обеспечения не симитирована.

Радиотехнические средства обеспечения полетов авиации включают в себя различные системы и устройства, которые обеспечивают безопасность, навигацию и управление воздушными судами и представлены наземным радиотехническим оборудованием подразделений связи и РТО.

Наземное радиотехническое оборудование подразделений связи и РТО на аэродроме постоянного базирования ВС авиационной воинской части в свою очередь должно размещаться в соответствии со схемами размещения наземного радиотехнического оборудования подразделения связи и радиотехнического обеспечения на аэродроме постоянного базирования воздушных судов авиационной воинской части (рисунок 2).

Для наиболее полного описания работы средств радиотехнического обеспечения авиации была выбрана схема оборудования систем посадки с радиолокационной системой посадки (далее – РСП), радиотехнической системой ближней навигации (далее РСБН) и радиомаячной системой (далее – РМС) посадки.



РСБН – радиотехническая система ближней навигации; ГРМ – глицсадный радиомаяк;
 КРМ – курсовой радиомаяк; ДПРМ – дальний приводной радиомаяк; БПРМ – ближний приводной радиомаяк;
 КТА – контрольная точка аэродрома; ВПП – взлетно-посадочная полоса;
 РСП – радиолокационная система посадки; АРП – автоматический радиопеленгатор

Рисунок 2 – Схема размещения наземного радиотехнического оборудования

Оборудование системы посадки – минимальный состав наземного радиотехнического и светотехнического оборудования подразделения связи и радиотехнического обеспечения, который позволяет командиру экипажа воздушного судна осуществить выход в район аэродрома, провести маневр для захода на посадку и снижение до высоты принятия решения, установленной для воздушного судна каждого типа.

Объект связи и радиотехнического обеспечения представляет собой совокупность средств связи и радиотехнического обеспечения, а также вспомогательного и технологического оборудования, размещенных на местности.

К средствам связи и РТО относятся:

- наземные средства радиосвязи – УКВ (КВ) радиостанции;
- средства радионавигации – наземное оборудование РСБН, ПАР, АРП, МРМ;
- средства радиолокации – РСП, отдельный диспетчерский радиолокатор;
- радиомаячные системы посадки – КРМ, ГРМ, РД;
- светотехническое оборудование – ССО, АПМ, КНС;
- оборудование ПУ полетами – выносные индикаторы системы посадки с аппаратурой отображения информации;
- система дистанционного управления средствами РТО (централизованная система управления или устройства дистанционного управления и контроля).

Средства связи и РТО устанавливаются на объектах связи и РТО, пунктах управления полетами (командно-диспетчерские пункты, стартовые командные пункты) и в районах полетов.

Наземное оборудование радиотехнической системы ближней навигации обеспечивает формирование и передачу на борт ВС (оборудованного бортовой аппаратурой РСБН) сигналов, необходимых для измерения азимута и наклонной дальности относительно точки установки наземной РСБН, сигналов опознавания РСБН, а также передачу информации о местоположении ВС на выносные индикаторы системы посадки рабочих мест лиц, входящих в состав группы руководства полетами.

Радиолокационная система посадки обеспечивает лиц, входящих в состав группы руководства полетами, радиолокационной информацией о воздушной обстановке в пределах зоны действия диспетчерского радиолокатора и посадочного радиолокатора, индивидуальное

опознавание ВС, оборудованных самолетными ответчиками, последовательный вывод ВС на взлетно-посадочную полосу и управление снижением ВС до высоты, указанной в технических характеристиках РСП.

Радиомаячная система – наземные радиотехнические устройства радиомаячной системы инструментального захода самолетов на посадку (кроме бортовых радиотехнических устройств и бортовой аппаратуры автоматизированной системы летного контроля воздушного судна-лаборатории), предназначенные для передачи на бортовое оборудование воздушных судов информации, необходимой для управления воздушными судами в процессе захода на посадку и во время посадки.

Светотехническое оборудование – система светосигнального оборудования аэродрома, включая кодовые неоновые светомаяки и аэродромные прожекторные маяки, предназначенная для обеспечения полетов государственных воздушных судов в сложных метеорологических условиях днем и ночью.

Таким образом, проведенный анализ возможностей комплексного тренажера и современных средств РТО подчеркивает актуальность задачи по совершенствованию специального программного обеспечения комплексного процедурного тренажера путем имитации работы радиотехнических средств обеспечения полетов авиации. Это позволит решать задачи по формированию навыков у авиационных специалистов при выполнении полетов в приборных метеоусловиях и ночью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Крусъ, К. И. Роль образно-логического мышления в деятельности специалистов по управлению воздушным движением и методика его развития с использованием процедурных тренажеров / К. И. Крусъ, К. В. Селуянов // Сб. науч. ст. ВА РБ. – 2017. – № 33. – С. 98–103.

2. Об утверждении Авиационных правил определения годности к эксплуатации радиотехнического оборудования, устанавливаемого на аэродромах (вертодромах) государственной авиации Республики Беларусь: Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 27.12.2016, № 43 (ред. от 09.11.2020). – Минск, 2020. – 25 с.

УДК 378.137.31

А. С. Журавский, А. Г. Капустин, А. Д. Липень, А. А. Мартинкевич

Белорусская государственная академия авиации

UX-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАТФОРМ КАНООТ, MOODLE, АЙРЕН

Внедрение кредитно-модульной системы (далее – КМС) обучения в высшем образовании требует структуризации дисциплин и выделение блоков (модулей). Учебный процесс в рамках этой системы может быть представлен следующим образом: лекция (как основной источник информации) – тестирование (для контроля усвоения материала) – повторное тестирование (для закрепления знаний или коррекции ошибок) – оценка результатов (обратная связь). Это означает, что использование тестовых технологий не только соответствует требованиям КМС, но также служит инструментом контроля обучения и важной задачей преподавания.

В работе выполнено UX-исследование платформ тестирования Айрен, Kahoot и Moodle при обучении курсантов по техническим дисциплинам [1, 2]. Каждая из этих платформ имеет свои особенности, которые могут быть ключевыми при принятии решения о том, какую из них использовать на данном этапе обучения [2–4]. Основные характеристики и функциональность каждой из платформ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональные особенности платформ *Kahoot*, *Moodle* и Айрен

№	Критерии сравнения платформ	Платформа <i>Kahoot</i>	Платформа <i>Moodle</i>	Платформа Айрен
1	Время ответа на вопрос	Время ответа на вопрос: 5; 10; 20; 30; 45; 60 90; 120; 180; 240 секунд	Нет ограничения	Нет ограничения
2	Ограничение символов	Вопрос не более 120 символов, ответ – не более 75 символов	Не ограничено	Не ограничено
3	Количество вопросов теста	Не более 100 вопросов	Ограничений нет	Ограничений нет
4	Интерактив	Привлекает аудиторию с помощью музыки, анимации и таблицы рейтинга	Предоставляет интерактивные возможности, но менее зрелищна, чем <i>Kahoot</i>	Обеспечивает интерактивные функции различных типов вопросов и адаптивное тестирование
5	Количество тестируемых, проходящих один тест	В одном из режимов максимальное количество 40 человек	В тест могут зайти тестируемые с доступом на платформу <i>Moodle</i>	В тест могут зайти только тестируемые с доступом на платформу Айрен
6	Возможности прохождения теста	Тесты можно проходить в трех режимах: <i>practice</i> , дистанционно и в классическом формате	Тест можно проходить на любом устройстве дистанционно	Тест можно проходить на устройствах, где присутствует приложение Айрен
7	Устройства для прохождения тестов	<i>Kahoot</i> доступна на различных устройствах через веб-браузер или мобильное приложение	Поддерживает использование на различных устройствах через браузер или мобильное приложение	Поддерживает работу на различных устройствах, обеспечивая доступ к тестам через браузер
8	Метод оценивания	Предоставляет мгновенную обратную связь с подсчетом очков, процентов правильно отвеченных вопросов	<i>Moodle</i> поддерживает различные методы оценивания, включая автоматическую проверку и ручное оценивание	Айрен может быть настроена для различных методов оценивания, включая анализ результатов и статистику
9	Разновидность тестов	Викторины, классические вопросы с вариантами ответов. Больше четырех вариантов ответа невозможно вставить в тест	Вопросы с одним правильным ответом; вопросы с несколькими правильными ответами; соединение элементов из двух колонок; ответы требуют написания текста	Адаптивные тесты; тесты с различными типами вопросов; тесты с мультимедийным контентом; самопроверка знаний
10	Возможность ставить вопросы и ответы теста случайном порядке	Нет возможности кроме режима <i>practice</i>	Есть возможность	Есть возможность
11	Возможности по внесению в тест видео, изображений, графиков	Позволяет добавлять музыку, изображения и видео к вопросам	Поддерживает загрузку видео, музыки и картинок для использования в тестах	Предоставляет возможность добавления мультимедийного контента

Выполненный анализ показывает, что платформы Айрен и *Moodle* обладают возможностью создания математических задач с изменяемыми числовыми параметрами при каждом новом запуске теста, что делает их эффективными инструментами для образовательных целей. Данные платформы поддерживают случайную последовательность вопросов внутри тестового модуля, что способствует разнообразию при проведении тестирования. Платформа *Kahoot* не обладает этими возможностями, что несколько затрудняет работу с данной платформой.

Все три платформы позволяют ограничивать время прохождения теста и завершать его при любом количестве пройденных вопросов с выставлением оценки по фактическому количеству ответов. Платформы *Moodle* и Айрен по завершению тестирования сразу дают отчет с набранными баллами курсантов, чего не позволяет сделать платформа *Kahoot*.

Платформа *Kahoot* является инновационной формой контроля полученных знаний. С помощью данного вида тестирования у обучающихся появляется «академический азарт», вносится элемент разнообразия в рутинный образовательный процесс.

Среди курсантов 2-го и 3-го курсов (108 учащихся) был проведен опрос – какая из платформ более удобна для тестирования. Результаты опроса: 14 % – проголосовало за платформу *Kahoot*, 77 % – за платформу *Moodle*, 9 % – за платформу Айрен. По результатам опроса можно сделать вывод, что тип тестирования, представленный платформой *Moodle*, наиболее предпочтителен среди курсантов. Такая популярность объясняется следующими причинами:

1. Гибкость и настраиваемость: *Moodle* предоставляет широкий набор инструментов и функций, которые можно настроить под конкретные потребности процесса обучения.

2. Открытый и бесплатный исходный код: *Moodle* является программным обеспечением с открытым исходным кодом, что означает, что его можно бесплатно установить и настроить на сервере учебного заведения.

3. Надежность и безопасность: *Moodle* является надежной и безопасной платформой для управления образовательными материалами и данными учащихся. Она регулярно обновляется и исправляются возможные уязвимости, чтобы обеспечить безопасность информации.

4. Интеграция с другими системами: *Moodle* может интегрироваться с другими системами и инструментами, такими как видеоконференции, системы электронных библиотек и другие *LMS (Learning Management System)*. Это позволяет создавать более полноценные образовательные среды и расширять возможности платформы.

Выводы: Сравнительный анализ функциональных возможностей платформ (Айрен, *Kahoot* и *Moodle*) для проведения тестов показывает:

1. Платформа *Moodle* – инструмент для создания и проведения разнообразных тестов, однако может потребоваться дополнительное обучение для эффективного использования всех ее возможностей.

2. Платформа *Kahoot* отлично подходит для проведения интерактивных викторин и экспресс-опросов, особенно в реальном времени. Однако, платформа ориентирована больше на игровой аспект, чем на традиционные формы тестирования.

3. Платформа Айрен – удобна для создания различных видов тестов, что позволяет расширить формулировку и спектр вопросов.

4. В зависимости от конкретных потребностей и целей обучения, каждая из этих платформ может быть полезной. Важно учитывать особенности каждой платформы и соответствие их функционала поставленным целям обучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Козловский, Н. В. Внедрение UX-исследования в разработанный проект / Н. В. Козловский // Экономика и социум. – 2023. – №1 (104)-1. – С. 265–270.

2. Анисимов, А. М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle / А. М. Анисимов. – Харьков, ХНАГХ, 2009. – 292 с.

3. Юсупова, Ш. А. Развитие самостоятельной деятельности студентов в условиях онлайн-обучения / Ш. А. Юсупова // Methodology of teaching foreign languages – innovations, traditions, problems and their Solutions: International scientific and practical conference, March 15, 2024. – М., 2024. – С. 774–778.

4. Улзытуева, А. И. К проблеме контроля и оценки результатов обучения будущих педагогов дошкольного образования / А. И. Улзытуева, Т. С. Лысикова // Ученые записки ЗабГУ. Серия: Профессиональное образование, теория и методика обучения. – 2015. – № 6 (65). – С. 38–43.

УДК 378.17

К. А. Земецкая, А. В. Найдович

*Белорусская государственная академия авиации***ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У КУРСАНТОВ
БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ**

В условиях современной действительности одной из важнейших составляющих благополучия личности становится способность к быстрой и эффективной социально-психологической адаптации.

Обобщая современный уровень развития социально-психологических концепций адаптации, И. А. Красильников и В. В. Константинов пишут, что «адаптация – это целостный, системный процесс, характеризующий взаимодействие человека с природной и социальной средой; особенности процесса адаптации определяются психологическими свойствами человека, уровнем его личностного развития, характеризующегося совершенством механизмов личностной регуляции поведения и деятельности; критериями адаптированности можно считать не только выживаемость человека и нахождение места в социальной структуре, но и общий уровень психологического здоровья, способность развиваться в соответствии со своим жизненным потенциалом, субъективное чувство самоуважения и осмысленность жизни» [3, с. 937].

А. А. Куприн отмечает, что социально-психологическую адаптацию можно рассматривать и как процесс, и как состояние, являющееся итогом взаимодействия субъекта адаптации с внешней средой [4]. И. А. Красильников и В. В. Константинов указывают на существование таких видов адаптации, как профессиональная, социально-экономическая, экономико-психологическая, социально-психологическая [3].

Сложный образовательный процесс в современных условиях обучения в вузе нередко вызывает напряжение психоэмоционального состояния студентов в связи с различными проблемами социально-бытового, эмоционального, когнитивного характера (значительная информационная загруженность, умственные нагрузки при подготовке и сдаче экзаменов, часто низкая двигательная активность, низкий уровень социальной защищенности, личные проблемы и т. д.), которые становятся стрессовыми факторами и могут привести к снижению их социально-психологической адаптации и эффективности обучения [1, 2].

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение уровня социально-психологической адаптации у курсантов. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 2 курса, юноши и девушки в возрасте 19–20 лет ($n = 45$). Диагностическим инструментарием для исследования явилась методика «Оценка социально-психологической адаптации» (по А. К. Осницкому). Проанализируем полученные данные (рисунок 1–4).

Результаты исследования уровня социально-психологической адаптации курсантов БГАА показывают положительную динамику в этой области. Так, высокий уровень адаптации продемонстрировали 66,67 % курсантов, что свидетельствует об их способности эффективно взаимодействовать с окружающей средой, успешно справляться с социальными задачами и поддерживать положительные межличностные отношения. Средний уровень адаптации зафиксирован у 33,33 % курсантов, что указывает на наличие определенных трудностей в социальной адаптации, но в целом данная категория курсантов способна адаптироваться к условиям учебы и жизни. Отсутствие низкого уровня адаптации является знаком успешной интеграции курсантов в образовательный процесс.

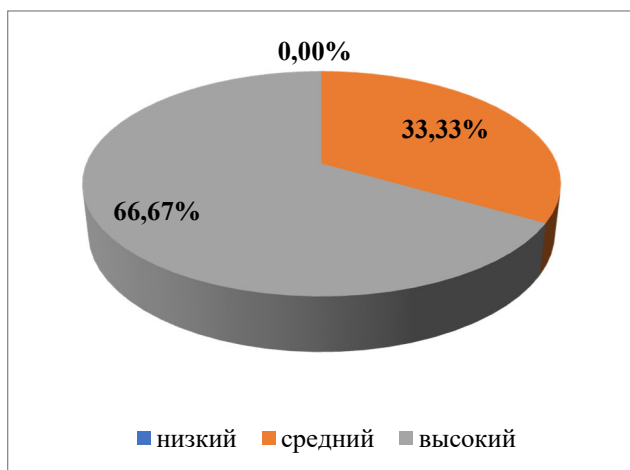


Рисунок 1 – Уровень социально-психологической адаптации у курсантов БГАА

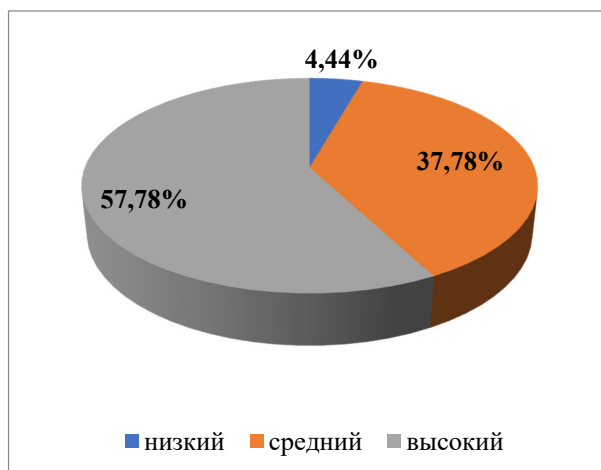


Рисунок 2 – Уровень принятия других людей у курсантов БГАА

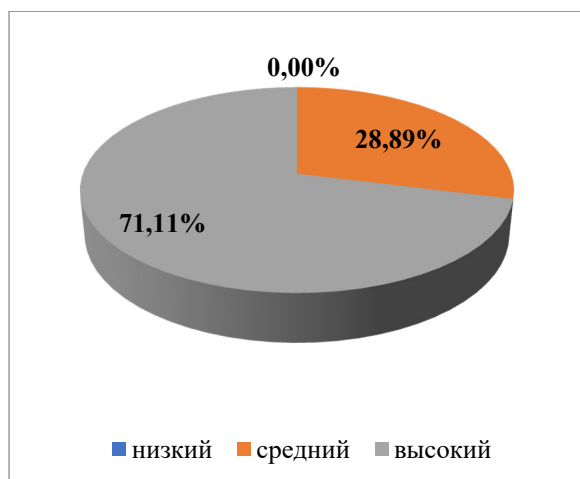


Рисунок 3 – Уровень самопринятия у курсантов БГАА

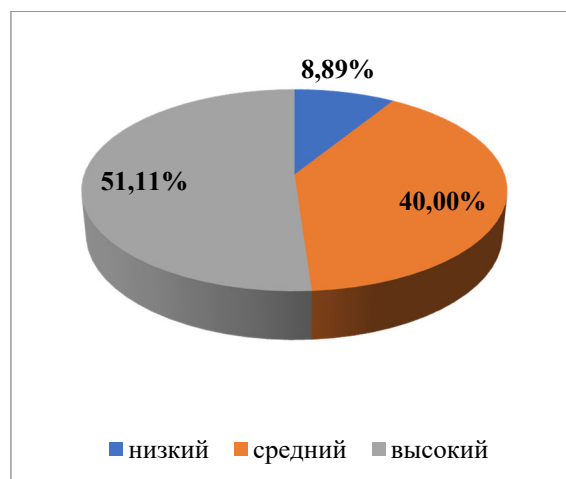


Рисунок 4 – Уровень эмоциональной комфортности у курсантов БГАА

Результаты исследования по шкале «Принятие других» среди курсантов БГАА показывают, что большая часть курсантов обладает высоким уровнем принятия окружающих. 57,78 % курсантов продемонстрировали высокий уровень принятия других, что свидетельствует о развитых межличностных навыках, способности к эмпатии и готовности взаимодействовать с различными людьми в положительном ключе. Средний уровень принятия других людей был зафиксирован у 37,78 % курсантов, что указывает на то, что данная группа курсантов имеет определенные способности к взаимодействию, но может сталкиваться с трудностями в принятии различий и установлении глубоких межличностных связей. Низкий уровень принятия других наблюдается лишь у 4,44 % курсантов, что является положительным показателем и указывает на минимальное количество курсантов, испытывающих значительные трудности в данной области.

Результаты исследования показали, что уровень самопринятия среди курсантов БГАА в целом достаточно высокий. 71,11 % курсантов обладают высоким уровнем самопринятия, что свидетельствует о положительной самооценке, уверенности в себе и способности принимать свои сильные и слабые стороны. Эти характеристики являются важными для психологического благополучия и успешной адаптации в учебной среде, а также в будущей профессиональной деятельности. Средний уровень самопринятия зафиксирован у 28,89 %

курсантов. Это указывает на то, что данная группа курсантов может сталкиваться с некоторыми трудностями в принятии себя, что может влиять на их уверенность и мотивацию.

Результаты исследования эмоциональной комфортности курсантов БГАА показывают, что более половины участников (51,11 %) ощущают высокий уровень эмоционального комфорта. Это может свидетельствовать о положительном климате в образовательной среде, адекватных методах воспитания и педагогической поддержки. Средний уровень эмоциональной комфортности, представленный 40 % курсантов, указывает на то, что данная группа сталкивается с некоторыми сложностями, которые могут влиять на их учебный процесс и общее состояние. Эти сложности могут быть вызваны рядом факторов, таких как стресс из-за учебной нагрузки, адаптация к новому окружению или межличностные проблемы. Низкий уровень эмоциональной комфортности, обнаруженный у 8,89% курсантов, свидетельствует о значительных проблемах в эмоциональной комфортности в обществе. Это может указывать на серьезные стрессы, чувство изоляции или недостаток поддержки со стороны окружающих.

Таким образом, в целом, результаты говорят о том, что курсанты в большинстве своем способны на качественные социальные взаимодействия, что является важным аспектом в их обучении и будущей профессиональной деятельности. Эти данные также подчеркивают важность дальнейших мероприятий, нацеленных на развитие социальных навыков и принятия различий в группе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безуглова, А. А. Особенности социально-психологической адаптации у лиц с разными стратегиями совладающего поведения / А. А. Безуглова, О. С. Васильева, Л. Р. Правдина // Российский психологический журнал. – 2017. – Т. 14, № 4. – С. 180–204.

2. Климов, В. М. Оценка социально-психологической адаптации и психоэмоционального состояния студентов 1–2-го курсов технического университета / В. М. Климов, Р. И. Айзман // Сибирский педагогический журнал. – 2017. – №2. – С. 114–119.

3. Красильников, И. А. Социально-психологическая адаптация личности и стратегии разрешения внутренних конфликтов / И. А. Красильников, В. В. Константинов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – № 4–4. – С. 937.

4. Куприн, А. А. Специфика понимания адаптации в современной социальной психологии / А. А. Куприн // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2009. – № 1. – С. 189–194.

УДК 656.7

С. А. Кольчев

*Курсановский авиационный технический колледж – филиал МГТУ ГА
(г. Курсанов, Российская Федерация)*

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ АВИАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

Авиационная отрасль стремительно развивается, предъявляя все более высокие требования к квалификации авиационных специалистов. Современные воздушные суда сложны и требуют глубоких знаний, высокой квалификации и практических навыков у авиатехников. В статье рассматриваются вызовы, стоящие перед современной подготовкой авиатехников, а также предложены возможные решения для обеспечения качественной подготовки специалистов, способных эффективно работать в современной авиационной среде.

Вызовы современной подготовки авиатехников:

1. Бурное развитие авиационных технологий:

Появляются новые типы воздушных судов, двигателей, бортового оборудования, средств наземного обслуживания, авиационных материалов и технологий, что требует быстрого обучения и повышения квалификации специалистов для работы с новыми технологиями.

2. Цифровизация авиационной отрасли:

Широкое использование цифровых технологий в авиации, для чего опять же требуется необходимость обучения специалистов работе с цифровыми системами и программами при техническом обслуживании.

3. Психологическая неготовность будущих курсантов:

Низкий уровень мотивации, связанный с тем, что многие молодые люди выбирают авиационную специальность, не имея четкого представления о ее специфике и высоких требованиях к психологической устойчивости, ответственности и стрессоустойчивости.

Недостаточная информированность о профессии из-за отсутствия достаточной информации о реальной работе авиатехника, о трудностях и предпочтениях данной профессии.

Неподготовленность к высокой степени ответственности - ведь авиационная отрасль требует от специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов максимальной концентрации, внимания и ответственности, что не всегда свойственно молодым людям.

Отсутствие ключевых личностных качеств будущего авиатехника, основные из них:

Ответственность, сознательность и осознанность своих действий, готовность нести ответственность за собственные решения и действия, за безопасность полетов и жизни пассажиров.

Точность, внимательность к деталям, способность к концентрации, усидчивость, аккуратность в работе.

Логическое мышление, способность анализировать информацию, выстраивать логические цепочки, применять знания и навыки для решения технических задач.

Стрессоустойчивость, т. е. способность работать в стрессовых ситуациях, не поддаваться панике, сохранять хладнокровие и принимать взвешенные решения.

Коммуникативные навыки: способность эффективно общаться с коллегами, с руководителями, с пассажирами, способность работать в команде.

Физическая выносливость – это и хорошая физическая форма, и способность выполнять физически тяжелую работу в течение длительного времени.

Первое, на что следует обратить внимание при определении личностных качеств будущего авиатехника – что это сложный процесс, который не может быть сведен к одному какому-то методу. Необходимо использовать комплексный подход, который включает в себя несколько методов оценки, что позволит получить более точную и полную картину личности будущего авиатехника.

Определение личностных качеств личности будущего авиатехника поможет определить его потенциал и готовность к работе в этой профессии.

Существует несколько подходов к этой задаче:

1. Основной – психологическое тестирование:

Особенности тестирования будущих авиатехников:

Ориентация на специфические требования профессии: тесты должны оценивать ключевые личностные качества, необходимые для работы авиатехника, такие как ответственность, точность, стрессоустойчивость, логическое мышление, коммуникативные навыки. Использование симуляторов и тренажеров: включение в тесты элементов виртуальной реальности или специфичных тренажеров, позволяющих оценить реакцию кандидата на стрессовые ситуации, его способность к принятию решений в нестандартных условиях.

Анализ поведения в группе: включение в тестирование заданий, требующих коллективной работы, что позволит оценить коммуникативные навыки кандидата, его способность к работе в коллективе.

Учет психологических факторов, связанных с авиацией: использование тестов, оценивающих чувство ответственности, способность к концентрации в сложных условиях, готовность к работе с технически сложными системами.

Тесты на интеллект: оценивают когнитивные способности, логическое мышление, память, скорость реакции, внимательность.

Тесты на личностные качества: определяют характер, темперамент, мотивацию, стрессоустойчивость, самоконтроль, коммуникативные навыки, склонность к работе в коллективе.

Проективные тесты: помогают изучить бессознательные мотивы и особенности личности через интерпретацию рисунков, историй, свободных ассоциаций.

Тесты на профессиональную пригодность: специфические тесты, оценивающие готовность к работе в авиационной отрасли, включая готовность к однообразной работе и на правильность понимания технической документации.

Дополнительные тесты на здоровье: в дополнение к психологическому тестированию может требоваться проведение медицинского обследования, оценивающего физическое и психическое здоровье кандидата, его способность работе в авиационной отрасли.

Важно помнить: психологическое тестирование – это только один из инструментов оценки личностных качеств будущего авиатехника. Необходимо использовать его в комплексе с другими методами оценки, чтобы получить более полную и точную картину личности кандидата.

Следующее, на что необходимо обратить внимание - психологическая неготовность будущих курсантов авиатехнического колледжа – это серьезная проблема, которая может негативно повлиять на их успеваемость, адаптацию к учебному процессу и будущую профессиональную деятельность. Преодоление этого вызова опять же требует комплексного подхода, включающего в себя:

1. Ранняя профориентация и мотивация:

Профориентационные мероприятия: проведение дней открытых дверей в колледже, экскурсий на авиационные предприятия, встреч с работающими и находящимися на пенсии авиатехниками.

Информационные кампании: создание информационных материалов (буклеты, видеоролики) о профессии авиатехника, о ее трудностях и ее радостях.

Демонстрация практического использования в профориентационных мероприятиях современных тренажеров, симуляторов, моделей, а также реальных образцов авиатехники.

Мотивирующие истории: рассказы об известных авиатехниках, об успехах выпускников колледжа, о вкладе профессии авиатехника в работу авиапредприятия-эксплуатанта.

2. Подготовка к психологическим нагрузкам и ответственности:

Включение в учебные программы курсов по стрессоустойчивости: основы психологической подготовки к работе в авиации, принципы управления стрессом, работа в коллективе и межличностные отношения.

Использование тренажеров и симуляторов, моделирующих стрессовые ситуации: например, тренажеры по техническому обслуживанию с ограничением времени и высокой степенью сложности.

Развитие навыков самоконтроля и саморегуляции: упражнения на релаксацию, дыхательные техники, медитация, спортивные тренировки.

Создание атмосферы взаимопомощи и поддержки в учебной группе: формирование сплоченного коллектива курсантов, способствующего взаимопомощи и поддержке в сложных ситуациях.

3. Психологическое сопровождение обучения:

Создание психологических пунктов в колледже: оказание психологической помощи курсантам в сложных ситуациях, проведение индивидуальных и групповых консультаций, психологическая диагностика и программы психологической поддержки.

Привлечение к работе психологов с опытом работы в авиационной отрасли, а также специалистов, понимающих специфику профессии авиатехника и способных оказать эффективную психологическую помощь курсантам.

Развитие системы «психологического патронажа» через наставничество старших курсантов или преподавателей для нормальной адаптации курсантов к учебному процессу и профессии.

Развитие коммуникативных навыков, управление конфликтами, работа в коллективе, управление стрессом.

4. Индивидуальный подход к обучению:

Использование психологической диагностики курсантов для определения сильных и слабых сторон, выработка индивидуального подхода к обучению.

5. Создание атмосферы взаимоуважения и понимания в курсантской среде:

Сформировать специфическую культуру в колледже: отсутствие негативного давления на курсантов, создание атмосферы доверительных отношений между преподавателями и курсантами, поощрение открытого обсуждения проблем.

Создание курсантских клубов и кружков, спортивных клубов, театральных кружков и музыкальных коллективов, клубов по интересам - способствуют сплочению коллектива, развитию творческого потенциала и укреплению психологического здоровья курсантов.

Преодоление психологической неготовности будущих курсантов – это сложная и многогранная задача. Однако с помощью комплексного подхода, включающего в себя раннюю профориентацию, подготовку к психологическим нагрузкам, психологическое сопровождение обучения, индивидуальный подход и создание атмосферы взаимоуважения и понимания, можно создать условия для успешной адаптации курсантов к профессии авиатехника и подготовки высококвалифицированных специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов.

УДК 658

И. В. Кустова, А. Ю. Яковлева

*Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева
(г. Рыбинск, Российская Федерация)*

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА НА БАЗЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

Более чем двадцатилетняя практика применения стандартов ИСО серии 9000 говорит о том, что человеческие ресурсы являются ключевым фактором, обеспечивающим надлежащее качество (конкурентоспособное) выпускаемой продукции. Концепция взаимосвязи качества выпускаемой продукции, процессов обучения и бизнес-процессов машиностроительного предприятия может быть представлена на схеме взаимодействия (рисунок 1) основных процессов внутреннего обучения и бизнес-процессов предприятия.

Центральным звеном этой концепции является требования раздела 7.2 стандарта ГОСТ ISO 9001-2015 о том, что персонал, выполняющий работу, влияющую на соответствие требованиям к продукции, должен быть компетентным на основе полученного образования, обучения, навыков и опыта. Из последнего перечисления видно, что процессы обучения играют важную роль, по крайней мере, в трех составляющих компетентности – образовании, обучении и навыках.

Базовые профессиональные компетенции специалиста во многом определяется качеством процессов учебного заведения.

Опыт и практические навыки специалист приобретает, в основном, в ходе своей профессиональной деятельности непосредственно на предприятии.



Рисунок 1 – Концепция взаимосвязи качества продукции, процессов обучения и бизнес-процессов машиностроительного предприятия

Хорошим примером организации внутреннего обучения в рамках высокотехнологичного предприятия выступает ПАО «ОДК-Сатурн» – российская двигателестроительная компания, специализирующаяся на разработке, производстве, продажах и послепродажном обслуживании газотурбинных двигателей для авиации, флота, энергогенерирующих и газоперекачивающих установок.

Для обучения уникальным производственно-технологическим навыкам, характерным только для данного предприятия, создан собственный учебный центр. Компания предоставляет возможность получить профессию и в дальнейшем расти в профессиональном плане.

Выпускаемая предприятием продукция, дорогостоящая, поэтому ее изготовлением заняты только аттестованные рабочие. Наиболее сложные технологические операции выполняются и контролируются высококвалифицированным персоналом, имеющим разряд не ниже 5–6.

Для подтверждения квалификации в каждом подразделении предприятия проходит ежегодная аттестация рабочих на допуск к работе.

Согласно европейским требованиям, особенно в последнее время, повышенное внимание уделяется компетенциям персонала, а в частности, все, без исключения, работники предприятия проходят обучение и тренинги по теме «Компетенции в области качества».

Системно и целенаправленно в коллективе закладывается Философия качества. Проходят ежемесячные дни качества под председательством управляющего директора, на которых обсуждаются проблемные вопросы, решаются различные задачи в области качества. В цеховых подразделениях сложилась традиция еженедельно устраивать дни качества.

В зависимости от категорий обучаемых работников и условий организации и осуществления учебного процесса создан большой спектр программ обучения в различных сферах профессиональной деятельности сотрудников.

Для профессионального роста персонала на базе учебного центра создан Центр оценки квалификации, который ведет свою работу с 2021 года. Центр оценки квалификации аттестован Советом по профессиональным квалификациям в машиностроении на соответствие критериям, установленным Национальным советом при президенте РФ. Интеграция в национальную систему оценки квалификаций позволяет получить доступ к базе лучших специалистов, что является инструментом повышения конкурентоспособности и основой развития компании и машиностроения в целом. Сведения о результатах оценки квалификаций вносятся в общероссийский реестр, а соискателям выдаются свидетельства о профессиональной квалификации государственного образца.

Важное направление деятельности ПАО «ОДК-Сатурн» – это профориентация, которая является основой подготовки новых кадров для предприятия, исходя из этого работа, осуществляемая в этом направлении, носит серьезный и планомерный характер.

На предприятии практикуются летние стажировки для школьников, которые дают возможность сориентироваться и понять тонкости производства, что позволяет многим из практикантов определиться с выбором будущей профессии.

В рамках проекта Госкорпорации «Ростех» реализуется программа подготовки инженеров-профессионалов мирового класса для отечественной авиастроительной отрасли. Обучение строится на принципах сотрудничества с индустриальными партнерами и образовательными организациями.

Индустриальным партнером ПАО «ОДК-Сатурн» является ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева». Университет обеспечивает качественное инженерное образование и мощную научно-исследовательскую базу, а ПАО «ОДК-Сатурн» – практический опыт на самом современном оборудовании и официальное трудоустройство. На базе предприятия ведется практико-ориентированная подготовка инженеров нового поколения по программе «Крылья Ростеха». Индивидуальная образовательная траектория включает в себя углубленное изучение конструкторских IT-компетенций, английского языка, с соблюдением требований международного уровня, возможностью прохождения сертифицированного экзамена TOEFL и развитием всех необходимых профессиональных навыков. Это новое поколение специалистов – технических лидеров, и это новый подход к обучению.

Уже много лет на предприятии реализуется программа целевого обучения студентов, целью которой является подготовка высококвалифицированных специалистов для авиастроительной отрасли. Главным мотиватором обучения является возможность получать знания, навыки и компетенции, возможность развиваться в профессиональном плане и продвигаться по карьерной лестнице.

В последнее время на предприятии внедряются формы дистанционного обучения. Так, в 2023 году запущено обучение для сотрудников компании с использованием VR-тренажеров в рамках образовательных модулей в области пожарной безопасности, охраны труда и промышленной безопасности. Такие технологии, за счет визуализации производственных процессов, повышают заинтересованность и вовлеченность персонала и помогают им лучше усвоить материал.

На предприятии действует программа «Школа резерва», нацеленная на приобретение профессиональных, управленческих и личных качеств персонала. Она реализуется через обучение, реализацию проектов и решение практических задач. Перспективный сотрудник – это человек, который обладает высокой степенью обучаемости и демонстрирует высокие результаты работы. Именно для выявления таких сотрудников необходим ежегодный аудит персонала и потенциальных резервистов.

В заключении стоит отметить, что обучение сотрудников должно быть организовано таким образом, чтобы сотрудник имел возможность самообучаться и заниматься

совершенствованием своей деятельности, а также процесс обучения должен быть направлен на создание у сотрудника четкого понимания, ради чего он трудится. Кроме того, необходимо помнить, что сотрудники – это часть фирмы, ее перспективный ресурс. Вкладывая средства в их обучение, предприятие инвестирует в свое развитие.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Курбацкий, А. Н. ИТ-образование в условиях цифровой трансформации / А. Н. Курбацкий, Ю. И. Воротницкий // Цифровая трансформация. – 2018. – № 2. – 406 с.
2. Кузнецов, Н. А. Информационное взаимодействие в технических и живых системах / Н. А. Кузнецов. – М., 2001. – Т. 1. – 352 с.
3. Гасенко, В. Е. Критерии развития инновационного потенциала персонала наукоемкого предприятия / В. А. Гасенко // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 2. – С. 44–49.

УДК 378.147:629.7

А. Ф. Магсумова, Л. П. Шабалин, Э. Т. Якупов

*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ
(г. Казань, Российская Федерация)*

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

Известно, что в настоящее время авиация в Российской Федерации (далее – РФ) испытывает острый дефицит кадров [1, 2]. Кадровый «голод» наблюдается как в сфере авиастроительной отрасли, так и гражданской и государственной авиации.

В Поволжье, в частности в Самаре, Ульяновске и Казани имеется множество учебных заведений подготовки специалистов различного уровня. Потребности предприятий авиационного характера города Казани, к примеру «Казанский авиационный завод имени С.П. Горбунова – филиал ПАО Туполев», АО «Казанский вертолетный завод», обособленное подразделение № 2 АО «Уральский завод гражданской авиации», без преувеличения, растут с каждым днем. Кроме роста количества вакансий, растут и требования, предъявляемые к компетенциям современного специалиста [3]. Все эти предприятия входят в Госкорпорацию (далее – ГК) Ростех, в рамках которой были созданы мощные проекты по подготовке кадров для авиа- и двигателестроительной отраслей «Крылья Ростеха» и «Передовые инженерные школы» (ПИШ). Рождение этих проектов продиктовано необходимостью обеспечения технологического суверенитета и технологического лидерства в отечественном машиностроении с целью решения приоритетных задач, соответствующих мировому уровню актуальности и значимости в приоритетных областях технологического развития Российской Федерации и обозначенных в следующих документах стратегического планирования:

- Указ Президента РФ «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» от 18.06.2024 г. № 529;
 - Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 07.05.2024 г. №309;
 - Стратегия научно-технологического развития РФ (Указ Президента РФ от 28.02.2024 г. № 145);
 - Стратегия национальной безопасности РФ (Указ Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400);
- Концепция технологического развития на период до 2030 года от 20.05.2023 г. № 1315-р;

- Комплексная программа развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 25.06.2022 г. № 1693-р, с изменениями №2259-р от 22.08.2023 г.);

- Стратегии Развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года (Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2023 г. N 1630-р);

- Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 17.01.2020 г. №20-р);

- Государственная программа научно-технологического развития Республики Татарстан на 2022–2030 годы «Казаньш».

В своем докладе Президент РФ В. В. Путин отметил: «Качество подготовки кадров, и в первую очередь, инженерных, является одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства, основой его технологической и экономической независимости» [4]. Для того, чтобы система подготовки инженеров в полной мере отвечала вызовам времени, экономики и общества, необходимо ее последовательно развивать. И с этой целью с сентября 2022 года в России стартовал проект «Передовые инженерные школы» [5].

На сегодня, выполнение показателей «Комплексной программы развития авиационной отрасли РФ до 2030», утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.08.2023 № 2259-р, стоит под угрозой. Существующие кадры, устаревшие технологии, оборудование и материалы не позволяют реализовать в полном объеме прогнозные значения выпуска отечественных машин. Отставание от мирового уровня авиастроения в производственных технологиях (для производства ТУ-214 используются производственных технологии 70-х годов) может стать критическим уже к 2028 году. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта является приоритетной задачей в авиастроительной отрасли.

В КНИТУ-КАИ проект «Крылья Ростеха» стартовал в 2021 г., ПИШ – с 2024 г., в 2023 г. была открыта базовая кафедра Самолетостроения. Все это оказалось возможным при личной поддержке Раиса Республики Татарстан, промышленных партнеров.

ПИШ представляет собой новую модель взаимодействия с промышленными партнерами, направленную на генерацию уникальных решений в основных областях деятельности: новые авиационные технологии, микроэлектроника, цифровые испытания. Обучение в ПИШ, построенное по принципу «образование через науку» позволяет в полной мере удовлетворить запросы предприятий контура ГК «Ростех» и ГК «Росатом», ПИШ готовит не просто выпускников под конкретное рабочее место, а продуктовые команды с различными набором дополнительных компетенций. Отдельный тип выпускников с ярко выраженными лидерскими компетенциями ориентированы на создание и управление инженерными группами для решения междисциплинарных задач.

Примером может стать следующая траектория развития обучающегося ПИШ:

1) В период обучения в школе во время проведения олимпиад, кейсов, мастер-классов на кейсах промышленных партнеров обучающийся приобрел навыки и вовлечен в инженерную деятельность, после чего он поступает в университет.

2) В процессе обучения участие в лабораториях университета и стажировках промышленного партнера, вследствие чего образуется команда для работы над конкретным решением, где он выступает лидером команды по проекту.

3) В ходе работы над проектом подается заявка на охранный документ, а при окончании бакалавриата (специалитета) обучающиеся – команда проекта защищают свой стартап.

4) После получения охранного документа команда может коммерциализировать свой проект путем передачи результата интеллектуальной деятельности промышленному партнеру и заключения лицензионного соглашения, а также дальнейшего участия в грантовых программах Фонда содействия инновациям.

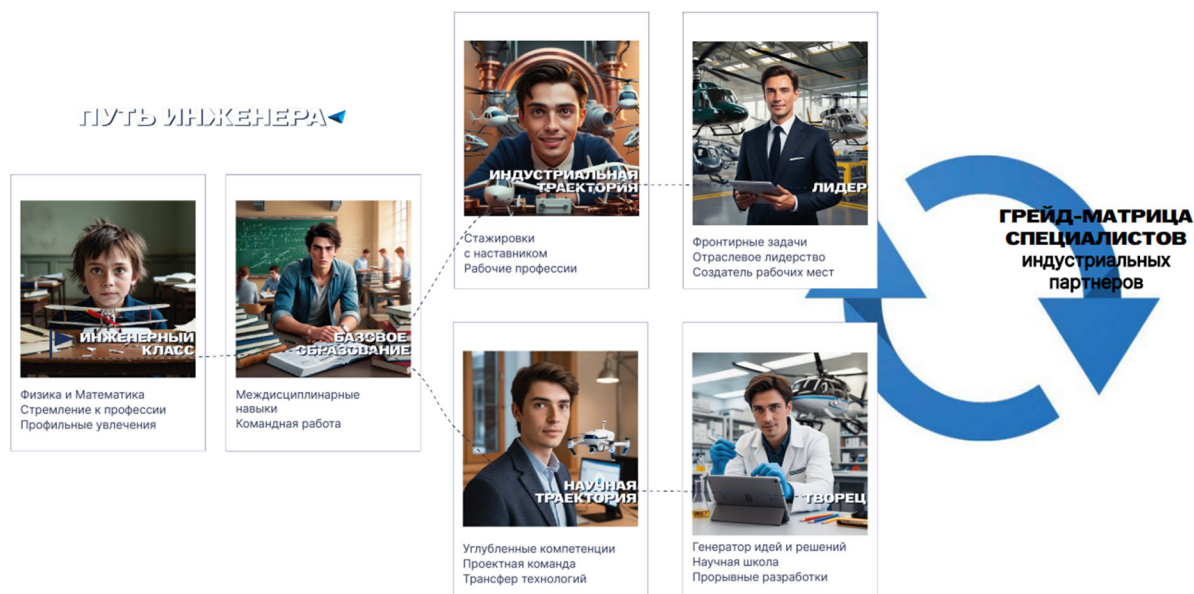


Рисунок 1 – Путь инженера

Целевой моделью ПИШ предусмотрено стимулирование научных связей с ведущими зарубежными и российскими университетами путем участия в совместных конкурсах, грантах и программах, планируется активизация деятельности по привлечению ведущих российских и зарубежных ученых к участию в научных мероприятиях школы; будет оказана поддержка и развитие творческих коллективов и научных подразделений, реализующих исследования, в том числе с привлечением зарубежных ученых. В числе приоритетных направлений деятельности ПИШ увеличение количества проектов с участием зарубежных университетов Китая и Белоруссии.

Широкий спектр международных партнеров (вузы Китая, Белоруссии и Кыргызстана) ПИШ позволит наладить экспорт образовательных программ ПИШ и реализовать крупные международные научные проекты с ведущими международными центрами авиастроения, что подтверждено заключенными договорами о сотрудничестве.

Таким образом, гарантированное обеспечение авиастроительного предприятия высококвалифицированными инженерными кадрами нового формата, способных к комплексной производственной, проектной и исследовательской работе, направленной на разработку и производство конкурентоспособной наукоемкой продукции и позитивные изменения в авиастроительной отрасли, усиление практической подготовки обучающихся, направленной на формирование, закрепление и развитие профессиональных и надпрофессиональных компетенций, востребованных на высокотехнологичном производстве, сокращение периода профессиональной адаптации выпускников. Немаловажное значение имеет приобретение обучающимися современных компетенций цифрового проектирования и аддитивного производства авиалайнеров.

На предприятии появляются кадры, у которых выработана привычка постоянного самосовершенствования и обладающих уникальными способностями работы с большим объемом технической информации, адаптированных к производственному процессу и способных к самообучению, что в условиях быстроизменяющегося мира, техники и технологий весьма актуально.

Для подготовки профильного персонала для гражданской авиации в текущем году в КНИТУ-КАИ открыт авиационный учебный центр. На данный момент Федеральное агентство воздушного транспорта («Росавиация») утвердило программы подготовки инженерно-технических специалистов. В частности, к ним относятся программа первоначальной подготовки кандидатов на получение свидетельства инженерно-технического персонала, а также дополнительная профессиональная программа переподготовки и повышения

квалификации специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов, включая такие самолеты, как МС-21, Ту-204 и Ту-214. Все эти действия – звенья одной общей цепи в укреплении гражданской авиаотрасли страны и ее инженерно-технического актива.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Манина, Е. В. Дефицит кадров в российской авиации / Е. В. Манина, Е. Н. Ермолаева // Наука. Промышленность. Оборона. Труды XXIII Всероссийской научно-технической конференции : Новосибирск, 2022. – Т. 4. – С. 74–78.
2. Степанов, А. В. Кадровый дефицит инженерно-технического персонала в гражданской авиации / А. В. Степанов // Человек. Социум. Общество. – 2024. – № 6. – С. 178–182.
3. Барабашина, Н. С. Лучшие практики передовых инженерных школ / Н. С. Барабашина, Г. В. Тихомиров, В. И. Шевченко // Профессорский журнал. Серия: Технические науки. – 2023. – № 1 (6). – С. 4–21.
4. Заседание Совета по науке и образованию РФ [Электронный ресурс]: Стенограмма от 23 июня 2014 года. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/45962> (04.12.22).
5. Заседание Совета по науке и образованию РФ [Электронный ресурс]: Стенограмма от 23 июня 2014 года. – Режим доступа: <https://engineers2030.ru/> (01.12.22).

УДК 378.17

А. А. Мазуренко, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

КОПИНГ-СТРАТЕГИИ КАК ФАКТОР ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СИНДРОМА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

Проблема стрессоустойчивости человека в различных профессиях является актуальной темой в настоящее время. Условия современного мира требуют адаптивные способы совладания с каждодневным стрессом человека. От того как человек справляется со стрессовыми ситуациями во многом зависит его эффективность как личная, так и профессиональная. В этой связи становится актуальной тема изучения понятия копинг-стратегий личности.

Стрессоустойчивость является одним из самых важных качеств для авиационных специалистов, т. к. они работают в сложных и ответственных условиях, где человеческая ошибка может привести к катастрофическим последствиям. Авиационные специалисты должны быть способными сохранять спокойствие и принимать решения даже в экстремальных ситуациях. Поэтому важно, чтобы авиационные специалисты были обучены и имели навыки стрессоустойчивости, чтобы обеспечивать безопасность полетов. Так, актуальное значение для современных исследований имеет профессиональный стресс авиационных специалистов.

Совладание со стрессом – это динамический процесс, посредством которого индивид в одних случаях, главным образом, использует одну форму совладания, скажем защитные стратегии, а в других – прибегает к стратегиям решения проблемы путем изменения отношения личность – окружающая среда [4]. Сущность «совладания» состоит в том, чтобы человек или полностью смог преодолеть жизненные негативные трудности, или смог сократить их отрицательное влияние на организм.

Копинг, копинговые стратегии – это то, что делает человек, чтобы справиться со стрессом. Понятие объединяет когнитивные, эмоциональные и поведенческие стратегии, которые используются, чтобы справиться с запросами обыденной жизни [1, с. 18]. Под копингом подразумевается процесс, опосредующий приспособление, следующее за стрессовым событием.

Копинг-поведение понимается как «сознательные стратегии преодоления стрессовых ситуаций (сосуществующие с бессознательными механизмами психологической защиты)» [3, с. 54].

Адаптивные и эффективные копинг-стратегии играют важную роль в предотвращении эмоционального выгорания у авиационных специалистов. Синдром эмоционального выгорания – синдром физических, эмоциональных и познавательных показателей человека, которые чувствует профессионал, неспособный справиться положительно со стрессом, побужденным ограничениями, касающимися его цели и собственной карьеры [2, с. 54].

В этой связи можно говорить о наличии взаимосвязи между используемыми копинг-стратегиями и уровнем эмоционального выгорания у авиационных специалистов. Ведь копинг-стратегии играют важную роль в поведенческом аспекте человеческого фактора в авиации и могут оказывать влияние на безопасность полетов. Если авиационные специалисты обладают адаптивными копинг-стратегиями, которые помогают им эффективно реагировать на стресс и проблемы, они могут быстрее оценить ситуацию, принять правильное решение и предотвратить возможные аварийные ситуации. Таким образом, важно обучать будущих авиационных специалистов адаптивным копинг-стратегиям, помогающим эффективно управлять стрессом и проблемами, чтобы обеспечить безопасность полетов и минимизировать риски возникновения чрезвычайных ситуаций.

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение взаимосвязи копинг-стратегий и уровня эмоционального выгорания у курсантов. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 2–3 курса, юноши в возрасте 19–21 лет ($n = 31$). Диагностическим инструментарием для исследования явились следующие методики: опросник «Способы совладающего поведения», авторы: Р. Лазарус, С. Фолкман, адаптация: Т. Л. Крюкова, Е. В. Куфтык, М. С. Замышляева и методика диагностики уровня профессионального выгорания В. В. Бойко.

Частота использования копинг-стратегий у курсантов БГАА отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения частоты использования видов копинг-стратегий у курсантов БГАА

Копинг-стратегия	Частота использования, %
конфронтация	55,742
дистанцирование	52,484
самоконтроль	46,387
поиск социальной поддержки	48,548
принятие ответственности	47,774
Бегство	52,677
планирование решения	57,387
положительная переоценка	55,516

Полученные данные распределились следующим образом: курсанты БГАА чаще всего прибегают к такой копинг-стратегии как планирование решения, которая проявляется в активном взаимодействии с внешней ситуацией, с информацией и людьми, происходят сознательные попытки решения проблемы. Вместе с тем курсанты используют конфронтацию как способ совладания со стрессом и положительную переоценку случившейся ситуации. Реже всего курсанты БГАА прибегают к стратегии самоконтроля, которая выражается в повышении контроля за действиями, высказываниями, проявление сдержанности в своих спонтанных проявлениях. В целом курсантов БГАА можно охарактеризовать как людей, которые используют адаптивные копинг-стратегии в стрессовых ситуациях.

Анализ показателей эмоционального выгорания курсантов БГАА отражен на рисунке 1.

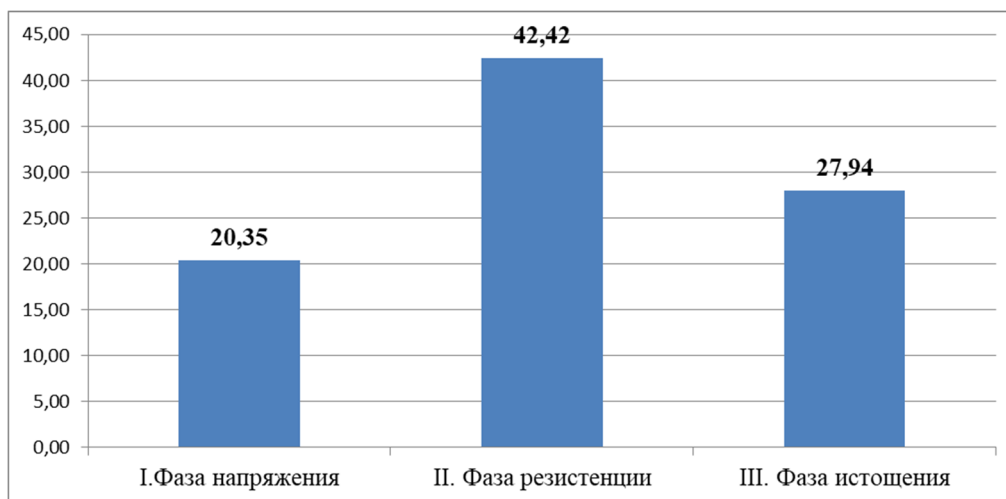


Рисунок 1 – Уровни выраженности компонентов эмоционального выгорания у курсантов БГАА

Из полученных данных можно сделать вывод, что уровень симптомов в разных фазах стресса различен.

1. Фаза напряжения ($m = 20,35$): В данной фазе уровень симптомов соответствует уровню «не сложившегося симптома», что может указывать на начальные признаки стресса или некоторую негативную реакцию на стрессовую ситуацию.

2. Фаза резистенции ($m = 42,42$): В этой фазе уровень симптомов соответствует уровню фазы «в стадии формирования», что может означать, что курсанты начинают справляться с негативными воздействиями стресса и проявляет способность к адаптации к ним.

3. Фаза истощения ($m = 27,94$): В последней фазе уровень симптомов соответствует уровню «не сложившегося симптома», что может указывать на то, что курсанты испытывают утомление и истощение после длительных периодов стресса, при этом находят пути совладания с таковым.

Таким образом, данные свидетельствуют о том, что курсанты адаптивно справляются со стрессовыми ситуациями, демонстрируют отсутствие эмоционального выгорания на фоне учебы.

Изучение взаимосвязи применяемых копинг-стратегий у курсантов БГАА и уровнем выраженности компонентов эмоционального выгорания проводилось с помощью непараметрического коэффициента корреляции Спирмена. В процессе статистического анализа было выявлено, что существуют статистически значимые связи между копинг-стратегиями и уровнем эмоционального выгорания. Так, показатель фазы напряжения имеет статистически значимые связи с такими копинг-стратегиями как «дистанцирование» ($r = 0,7368$ на уровне $p < 0,05000$), «самоконтроль» ($r = 0,3869$ на уровне $p < 0,05000$), «принятие ответственности» ($r = 0,4673$ на уровне $p < 0,05000$), «бегство» ($r = 0,3728$ на уровне $p < 0,05000$). Следовательно, чем чаще курсанты БГАА в стрессовых ситуациях дистанцируются или избегают проблем, совершают попытки самоконтроля при чувстве вины за ситуацию, тем выше уровень эмоционального напряжения у курсантов.

Показатели фазы резистенции имеют корреляционные связи с такими копинг-стратегиями как «конфронтация» ($r = 0,4524$ на уровне $p < 0,05000$), «дистанцирование» ($r = 0,3772$ на уровне $p < 0,05000$), «бегство» ($r = 0,5969$ на уровне $p < 0,05000$). Следовательно, чем чаще в ситуациях стресса курсант БГАА прибегает к дистанцированию и бегству от стресса, прибегает к конфронтации, тем выше уровень фазы резистенции эмоционального выгорания, которая отражается в попытках более или менее успешно оградить себя от неприятных впечатлений от сложившейся ситуации. При этом показатели фазы резистенции имеют обратные корреляционные связи с такими копинг-стратегиями как «планирование решения» ($r = -0,4146$ на уровне $p < 0,05000$), «положительная переоценка» ($r = -0,3619$ на уровне $p < 0,05000$). Следовательно, чем чаще курсант БГАА прибегает в ситуациях стресса к планированию решения стрессовой ситуации и ее положительной переоценке, тем ниже

уровень эмоционального выгорания. Таким образом, можно говорить, что стратегии «планирование решения» и «положительная переоценка» являются адаптивными для курсантов БГАА в ситуациях стресса.

Показатели фазы истощения также имеют корреляционные связи с такими копинг-стратегиями как «дистанцирование» ($r = 0,6218$ на уровне $p < 0,05000$), «принятие ответственности» ($r = 0,3755$ на уровне $p < 0,05000$), «бегство» ($r = 0,3637$ на уровне $p < 0,05000$). Следовательно, чем чаще в ситуациях стресса курсант БГАА прибегает к дистанцированию и бегству от стресса, прибегает самобичеванию, тем выше уровень эмоционального выгорания.

Таким образом, в ходе исследования была доказана взаимосвязь копинг-стратегии и уровня эмоционального выгорания у курсантов БГАА. Были выявлены адаптивные и эффективные копинг-стратегии такие как «планирование решения» и «положительная переоценка», а также неадаптивные такие как «дистанцирование» и «бегство». В этой связи актуальным становится вопрос применения полученных результатов исследования в ходе подготовки будущих авиационных специалистов, развития у них адаптивных копинг-стратегий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водопьянова, Н. Е. Копинг-стратегии как фактор профессиональной адаптации / Н. Е. Водопьянова, Е. В. Жукина; под ред. Л. А. Корыстылевой. – СПб. : СПбГУ, 2004. – Вып. 8. – 156 с.
2. Глауберман, Д. Радость сгорания: как конец света может стать новым началом / Д. Глауберман. – Москва : Добрая книга, 2004. – 368 с.
3. Егоров, А. Ю. Психология девиантного поведения : учеб. пособие для студентов вузов / А. Ю. Егоров, С. А. Игумнов. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2021. – 448 с.
4. Исаева, Е. Р. Копинг-поведение и психологическая защита личности в условиях здоровья и болезни : монография / Е. Р. Исаева. – СПб. : С.-Петербург. гос. мед. ун-т, 2009. – 136 с.

УДК 365.4

В. Н. Мелехин, О. И. Стороженко, Ю. А. Золотов

Военная академия Республики Беларусь

ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ПО АВИАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ С КУРСАНТАМИ ЛЕТНОГО ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ АВИАЦИОННОГО ФАКУЛЬТЕТА: НЕКОТОРЫЕ АКЦЕНТЫ МЕТОДИКИ

«К психологии необходимо относиться как к науке, уважать образованных людей, доверяться тем, кто помогает тебе, быть открытым в своем счастье и беде, уверенности и сомнениях» [1].

Академик В. А. Пономаренко

В докладе рассмотрены вопросы изучения факультативной дисциплины «Авиационная психология» с курсантами авиационного факультета в контексте повышения профессиональной надежности летной подготовки.

История авиационной психологии (далее – АП), ее становление и развитие обусловлены потребностями практики обеспечения труда летчиков. В предисловии к книге «Очерки психологии для летчиков» известный летчик-испытатель и ученый, методист М. М. Громов указывал: «Каждый летчик изучает науки, объясняющие поведение самолета в воздухе. Но самолет летает не сам – им управляет человек, и поведение самолета всецело зависит от действий человека, им управляющего. Не самолет делает ошибки в воздухе,

а человек, управляющий им. Поэтому освоение наук, объясняющих поведение человека, так же необходимо каждому летчику, как и изучение поведения самолета. Аэродинамика дает нам представление о законах, объясняющих поведение самолета в воздухе. Психология дает представление о закономерностях, объясняющих деятельность человека. Для того чтобы летать надежно, очень важно знать, как управлять самолетом, но еще важнее знать, как управлять самим собой» [1].

Летная подготовка курсантов авиационного факультета является важнейшим видом профессиональной подготовки и проводится в авиационных организациях ДОСААФ и авиационных частях ВВС и войск ПВО Республики Беларусь. Теоретическая подготовка в академии, наряду с большим спектром других обеспечивающих полеты учебных дисциплин, включает АП. Имея относительно небольшой объем 56 учебных часов и относясь к группе факультативных дисциплин, АП имеет перед собой важные для профессиональной надежности летчика цели. Это подготовка офицера:

- знающего понятия, отличительные признаки, психологические особенности и структуру авиационного коллектива; особенности возникновения и развития конфликтов в воинских коллективах и пути их предупреждения и регулирования; психологические феномены, категории, методы изучения и описания закономерностей функционирования и развития психики летчика с позиций существующих в отечественной и зарубежной науке подходов;
- умеющего применять базовые научно-теоретические знания по психологии для решения теоретических и практических задач в области саморегуляции;
- владеющего методами формирования и поддержания положительных психических состояний летчиков [2].

Какие же основные акценты расставляются педагогом при подготовке и в ходе проведения занятий по АП?

Первое. Акцент на формирование личности офицера-авиатора. На кафедре летной подготовки и боевого применения авиации есть понимание важности опоры педагога на мнение состоявшихся, вошедших в историю отечественной и мировой авиации летчиков и о летчиках. В книгах об этих людях можно найти цитаты легендарных летчиков В. П. Чкалова, М. М. Громова, и др. Например, мнение писателя А. И. Куприна о летчиках: «Я люблю их общество. Постоянный риск, любимый и опасный труд, вечная напряженность внимания, недоступные большинству людей... и чудовищная быстрота – все это как бы выжигает, вытравливает из души настоящего летчика обычные низменные чувства – зависть, скупость, трусость, мелочность, сварливость, хвастовство, ложь, – и в ней остается чистое золото». Вот цитата из сказанного В. М. Мясищевым, легендарным авиаконструктором: «Мало полюбить небо. Надо, чтобы небо полюбило тебя. А оно любит смелых, знающих, трудолюбивых».

Слова легендарного советского летчика Маресьева А. П.: «Вмешаться в драку или защитить слабого – это, по-моему, проявление храбрости. Сидеть над трудными уроками, хотя глаза уже лезут на лоб от усталости и от злости на самого себя, и не вставать до тех пор, пока не добьешься своего, – проявление силы воли. Может быть, это все выглядит не героически, но именно так, думается мне, и воспитывается характер. Конечно, это вещи разные – сидеть над учебником и вести в бой самолеты. Но иной раз уж очень похожи качества, которые требуются для того, чтобы хорошо сделать эти непохожие друг на друга дела».

Второе. Использование на занятиях оперативной и периодической информации по аварийности в государственной авиации Республики Беларусь, авиации других государств с акцентом на так называемый *человеческий фактор* – причину около 60–80 % авиационных происшествий и инцидентов [3]. Трудно не согласиться с мнением военного летчика, доктора психологических наук, профессора Д. В. Гандера, что «основным недостатком многих теоретических исследований было то, что они составляли преимущественно мир науки и наработки оставались в руках ученых. Причина кроется в не востребованности психологических знаний. Но ведь человеческий фактор – категория психологическая» [4].

На занятиях по АП широко используются наработки ученых, работающих в области авиационной авиариологии, в частности, одного из ведущих специалистов в области

человеческого фактора в авиации, доктора медицинских наук, профессора В. В. Козлова [5]. Например, следующие психологические опасные факторы. «Феномен усложнения» – проявляется несанкционированным усложнением летчиком своего полетного задания и обусловлен желанием летчика более полно реализовать свой профессиональный потенциал, реальный или мнимый. «Феномен поиска земли» – проявляется на этапе захода на посадку и характеризуется тем, что у летчика развивается психическое состояние, при котором летчик фактически неосознанно начинает с определенной высоты «искать» землю, и чем меньше опыт летчика, тем больше высота начала поиска. И другие, не менее прогнозируемые психологические опасные факторы [5, 6]. Использование подобных материалов, касающихся расследования причин аварий и катастроф, теоретического обоснования причин проявления психологических опасных факторов, позволяет «примерить» на себя особые ситуации, что в итоге формирует уверенность в своих действиях в аналогичных, уже мысленно пережитых ситуациях в воздухе.

Третье. Опора на требования действующих документов, регламентирующих деятельность государственной авиации. Их широкий спектр включает документы, непосредственно описывающие проблемы проявления человеческого фактора в психофизиологическом аспекте [3, 7]. Такой подход, показывающий прямую связь безопасности полетов с важностью выполнения нормирующих полеты документов, формирует у курсантов уважение к их требованиям как сейчас, в процессе летного обучения, так и в отсроченном будущем, где нашим подопечным будет предложен статус авиатора-руководителя.

Четвертое. Акцент на изучение индивидуально-психологических и личностных особенностей курсантов и отработку практических приемов развития профессионально важных качеств. В ходе занятий проводится изучение индивидуально-психологических и личностных особенностей курсантов: свойств внимания, памяти, мышления; личностных особенностей. При этом используются хорошо зарекомендовавшие себя на практике методики диагностирования. Целями занятий также ставится изучение методов и приемов, позволяющих раскрыть потенциал развития профессионально важных качеств (ПВК) у курсантов, упражнения на развитие этих качеств.

Пятое. Акцент изучающих с курсантами АП педагогов на сотрудничество со специалистами отдела авиационной психологии 223 Центра авиационной медицины ВВС и войск ПВО. Кроме того, педагоги поддерживают связь со штатными авиационными психологами авиационных частей, где ежегодно проводится летная практика курсантов. Более того, в ходе практики курсантов педагоги сопровождают этот непростой процесс личным в нем участием, выезжая на аэродром в качестве руководителя летной практики от вуза [8, 9].

Шестое. Профессиональный юмор педагога в процессе проведения занятий по АП. Юмор в педагогике хорошо исследован и не противоречит требованиям к педагогическому такту, если преподаватели не проявляют насмешливости. Вот примеры авиационного юмора: «Летчик воспринимает мир многообразно. Он допускает разночтения и многовариантность. Однако число взлетов и посадок должно совпадать». Или еще: «Скорость, высота и интеллект – два из трех всегда нужны для выхода их аварийных ситуаций».

И, наконец, седьмое. Преподаватели видят в своих курсантах людей, выбравших такой же, как и у них самих, непростой и ответственный жизненный путь, и поэтому квинтэссенцией своих педагогических усилий видят долговременную мотивацию на выбранную профессию как на судьбу. «Понятие «профессионализм» многомерно, многослойно. Это мера зрелости сознания, цельности натуры, весть добра. И начинается оно с формирования личности летчика, суть которой в центральном интересе, жизненной установке – летать!» [10].

Таким образом, образовательный процесс по изучению АП организован с учетом теоретико-методологических и практических вопросов военной психологии и педагогики, где немаловажную роль играет опора на требования документов, регламентирующих деятельность государственной авиации, оперативную и периодическую информацию об аварийности по причине проявления человеческого фактора, изучение индивидуально-психологических и личностных особенностей курсантов и отработку практических приемов развития профессионально важных качеств. И, конечно же, опора на личный опыт педагогов-летчиков.

Такой подход – залог успешного достижения учебных и воспитательных целей в работе с молодыми авиаторами – курсантами авиационного факультета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ворона, А. А., Теория и практика психологического обеспечения летного труда / А. А. Ворона, В. А. Пономаренко, Д. В. Гандер. – М. : Воениздат, 2003. – 270 с.
2. Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Авиационная психология» для специальности: 1-95 01 08 «Эксплуатация воздушного транспорта, управление воздушным движением». – Минск: ВА РБ, 2023. – 35 с.
3. Методические рекомендации по предотвращению авиационных происшествий. – Минск, 2010. – 83 с.
4. Гандер, Д. В. Профессиональная психопедагогика / Д. В. Гандер – М. : ВОЕНТЕХИНИЗДАТ, 2007. – 336 с.
5. Козлов, В. В. Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации / В. В. Козлов. – М. : Полиграф, 2002. – 280 с.
6. Человеческий фактор: психофизиологические причины ошибочных действий летчика и их профилактика: методическое пособие / под ред. В. В. Козлова. – М. : НИИЦ ГНИИ военной медицины МО РФ, 2002. – 80 с.
7. Инструкция по психологическому сопровождению авиационной деятельности в ВВС и войсках ПВО. – Минск, 2014. – 24 с.
8. Стороженко, О. И. Преподаватель на аэродроме / О. И. Стороженко, В. Н. Мелёхин // Образовательный процесс: методика, опыт, проблемы. Сборник научно-методических статей – 2023. – № 64. – С. 79–82.
9. Мелехин, В. Н. Формирование мобилизованности на полет в ходе летной подготовки курсантов: роль руководителя практики / В. Н. Мелехин // Сборник тезисов докл. XIII МНПК. – Минск : ВА РБ, 2023. – 145 с.
10. Пономаренко, В. А. Психология духовности профессионала / В. А. Пономаренко. – М., 1997. – 95 с.

УДК 377.3:358.43

Е. Н. Миронов, Д. Н. Топтун, А.С. Ишутин

Военная академия Республики Беларусь

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ БОРТОВЫХ АВИАЦИОННЫХ ТЕХНИКОВ ВЕРТОЛЕТА

Анализ последних вооруженных конфликтов (2008–2024 гг.), ряда достаточно заметных изменений в облике ВС ведущих в военном отношении государств, а также заявленных перспектив их развития позволил выделить ряд особенностей применения и развития вертолетов в ближайшее время.

Вертолеты входят в состав ВВС, СВ, ВМФ, ССО или других формирований ВС. Они активно используются для решения огневых, разведывательных, транспортно-десантных и специальных задач в ходе учений, миссий, операций или других вооруженных конфликтов.

Перспективными направлениями развития ВС на ближайшие десятилетия являются модернизация имеющихся вертолетов или замена их новыми образцами. Перспективные направления совершенствования вертолетов – увеличение скорости и дальности (продолжительности) полета, массы полезной нагрузки и вместительности.

Авиация ВВС и войск ПВО Республики Беларусь имеет в своем составе вертолеты Ми-8, Ми-24, Ми-35. Они предназначены для поражения живой силы и техники противника,

низколетящих нескоростных воздушных целей, повышения мобильности подразделений СВ и обеспечение их огневой поддержкой на поле боя, перевозки личного состава и транспортировки грузов [1].

В состав экипажа вертолета, помимо летчиков, входит бортовой авиационный техник вертолета (далее – бортовой техник), исполняющий обязанности в полете в соответствии с РЛЭ.

В настоящее время подготовка бортовых техников в ВС Республики Беларусь проводится в авиационной воинской части из лиц инженерно-технического состава (профилизация «Техническая эксплуатация пилотируемых воздушных судов и их силовых установок»). Кандидат в бортовые техники подает рапорт и проходит медицинскую комиссию на допуск к летной работе. Далее подготовка бортового техника включает: теоретическую, наземную, парашютно-спасательную и парашютно-десантную и летную подготовку. По окончании каждого этапа подготовки руководящим составом авиационной воинской части осуществляется проверка знаний и практических навыков в выполнении функциональных обязанностей. В случае успешного выполнения программы подготовки специалист допускается к самостоятельным полетам в качестве бортового техника.

Анализ существующего процесса подготовки бортовых техников позволил выделить следующие недостатки:

- отсутствует постоянная система подготовки (подготовка бортовых техников осуществляется по необходимости);
- отсутствует кадровый заказ с прогнозированием необходимого количества данных специалистов и времени их подготовки.

Одним из путей совершенствования данного процесса – это открытие новой профилизации по подготовке бортовых техников на авиационном факультете учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» в рамках существующей специальности.

Это позволит:

- создать постоянную систему подготовки бортовых техников;
- осуществлять подготовку необходимого (прогнозируемого) числа специалистов;
- повысить качество подготовки бортовых техников;
- сократить время и расходы на подготовку бортовых техников.

В перспективе подготовка бортовых техников может осуществляться для авиации МЧС, ГПК Республики Беларусь, а также для ВС и силовых структур других государств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техника и вооружение / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mil.by/ru/forces/vvspvo/equipment/134>. – Дата доступа: 11.03.2024.

УДК 37.041

Н. К. Рудаковский

Белорусская государственная академия авиации

САМООБРАЗОВАНИЕ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА

Формирование мировоззрения современного специалиста важно не только для успешной деятельности во внешнем мире, но и в духовной работе. При сформированном мировоззрении, у специалиста не возникает проблем в выборе пути и средств, которые он будет использовать в своей профессиональной деятельности. В жизни современного специалиста многое в его каждодневной деятельности зависит от того, насколько его мировоззрение сформировано и соответствует тем правилам, которые навязываются ему извне обществом. И

именно такой элемент системы формирования мировоззрения современных кадров как самообразование способствует этому.

Особое место в составе базового элемента образовательной культуры специалиста должны занимать гуманитарные знания. Без такой их части, назовем ее условно как «человековедение», трудно рассчитывать на формирование у офицера высоких военно-профессиональных качеств. Без этих знаний он столкнется со множеством трудностей в своей дальнейшей профессиональной деятельности. Изменение внутренних установок и ориентиров, становление нового менталитета напрямую связаны с их гуманитарной образованностью, с осознанием того факта, что органичной составляющей профессиональной культуры любого специалиста являются, помимо прочих, философско-мировоззренческие знания, помогающие специалисту выработать свой взгляд на окружающую его действительность и место в ней профессионального работника, сформировать целостное видение проблем развития его как профессионала своего дела; оно связано с пониманием того, что в гуманитарной компоненте высшего образования сконцентрирована духовность людей, что гуманитарная образованность способствует интеллектуальной многоаспектности человека, облегчающей освоение любой профессии. И в этом современному специалисту должно помочь умение успешно заниматься самообразованием.

Чем же диктуется самообразование и его непрерывность для современного специалиста как один из элементов формирования его мировоззрения?

Начнем с того, что дадим определение такому термину как самообразование. Согласно «Педагогического словаря» (авторы К. М. Коджаспирова и А. Ю. Коджаспиров) «самообразование – это специально организованная, самодеятельная, систематическая познавательная деятельность, направленная на достижение определенных личностно и (или) общественно значимых образовательных целей: удовлетворение познавательных процессов, общекультурных и профессиональных запросов и повышения профессиональной квалификации. Строится обычно по образцу систематизированных форм обучения, но регулируется самим субъектом» [1, с. 132].

Суть самообразования заключается в овладении техникой и культурой умственного труда, умении преодолевать проблемы, самостоятельно работать над собственным совершенствованием, в том числе профессиональным.

Основными принципами самообразования являются:

- непрерывность;
- последовательность;
- целенаправленность;
- интегративность;
- единство общей и профессиональной культуры;
- взаимосвязь и преемственность;
- доступность и опережающий характер, перманентность перехода от низкой ступени к высшей;
- вариативность;
- адекватность самооценки уровня своих знаний;
- самоконтроль.

Самообразование является аналогом образования. Здесь огромную роль играет внутренний мир человека: не только сознание, но и бессознательный фактор, интуиция, а также умение учиться не только у преподавателя, но с помощью книг, современных информационных технологий, у других людей, у природы. Самообразование основывается на потребности в знаниях.

Основополагающими функциями являются анализ и оценка результатов самостоятельной образовательной деятельности. Средствами являются самоанализ и самооценка. Поэтому умение оценить себя – сильный фактор активизации самостоятельной образовательной деятельности. На это и нужно обращать особое внимание педагогам высшей школы при привитии навыков студентам, будущим специалистам, способности желания дальнейшего самообразования уже вне стен alma-mater.

В основе самообразования лежат приемы деятельности, личностные смыслы, установки, качества и умения такие как:

- ставить перед собой цели, определять средства, силы и способы их достижения, понимать смысл поставленных задач, анализировать и оценивать собственную деятельность, расставлять смысловые акценты;
- быть восприимчивым к существующей окружающей действительности, критичным и самокритичным в оценке собственных действий и поступков окружающих людей;
- осуществлять самостоятельный сознательный выбор и нести за него полную ответственность, не перекладывая свою вину на других или обстоятельства;
- использовать имеющиеся и вырабатывать новые приемы внутреннего стимулирования самообразовательной деятельности, создавать на этой основе самообразования, имеет богатый внутренний мир и выглядит более полезным в глазах окружающих его людей.

На наш взгляд, подлинное самообразование невозможно без хорошо сформированной культуры умственного труда системы рациональных способов умственной деятельности, состоящей прежде всего из процессов приема, усвоения, переработки и передачи знаний.

Особая ценность самообразования – в самостоятельном поисковом размышлении, в свободном усвоении свободно избранной области знания. Поэтому здесь я хочу остановиться на основных моментах, которые усиливают организационную и методическую сторону самостоятельной работы будущего специалиста в процессе самообразования, которые оказывают значительное влияние на выработку у них навыков и умения пополнения знаний.

Во-первых, повышение библиографической культуры.

Во-вторых, разработка профессорско-преподавательским составом методических рекомендаций и указаний, которые в определенной мере направляют самостоятельный труд обучаемых.

В-третьих, повышение культуры обращения с современными информационными ресурсами, правильность их использования в процессе самообразования, способность быстро и точно находить необходимую и достоверную информации в ее постоянно меняющемся объеме и потоке.

Самообразование – необходимое, постоянное слагаемое жизни культурного, образованного, просвещенного человека, занятие, которое сопутствует ему всегда.

Теоретический анализ научной литературы по данной проблематике показывает, что совершенствование мировоззренческой подготовки будущего специалиста в высшем учебном заведении должно проводиться по таким основным направлениям как:

- совершенствование методов преподавания социально-гуманитарных дисциплин, с опорой на современные достижения науки с учетом отечественного и зарубежного опыта;
- усиление роли социально-гуманитарных дисциплин в формировании современного мировоззрения специалиста;
- ориентация преподавания социально-гуманитарных дисциплин на формирование у будущих специалистов мотивации к повышению уровня научного и профессионального мировоззрения;
- повышение уровня мировоззренческой направленности преподавания профессиональных дисциплин;
- междисциплинарная интеграция социально-гуманитарных и профессиональных дисциплин, направленная на прочное усвоение всего объема учебного материала и становление должного уровня мировоззрения специалиста.

Самообразовательная деятельность современного специалиста – исключительно плодотворная форма развития его идейных и профессиональных качеств, требующая не кратковременного, а постоянного, на протяжении всей профессиональной деятельности, напряжения интеллектуальных, нравственных и физических сил. Этот процесс должен быть непрерывным и постоянным, и только так он будет иметь свою практическую ценность [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коджаспирова, Г. М. Педагогический словарь: для студ. / Г. М. Коджаспирова, А. Ю. Коджаспиров. – М. : Академия, 2001. – 176 с.
2. Kopteva, G. About-education [Electronic resource] / G. Kopteva // The scientific heritage. – 2020. – N 53. – Mode of access: <https://cyberleninka.ru/article/n/about-self-education/viewer> – Date of access: 27.10.2024.

УДК 378.17

Г. А. Сенокосов, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

ИЗУЧЕНИЕ КОНФЛИКТНОСТИ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

В условиях быстрого технологического прогресса и постоянных изменений в экономике и культуре люди сталкиваются с повышенной стрессовой нагрузкой, что может стать причиной конфликтов на рабочем месте, в семье и в обществе.

Феномен конфликтов изучался различными авторами и находит свое отражение в работах таких ученых как Л. Козер, Р. Дарендорф, З. Фрейд, А. Адлер, К. Хорни, Э. Фромм, У. Мак-Дугалл, С. Сигеле, К. Лоренц, Н. Тинберген, К. Левин, Д. Креч, Л. Линдсей, Д. Доллард, Л. Берковитц, Н. Миллер, А. Басе, А. Бандура, Р. Сире, Дж. Морено, Э. Дженигс, С. Додд, Г. Гурвич, Дж. Г. Мид, Т. Шибутани, Д. Шпигель, Ф. Хайдер и других.

Согласно психологическому словарю «конфликт – широкий термин, активно эксплуатирующийся в психологии, социологии, др. науках, а также философии, конфликтологии и обыденном сознании». В психологии под конфликтом чаще всего понимается «актуализированное противоречие, столкновение противоположно направленных интересов, целей, позиций, мнений, взглядов субъектов взаимодействия или оппонентов и даже столкновения самих оппонентов» [1, с. 213].

Изучение конфликтов в авиационной среде представляет собой ключевую область исследования, имеющую существенное значение для обеспечения безопасности и эффективности воздушных перевозок. Конфликты, возникающие как среди членов экипажа, так и между персоналом на земле и пассажирами, могут негативно сказаться на функционировании авиационных систем, увеличивая риск человеческих ошибок и снижая качество обслуживания. Данная область требует комплексного анализа, поскольку конфликтные ситуации могут приводить к стрессу, ухудшению коммуникации и, в конечном итоге, к угрозам безопасности полетов.

Следовательно, исследование конфликтности остается актуальным в современных условиях, т. к. оно позволяет глубже понять причины, механизмы и последствия конфликтов, а также разрабатывать стратегии для их эффективного разрешения. В этой связи было проведено эмпирическое исследование, направленное на изучение склонности к конфликтности и агрессивности как личностных характеристик у курсантов БГАА, а также исследование взаимосвязи склонности к конфликтности и агрессивности и уровня развития коммуникативных способностей. В исследовании принимали участие курсанты 2 курса, юноши и девушки в возрасте 19–20 лет ($n = 84$). Диагностическим инструментарием для исследования явились следующие методики: «Личностная агрессивность и конфликтность», авторы: Е. П. Ильин, П. А. Ковалев, и «Коммуникативные и организаторские склонности (КОС-1)», авторы: В. В. Синявский, Б. А. Федорошин. Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью расчета непараметрического коэффициента корреляции Спирмена в программе SPSS 10 Statistics.

Уровень конфликтности у курсантов БГАА по данным методики «Личностная агрессивность и конфликтность» отражен на рисунке 1.

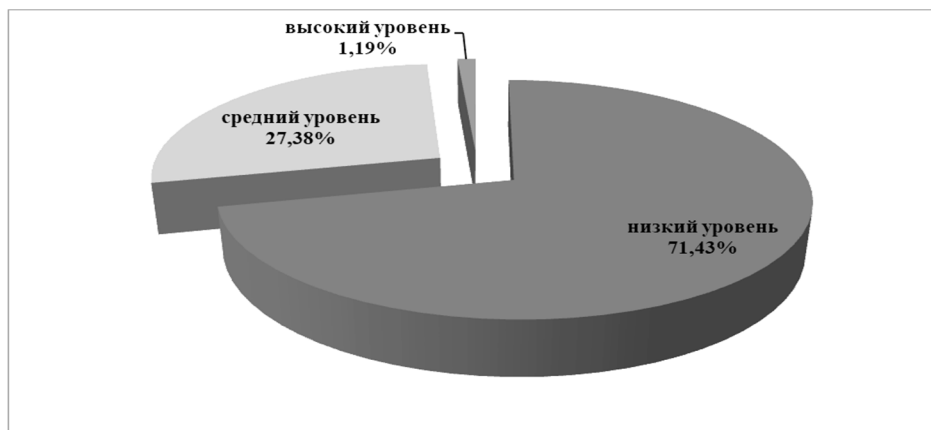


Рисунок 1 – Уровень выраженности конфликтности у курсантов БГАА

Полученные данные о распределении уровней конфликтности среди респондентов выборки показывают явные тенденции в их поведении. Значительная доля курсантов, а именно 71,43 % ($n = 60$), имеет низкий уровень конфликтности, что свидетельствует о спокойном и сдержанном подходе к разрешению конфликтных ситуаций. Это является положительным признаком, указывающим на наличие навыков управления эмоциями и способности избегать эскалации конфликтов. Средний уровень конфликтности зафиксирован у 27,38 % ($n = 23$) респондентов, что может указывать на наличие определенных трудностей в общении и разрешении конфликтов, однако данная группа курсантов также имеет потенциал для дальнейшего обучения и развития навыков коммуникации в конфликтных ситуациях. Высокий уровень конфликтности наблюдается лишь у 1,19 % ($n = 1$) респондента выборки, что говорит о крайне низкой распространенности проблемы конфликтного поведения.

В целом по шкалам опросника «Личностная агрессивность и конфликтность» курсанты БГАА демонстрируют низкий или умеренный уровень выраженности конфликтности и агрессивности. Полученные данные отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Выраженность компонентов личностной агрессивности и конфликтность у курсантов БГАА

Шкала	Среднее значение по шкале	
позитивная агрессивность	5,83	низкий уровень
негативная агрессивность	6,45	низкий уровень
конфликтность	14,46	низкий уровень
вспыльчивость	4,82	средний уровень
напористость	2,77	низкий уровень
обидчивость	3,87	средний уровень
неуступчивость	3,06	средний уровень
бескомпромиссность	1,79	низкий уровень
мстительность	3,44	средний уровень
нетерпимость к мнению других	3,01	средний уровень
подозрительность	3,99	средний уровень

Представленные данные по шкалам агрессивности и конфликтности дают возможность глубже понять характеристики курсантов выборки. При этом стоит обратить внимание на некоторые аспекты полученных данных. Так, низкий уровень позитивной агрессивности может указывать на то, что курсанты не склонны к здоровой ассертивности, что может быть важным компонентом в межличностных взаимодействиях и разрешении конфликтов. Средний

уровень вспыльчивости показывает, что у некоторых курсантов все же могут возникать ситуации, когда они быстро реагируют на стресс или провокации, что может требовать внимания и работы над самообладанием. Низкий уровень напористости может говорить о том, что курсанты могут избегать проявления настойчивости, что иногда необходимо для достижения целей.

Средний уровень обидчивости указывает на то, что некоторые курсанты могут быть чувствительны к отрицательной критике или взаимодействиям, что также стоит учитывать в контексте развития коммуникативных навыков. Средний уровень неуступчивости может сигнализировать о некоторой трудности в компромиссах, что может стать проблемой в командной работе. Средний уровень мстительности говорит о том, что некоторые участники могут иногда испытывать желание мстить, что требует внимания в контексте формирования отношений доверия. Средний уровень нетерпимости к различным мнениям может указывать на необходимость работы над инклюзивностью и открытостью к альтернативным точкам зрения. Средний уровень подозрительности может быть признаком некоторой настороженности, что может влиять на качество межличностных коммуникаций.

В целом, полученные данные указывают на преобладание низкого уровня агрессивности и конфликтности среди курсантов БГАА, что является положительным показателем. Однако наличие средних значений по таким параметрам, как вспыльчивость, обидчивость, неуступчивость и другие, подчеркивает необходимость проведения тренингов по развитию коммуникативных и управленческих навыков, что позволит курсантам более эффективно взаимодействовать и справляться с конфликтными ситуациями.

Интересным представилось изучение взаимосвязи компонентов личностной агрессивности и конфликтности и коммуникативных способностей у курсантов БГАА. Выявлена следующая психологическая закономерность: чем выше уровень развития коммуникативных способностей у курсанта, тем ниже уровень его конфликтности ($r = -0,3310$ на уровне $p < 0,05000$), вспыльчивости ($r = -0,2736$ на уровне $p < 0,05000$), обидчивости ($r = -0,2531$ на уровне $p < 0,05000$) и нетерпимости к мнению других ($r = -0,2210$ на уровне $p < 0,05000$).

Данные выводы подчеркивают важность развития коммуникативных способностей как средства профилактики конфликтных ситуаций и улучшения межличностных отношений среди курсантов БГАА. Комплексные тренинги и программы, направленные на повышение уровня коммуникации, могут способствовать уменьшению уровня вспыльчивости, обидчивости и нетерпимости, что, в свою очередь, создаст более здоровую и продуктивную образовательную среду.

Таким образом, исследование подчеркивает необходимость внимания к коммуникативной компетентности как важному аспекту в подготовке курсантов БГАА, что позволит не только улучшить стрессоустойчивость и взаимоотношения внутри коллектива, но и повысить общую эффективность их будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Большой психологический словарь / сост. и общ. ред. Б. Мещеряков, В. Зинченко. – СПб. : Прайм-ЕВРОЗНАК, 2004. – 672 с.

УДК 7.01

В. Н. Сивицкий, А. С. Гулецкий

*Белорусская государственная академия авиации***ЛИТЕРАТУРА И ИСКУССТВО В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ
АВИАСПЕЦИАЛИСТОВ (НА ПРИМЕРЕ РОМАНА АРТУРА ХЕЙЛИ «АЭРОПОРТ»)**

Художественная культура, формируя эстетическое сознание личности, высшую потребность действовать и в профессии, и в жизни высоко, красиво и гармонично, обладает огромным потенциалом воспитания индивида, фактором его комплексной социализации. Человек, человек-работник – существо эстетическое, и эстетика труда тесно связана с его качеством: красиво реализованные функциональные обязанности, красиво сделанная работа – это то, что можно назвать совершенным, завершенным, качественным трудом, и наоборот, совершенный, завершенный, качественный труд – это всегда красиво.

Кроме эстетизации деятельности, литература и искусство, а это основные средства художественно-эстетического воспитания личности, одновременно моделируют круг социального взаимодействия индивида-личности, знакомят человека со спецификой деловых взаимоотношений людей в ходе осуществления технологического процесса.

Профессиональному воспитанию индивида-личности в различных контекстах всегда служили произведения литературы и искусства на так называемую производственную тему. К таким произведениям относится и роман американского писателя XX в. Артура Хейли – современника таких прозаиков-реалистов и неоромантиков как Эрнест Хемингуэй, Уильям Фолкнер, Курт Воннегут, Герман Мелвилл, Генри Джеймс, Уильям Стайрон, Джозеф Хейлер, Джон Барт, Сола Беллоу, Джон Гарднер.

Производственно-репортажная проза (термин, который используется в литературной критике США относительно производственной темы в литературе) – особая сфера заинтересованности Артура Хейли. Главные художественные достижения его – девять романов, в том числе «Отель», «Окончательный диагноз», «Сильнодействующее средство», – написаны именно в жанре производственно-репортажной прозы.

Фабула романа «Аэропорт» (1968 г.) Артура Хейли охватывает небольшой промежуток времени и небольшое пространство действия героев: все действительные события происходят с 18.30 до 01.30 с пятницы на субботу и сосредоточены вокруг одного авиационного происшествия в международном аэропорту Линкольна штата Иллинойс. В сильный январский ураган в ходе осуществления маневра с покрытия взлетно-посадочной полосы сходит самолет, в то же время только на эту же полосу может с наименьшими повреждениями и последствиями приземлиться терпящий бедствие самолет, возвращающийся с полдороги из Рима.

Что составляет образовательную значимость, образовательный потенциал романа Артура Хейли «Аэропорт», чем ценен роман в профессиональной социализации личности авиаспециалиста?

Во-первых, герои романа – это представители практически всех профессиональных групп социально-профессиональной структуры отрасли гражданской авиации, что позволяет обучающимся прочувствовать и осмыслить особенности деятельности авиаспециалистов различных уровней и должностей. Главные герои романа – это управляющий аэропортом Мел Бейкерсфельд (представитель профессиональной группы авиационных менеджеров), Кейз Бейкерсфельд (старший диспетчер), Джо Патрони (главный механик), капитан Вернон Димирест (командир экипажа пилотов), Энсон Хэррекс (второй пилот), Гвен Мейген (бортпроводница), лейтенант Нед Ордвей (начальник полицейской охраны аэропорта), работники аэропорта Таня Ливингстон (специалист по связям с общественностью), Пэтти Смит (кассир) и др.

Во-вторых, в романе отражено самое главное в деятельности различных групп авиаспециалистов, а также незаметные для всех, но очень специфические стороны той или

иной авиационной профессиональной деятельности. Ср. размышления Мела Бейкерсфельда о важности для руководителя уметь заряжать подчиненных своими идеями [1, с. 72]; рассуждения Кейза Бейкерсфельда о том, что обязательно должно быть присуще авиадиспетчеру – умение напрячься, собранность, железное спокойствие, умение бороться со стрессом, – а также его осмысление возможности и пределов эмоционального выгорания в профессии авиадиспетчера [1, с. 73, 80].

В-третьих, герои показаны не только в своих повседневных профессиональных взаимодействиях, но и во взаимодействиях экстремальных ситуаций (сложная обстановка по обеспечению безопасности полетов во время урагана; старушка без билета в салоне; по сути, террористический акт на борту самолета, летящего в Рим).

В-четвертых, в романе отражены различные связанные с функционированием авиации, но в то же время околоавиационные и околопрофессиональные взаимодействия людей (трудные семейные отношения героев; непростые межличностные отношения различных групп авиаспециалистов и т. д.).

В-пятых, функционирование отрасли гражданской авиации представлено в романе в широких общественных контекстах. Ср. участие Мела Бейкерсфельда в решении ключевых, основополагающих вопросов развития гражданской авиации в США; юридическая тяжба аэропорта с общественностью Медоувуда – городка, расположенного вблизи аэропорта, жители которого жалуются на повышенный уровень шума самолетов.

Каким образом методически можно организовать обучающую и воспитательную работу при использовании романа Артура Хейли «Аэропорт» в образовательном пространстве?

Следует заметить, что материал литературного произведения можно использовать не только при проведении занятий по учебным дисциплинам цикла (модуля) социально-гуманитарных дисциплин философско-культурологической направленности, но и при изучении специальных дисциплин, а также при проведении информационных часов, бесед в рамках идеологической и воспитательной работы.

Нами художественное произведение используется при проведении занятий по учебной дисциплине «Культура и деловая этика специалиста» в рамках освоения темы «Культура и этика в системе профессии и профессионализма».

На наш взгляд, лучше всего в составе учебной группы или потока использовать такую форму проведения занятия с использованием романа Артура Хейли «Аэропорт» в качестве учебного средства как читательская конференция.

При этом курсантам раздаются темы реферативных сообщений: «Артур Хейли: писатель и человек», «Авиационный профессионал: кто он?», «Профессия и жизнь».

В ходе обсуждения реферативных сообщений курсанты осмысливают такие необходимые авиационному специалисту морально-нравственные и одновременно специализированные качества как упорство, дисциплинированность и самодисциплинированность, гибкость и адаптивность, умение общаться, способность напрячь все силы на выполнение задачи – «заостриться», лидерство, четкое и строгое следование правилам обеспечения безопасности полетов.

При обсуждении реферативного сообщения на тему «Профессия и жизнь» рассматриваются различные несобственно-профессиональные, но связанные с профессиональной деятельностью взаимоотношения людей: семья и человеческая верность, дружба, симпатия и порядочность, профессионализм и ценностная сформированность личности авиаспециалиста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хейли, А. Аэропорт: роман / А. Хейли; пер. с англ. Т. Кудрявцевой и Т. Озерской; послесл. Н. Пальцева. – М. : Правда, 1990. – 464 с.

УДК 378.17

В. В. Симонович, А. В. Найдович

*Белорусская государственная академия авиации***ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО И ДЕСТРУКТИВНОГО ЛИДЕРСТВА
СРЕДИ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ
АВИАЦИИ**

Понятие лидерства широко распространено в социологии, политологии, психологии и ряде других наук о человеке и обществе. Лидерство является актуальной темой для исследований. Так, феномен лидерства нашло свое отражение в работах таких ученых как Д. Максвелл, Г. Юкл, С. Кови, С. Кучмарски, Т. Кучмарски, Хант, Додж, А. И. Жук, Т. И. Краснова, А. А. Злотников, А. А. Брасс, Н. П. Беляцкий, Т. В. Бендас, О. В. Евтихов, Г. М. Андреева, Л. А. Лесина, Н. К. Михайловский, Л. Н. Войтоловский, А. Ф. Лазурский, В. М. Бехтерев, А. С. Залужный, Е. А. Аркин и другие.

Каждый исследователь трактует понятие лидерство согласно своим представлениям. Так, например, с точки зрения В. П. Пугачева, В. В. Касьянова, С. И. Самыгина «лидерство – это разновидность власти, спецификой которой является направленность сверху вниз, а также то, что ее носителем выступает не большинство, а один человек или группа лиц. Лидерство есть управленческий статус, социальная позиция, связанная с принятием решений, лидерство – это руководящая должность» [2, с. 277].

По мнению В. Каца, Л. Эдингера, «лидерство – это влияние на других людей, однако не любое, а такое, которое отвечает следующим условиям: во-первых, влияние должно быть постоянным; во-вторых, руководящее воздействие лидера должно осуществляться на всю группу (организацию); в-третьих, лидер должен иметь явный приоритет в отношениях с подчиненными; в-четвертых, влияние лидера, особенно организационное, должно опираться не на прямое применение силы, а на авторитет или хотя бы признание правомерности руководства» [4, с. 91].

Важным аспектом в изучении лидерства является вопрос о качествах, которыми должен обладать лидер. Лидерские качества – это определенные черты личности, характерные для человека, способного управлять окружающими, и необходимые индивиду для эффективного воздействия на других людей с целью достижения поставленных задач [1]. К лидерским качествам, которые наиболее часто встречаются у успешных лидеров относятся: интеллектуальные – ум и логика; рассудительность; проницательность; оригинальность; концептуальность; образованность; знание дела; речевая развитость; любопытство и познавательность; интуитивность.

При понимании влияния лидера на коллектив возникает вопрос об изучении нравственных представлений лидера. Особенно актуальным представляется изучение деструктивного, отрицательного лидерства в молодежных группах, т. к. кроме конструктивного лидерства, существует противоположная тенденция – антиобщественная активность, которая нивелирует результаты активности позитивных лидеров, разрушительно действует на развитие социума. Данная форма активности имеет своих ярких носителей – отрицательных лидеров, число которых в настоящее время в молодежных группах увеличивается.

Исследования ученых, изучающих проблему лидерства, указывают на очевидную взаимосвязь данного явления и негативной чертой личности как нарциссизм. Нарциссические черты могут присутствовать в структуре личности и поддерживать стремление к успеху, достижениям, самореализации, карьере, социальному признанию.

Т. Миллон отмечает, что личностей нарциссического типа ярко характеризует межличностная инициатива, идущая от веры в себя: конкурентоспособные, амбициозные и самоуверенные они реально занимают позиции лидеров, действуют решительно и без

колебаний, ожидают от других признания своих исключительных качеств и потакания им. Кроме уверенности, они бесстрашны, умны и убедительны, достаточно очаровательны для того, чтобы убедить других действовать в своих целях [5].

Главная проблема состоит в том, что ошибки лидера нарциссического типа имеют тенденцию становиться все более явными, в то время как он становится наиболее успешным. И часто, вместо того чтобы попытаться убедить тех, кто не согласен с ним (а реально он это действительно может сделать), нарциссический лидер чувствует себя вправе игнорировать любые мнения или советы, предостерегающие его, и может потерпеть провал и оказаться в полной изоляции [3, с. 155].

Следовательно, лидер нарциссического типа может нести деструктивный характер для коллектива. Так, нарциссический лидер будет ориентирован преимущественно на свои собственные интересы и желания, а не на благополучие команды. Он может принимать решения исключительно в соответствии с собственными потребностями, не учитывая мнение и чувства коллектива.

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение особенности конструктивного и деструктивного лидерства среди курсантов БГАА. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 2–3 курса, юноши в возрасте 19–21 лет ($n = 30$). Диагностическим инструментарием для исследования явились следующие методики: опросник «Нарциссические черты личности» (О. А. Шамшикова, Н. М. Клепикова, 2010), опросник «Способность к лидерству» (Автор Р. С. Немов). Количественная обработка результатов осуществлялась с помощью расчета непараметрического коэффициента корреляции Спирмена в программе SPSS 10 Statistics.

Средние значения, полученные по шкалам опросника «Нарциссические черты личности», отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения по шкалам опросника «Нарциссические черты личности»

Шкала	Среднее значение	Уровень значения
Грандиозное чувство самозначимости	30,9	средний
Поглощенность фантазиями	32,1	средний
Вера в собственную уникальность	26,9	низкий
Потребность в постоянном внимании и восхищении	25,5	средний
Ожидание особого отношения	28,2	средний
Манипуляции в межличностных отношениях	26,9	средний
Отсутствие эмпатии	28,4	высокий
Сверхзанятость чувством зависти	25,3	средний
Дерзкое, заносчивое поведение	14,8	низкий

Так, на основании полученных данных можно сделать вывод о том, что курсанты БГАА характеризуются средними значениями проявления нарциссизма, при этом преобладает значение по шкале «поглощенность фантазиями», а низкий уровень имеют такие показатели как вера в собственную уникальность и дерзкое, заносчивое поведение.

С целью изучения способностей к лидерству был использован опросник «Способность к лидерству». Анализ полученных данных уровней способностей к лидерству представлен на рисунке 1

Полученные данные распределились следующим образом: 60 % курсантов БГАА имеют средний уровень способностей к лидерству, 20 % – низкий, 13,33 % – высокий уровень, при этом 6,67 % демонстрируют крайне высокие показатели, что говорит о том, что данные курсанты как лидеры склонены к диктату. Средний уровень способностей к лидерству означает, что человек обладает определенными лидерскими качествами, но в то же время может иметь некоторые ограничения или области, которые требуют развития. Важно отметить, что

способности к лидерству могут варьировать в зависимости от конкретной ситуации, контекста и типа деятельности человека.



Рисунок 1 – Уровни развития способности к лидерству у курсантов БГАА

С помощью корреляционного анализа был проведен статистический расчет данных на выявление взаимосвязи всех изученных показателей. Показатель склонности к лидерству имеет корреляционную связь с таким показателем нарциссизма как «Грандиозное чувство самозначимости» ($r = 0,950$ при $p < 0,05000$), «Поглощенность фантазиями» ($r = 0,642$ при $p < 0,05000$), «Вера в собственную уникальность» ($r = 0,819$ при $p < 0,05000$), «Потребность в постоянном внимании и восхищении» ($r = 0,613$ при $p < 0,05000$), «Ожидание особого отношения» ($r = 0,530$ при $p < 0,05000$), «Дерзкое, заносчивое поведение» ($r = -0,443$ при $p < 0,05000$). Следовательно, на основании проведенного корреляционного анализа были выявлены значимые прямые и обратные связи между показателями нарциссизма и лидерских способностей. Чем выше уровень грандиозного чувства самозначимости, тем выше склонность к проявлению лидерства, тем выше тенденция выступать в качестве авторитета при необходимости транслировать свои идеи, вызывать желание подражать лидеру на поведенческом и личностном уровне. Однако при этом ниже уровень удовлетворенности нынешним лидером. Во многом это может быть обусловлено тем, что сам человек стремится стать новым лидером.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что существует взаимосвязь между проявлением нарциссизма и лидерскими качествами у курсантов БГАА. В этой связи актуальным становится вопрос применения полученных результатов исследования в ходе подготовки будущих авиационных специалистов, развития у них лидерства в ключе духовно-нравственной направленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зорина, А. В. Педагогические условия формирования лидерских качеств у студентов ВУЗа: дис. ... канд. пед. наук:13.00.01 / А. В. Зорина. – Н. Новгород, 2009. – 217 с.
2. Касьянов, В. В. Политология для технических вузов / В. В. Касьянов, С. И. Самыгин. – Ростов н/Д : Феникс, 2001. – 384 с.
3. Нестерова, С. Б. Нарциссические корреляты лидерских способностей / С. Б. Нестерова // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 4. – С. 154–157.
4. Пугачев, В. П. Руководство персоналом: учебник / В. П. Пугачев. – М. : Аспект Пресс, 2006. – 416 с.
5. Diagnostic criteria from DSM-IV-TR APA. Published by the American Psychiatric Association. – Washington, 2000. – 200 p.

УДК 365.4

Ю. С. Слижиков, В. И. Поддячий, В. Н. Мелехин

Военная академия Республики Беларусь

ПЕДАГОГ НА АЭРОДРОМЕ: ФОРМИРОВАНИЕ МОБИЛИЗОВАННОСТИ НА ПОЛЕТ В ХОДЕ ЛЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ

В докладе представлено видение роли педагогов авиационного факультета в практике курсантов «Летная подготовка», проводимой на аэродромах государственной авиации Республики Беларусь, в качестве руководителей практики от вуза.

Идея присутствия преподавателей на «старте» (под этим словом на авиационном лексиконе обычно имеют ввиду стартовый командный пункт, высотный домик, центральную заправочную аэродрома) не нова. Так, в статье «Педагог на старте», опубликованной в журнале «Авиация и космонавтика» еще в 1972 году [1], были представлены преимущества такого подхода. Логика необходимости участия педагогов авиационного вуза в летной подготовке курсантов проистекает из педагогической парадигмы бесшовности процесса формирования знаний, умений и навыков, психологической готовности к полету курсанта-летчика, что обеспечивается сопровождением полетов педагогами, изучавшими в академии с курсантами специальные дисциплины по летной подготовке и вопросы безопасности полетов [2]. Фактически с началом курсантских полетов преподаватели не прекращают обучения, а лишь несколько меняют его формы и методы. Основная особенность работы в этот период заключается в том, что теперь обучение ведется совместно с летным составом авиационной воинской части (организации ДОСААФ).

Очевидно, что простой компетентности в вопросах по учебным дисциплинам педагогу на аэродроме уже недостаточно. Руководитель практики от вуза должен хорошо понимать и уметь видеть уровень готовности курсанта-летчика к трудностям и особенностям предстоящих полетов. В Программах практики «Летная подготовка» [3], структурированных по целям, задачам и упражнениям полетов, сформулированы цели участия ППС авиационного факультета в летном обучении курсантов, а именно: «При проведении всех видов подготовок к полетам, выполнении полетов и их разборе в авиационных организациях находится профессорско-преподавательский состав в целях: методического руководства действиями курсантов; проведения консультаций по практической аэродинамике, воздушной навигации, тактике авиационных подразделений и эксплуатации авиационной техники; проведения профилактической работы по предупреждению авиационных событий, всестороннего анализа ошибок летного состава и отказов авиатехники, а также выработки рекомендаций по их недопущению и устранению» [3, 4].

Говоря об участии педагога вуза в работе по предотвращению авиационных событий в ходе летной практики курсантов, необходимо постоянное влияние на них в контексте формирования теоретической, практической и психологической готовности к полету. В настоящее время очевидно «противоречие между уровнем методического мастерства действующего летно-инструкторского состава авиационных воинских частей и требованиями к его профессиональной подготовке с точки зрения педагогической готовности к обучению курсантов Военной академии. Отчасти это обусловлено неполным соответствием образовательной среды авиационных воинских частей и аэроклубов ДОСААФ Республики Беларусь, в которых осуществляется основная часть практического обучения курсантов, образовательной среде вуза, исходя из специфики решаемых задач» [5, 6]. Поэтому участие педагогов в летной подготовке курсантов приобретает особую ценность.

Рассмотрим факторы, которые влияют на мобилизованность к полету [7–9].

Большое значение имеет *установка курсанта на полеты*. Прежде всего, она определяется, его уверенностью в правильности сделанного выбора профессии, желанием летать, успехами в ходе летной подготовки. Установка курсанта-летчика на данную летную

смену и предстоящий полет зависит от особенностей и сложности полетного задания, условий полета, опыта в летной подготовке, степени заинтересованности в выполнении полетного задания, а также психофизиологического состояния. Большое значение имеет стиль руководства предварительной подготовкой к полетам командиров звеньев (отрядов) и уровень педагогической направленности летчиков-инструкторов и педагогов вуза. После подготовки к полетам в конце рабочего дня уместно культивировать посещение спортивной площадки с организацией спортивных игр, имеющих невысокую вероятность травматизма. Это поможет снять накопившийся в ходе подготовки к полетам стресс как реакцию на потенциальные риски полетных заданий будущей летной смены.

Стартовое возбуждение должно стать привычным, устойчивым, включающимся по механизму динамического стереотипа. Все это укрепляет психологическую установку на полеты, создает приподнятый моральный настрой, сплачивает и мобилизует коллектив курсантов-летчиков на успешное выполнение полетов. Положительное воздействие на формирование такого механизма оказывает форма предполетной подготовки – своеобразный ритуал летного дня: четкие команды, доклад о результатах разведки погоды, сообщение метеоролога, указания штурмана и руководителя полетов; подъем авиационного флага на сигнальной мачте перед началом летной смены; пуск двух зеленых ракет (с подачей команды руководителем полетов на аэродроме на запуск двигателей) [10]. Все это укрепляет психологическую установку на полеты, сплачивает и мобилизует коллектив авиаторов на успешное выполнение полетов.

Обязательным условием и составной частью стартового возбуждения является *хорошее настроение*. Плохое настроение снижает возможности человека, создает трудности в работе. Перед каждым полетом летчик должен испытывать бодрость, боевой задор, гордость за свои силы и умение покорять небо. Важно учитывать, что чрезмерное нагнетание чувства ответственности, многократные напоминания о важности полетных заданий, о необходимости выполнить их с особым качеством могут дать обратные результаты. Излишняя старательность вызывает большую напряженность и, как следствие, ошибочные действия [7, 8]. Здесь полезнее высказать убеждение, что курсант-летчик, безусловно, может и вполне готов справиться с заданием.

Существенно снижает эмоциональный тонус, активизацию психики *длительное ожидание*. Напряжение психических и физиологических функций при нахождении на аэродроме в течение длительного времени приводит к истощению нервной системы, снижению ее резервов еще до полета. Обычно более напряжены и нетерпеливы молодые курсанты-летчики, на которых ожидание сказывается в большей степени.

Для воспитания уверенности в себе полезно *подчеркивать достижения и успехи курсанта*, особенно там, где раньше были неудачи. Используются похвала, поощрения в различной форме, рассказы о действиях опытных летчиков (а таких на авиационном факультете немало).

Главной психофизиологической особенностью летного труда является высокое напряжение психических и физиологических функций человека. Необходимое для успешного выполнения полета, оно вызывает потребность в определенной компенсации на земле, чтобы привести в норму сложнейший механизм человеческого организма, восстановить энергетический баланс и равновесие всех его систем [8, 9]. Одним из послеполетной компенсации служит *эмоциональная разрядка летчика после полета*. Она во многом определяет, насколько быстро и полно придут в исходное состояние психофизиологические функции. Эмоциональная разрядка в первую очередь обуславливается благополучным завершением полета, вызывая чувство облегчения после высокого напряжения, внутреннее удовлетворение и гордость за свои способности и умения, за успешное выполнение задания. Пример из профессионального авиационного юмора: «Спасибо, самолет родной! Ты прилетел – и я живой». Если же полет выполнен «с шероховатостями», то возникает подавленное состояние. При этом напряжение психических и физиологических функций остается на длительное время [8, 9].

Психологическое воздействие разбора полетов. Подавленное настроение может усугубляться и ожиданием разбора полетов [10]. На межполетном разборе летчик-инструктор проводит индивидуальный анализ ошибочных действий выполненного курсантом полета. На полном же разборе (по итогам летной смены) недостатки курсанта-летчика будут обсуждаться публично. В том и другом случае нельзя недооценивать разбора полетов на настроение и психику курсантов. Одним из важнейших принципов педагогики является воспитание на положительных примерах, разбор и анализ правильных действий в конкретно сложившейся обстановке, поощрение, распространение передового опыта. Поэтому ни с педагогической, ни с психологической точек зрения нельзя считать правильным, когда разбор полетов сводится в основном к перечислению и анализу ошибок и недостатков, да еще с соответствующими комментариями по адресу допустивших ошибки летчиков. Любая ошибка, а тем более авиационный инцидент – это тяжелая нравственная травма, которую каждый летчик глубоко переживает. Мнение авиационных психологов: «Ошибка пилота – стрела, ранящая его душу и сердце» [11]. В этой ситуации он более всего нуждается в поддержке, участии, снятии напряжения, которое вызвано не только осознанием допущенных ошибок, но и полетом в целом. Спокойный и точный анализ истинных причин ошибочных действий, выражение уверенности в том, что курсант вполне справится с поставленными задачами – важное условие успешности летной практики курсантов [8, 9, 12]. Поэтому необходимо помнить важный для авиационных командиров и начальников постулат: «Разбор полетов – это школа летного мастерства». Он не должен вырождаться в разнос «виноватых».

В ходе подготовки курсантов к полетам и их выполнении педагогу-руководителю практики необходимо поддерживать методическую связь с летчиками-инструкторами. Сотрудничество со штатным авиационным психологом воинской части обеспечит участие педагога-руководителя практики в:

- оценке актуальных психологических состояний и психологической готовности курсантов-летчиков к выполнению полетов;
- обучении приемам и способам психической саморегуляции, ознакомлении с закономерностями функционирования психики в процессе выполнения полетов;
- формировании психологической готовности к выполнению полетных заданий;
- поддержании высокой работоспособности и психической активности в ходе выполнения полетов;
- психокоррекции функциональных состояний (восстановлении функциональных резервов, профилактики переутомления и других неблагоприятных состояний);
- психологическом анализе ошибочных действий в технике пилотирования, разработке мероприятий по их профилактике [13].

Таким образом, освещенные в материалах доклада факторы составляют сложную систему готовности курсанта-летчика к выполнению полета. Очевидно, что простой компетентности в вопросах по учебным дисциплинам педагогу на аэродроме уже недостаточно. Руководитель практики от вуза должен хорошо понимать и уметь видеть уровень готовности курсанта-летчика к трудностям и особенностям предстоящих полетов, поэтому столь важна кропотливая подготовка ППС, выезжающих на полеты, к руководству летной практикой курсантов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мишурный, Г. Преподаватель на старте / Г. Мишурный // Авиация и космонавтика. – 1972. – № 9. – С. 16–17.
2. Стороженко, О. И. Преподаватель на аэродроме / О. И. Стороженко, В. Н. Мелехин // «Образовательный процесс: методика, опыт, проблемы». Сборник научно-методических статей Военная академия Республики Беларусь. – 2023. – № 64. – С. 79–82.
3. Программа практики «Летная подготовка» №№ 1, 2, 3, 4.
4. Инструкция о порядке организации летного обучения курсантов (слушателей) военных учебных заведений в авиационных воинских частях. - Минск, 2007.

5. Дмитрук, И. П. Педагогический аспект обеспечения безопасности летного обучения курсантов авиационного факультета / И. П. Дмитрук, В. Н. Мелехин // Вестник Военной академии Республики Беларусь. – 2014. – № 3 (44). – С. 194–198.
6. Кодола, В. Д., Бучельников, О. Ю., Галушкин, А. В. Роль и место летчика-инструктора в педагогическом коллективе летной высшей школы. // Вестник академии военных наук, 2009. – №3 (28).
7. Ворона, А. А. Теория и практика психологического обеспечения летного труда / А. А. Ворона, В. А. Пономаренко, Д. В. Гандер. – М. : Воениздат, 2003. – С. 270.
8. Покровский, Б. Л. Летчику о психологии / Б. Л. Покровский. - М. : Воениздат, 1984. – С. 85.
9. Мелехин, В. Н. Формирование мобилизованности на полет в ходе летной подготовки курсантов: роль руководителя практики // Сборник тезисов докл. XIII МНПК. – Минск : ВА РБ, 2023. – С. 145.
10. Авиационные правила организации и выполнения полетов государственных воздушных судов Республики Беларусь (Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 06.07.2022 г. №33).
11. Ошибка пилота – это стрела, ранящая его душу и сердце [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://m.aviahumanfactor.ru/aviapsihologiya/4/30/professiya--letchik.html>. – Дата доступа: 11.10.2024.
12. Человеческий фактор: психофизиологические причины ошибочных действий летчика и их профилактика: методическое пособие / Под ред. В. В. Козлова. – М. : НИИЦ ГНИИ военной медицины МО РФ, 2002. – С. 80.
13. Инструкция по психологическому сопровождению авиационной деятельности в ВВС и войсках ПВО. 2014.

УДК 378.17

А. П. Товстик, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

ИЗУЧЕНИЕ АСОЦИАЛЬНЫХ ЧЕРТ ЛИЧНОСТИ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

В настоящее время наблюдается тенденция потери у молодежи духовно-нравственных и семейных ценностей. Все чаще человек стремится к удовлетворению своих потребностей и интересов, не принимая во внимание при этом взгляды и желания окружающих людей. Фактически человек стремится к своему роду гедонизму. Все чаще среди молодежи демонстрируются асоциальные черты личности и все меньше отражаются духовно-нравственные ценности.

Асоциальность – это поведение и поступки, не соответствующие нормам и правилам поведения людей в обществе, общественной морали. Основными асоциальными чертами личности являются нарциссизм, макиавеллизм и психопатия. Данные черты личности исследовались в основном раздельно друг от друга, однако нашли свое отражение в работах таких исследователей как З. Фрейд, М. Кляйн, К. Хорни, Г. Розенфельдом, Х. Сегал, О. Кернберг и другими.

Асоциальная личность – это человек, имеющий слабо развитое (или извращенное) чувство ответственности, низкие моральные ценности, а также отсутствие интереса к другим [3].

Последние исследования в изучении социально-неодобряемых (негативных) личностных характеристик посвящены расширению и улучшению существующих концептов и моделей. Ранее личность рассматривалась в основном с нейтральной или даже положительной точки зрения. Лишь в середине 1990-х гг. эволюционный психолог Дж. МакХоски выпустил две работы, в которых высказал предположение, что неклиническая психопатия, неклинический нарциссизм

и макиавеллизм тесно связаны друг с другом и составляют симптомокомплекс «негативных» черт личности. При этом каждое из трех свойств, входящих в этот синдром, представляет собой самостоятельный конструкт, не сводимый к двум другим [1, с. 82].

Х. Кохут же описывал, что макиавеллизмом называют склонность индивида к использованию манипуляций в межличностной сфере, при этом один скрывает свои истинные намерения и с помощью ложных отвлекающих маневров добивается того, чтобы другой, сам того не осознавая, изменил свои цели [2].

Под психопатией понимается аномалия развития эмоционально-волевой и мотивационной сферы личности, характеризующаяся тотальностью патологических черт характера, относительной стабильностью их проявлений в течение жизни и социальной дезадаптированностью [4].

Наиболее широко изученным является нарциссизм. Нарциссизм характеризуется грандиозным чувством значимости, поглощенностью фантазиями, верой в собственную уникальность, потребностью в постоянном внимании и восхищении, ожиданием особого отношения, манипуляциями в межличностных отношениях, дефицитом эмпатии, сверхзанятостью чувством зависти, дерзким, заносчивым поведением [5].

Феномен нарциссизма нашел свое отражение в работах таких исследователей как А. Миллера, Н. Мак-Вильмс, Х. Кохута, О. Кернберга, Э. Райха, З. Фрейда, В. Райха, Р. Бернса. В отечественных изданиях лишь совсем недавно появляются упоминания о нарциссизме и работы по нарциссизму. Работы и статьи, посвященные различным аспектам нарциссической проблематики, опубликовали М. М. Магурская, И. Ю. Млодик, А. Холмогорова и Н. Гаранян, Е. Т. Соколова и Е. П. Чечельницкая.

Из всего вышеизложенного следует, что каждое из трех свойств, входящих в комплекс асоциальной личности, представляет собой самостоятельный конструкт. Все указанные асоциальные черты, так или иначе, вносят вклад в отклоняющееся (девиантное), а также деструктивное поведение молодежи. Можно предположить, что все черты личности, входящие в такой асоциальный симптомокомплекс, затрагивают сферу взаимодействия личности с социумом, межличностные отношения и отношение к себе. При этом человек не всегда осознает негативные последствия, которые он несет для себя таким поведением. Таким образом, подтверждается актуальность исследований направленных на изучение асоциальных черт личности.

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение асоциальных черт личности у курсантов. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты различных курсов, юноши и девушки в возрасте 18–22 лет ($n = 65$). Диагностическим инструментарием для исследования явилась методика. «Короткий опросник Темной триады», авторы: D. Paulhus, K. Williams, адаптация: М. С. Егорова, М. А. Ситникова, О. В. Паршикова. Анализ полученных данных отражен на рисунке 1.

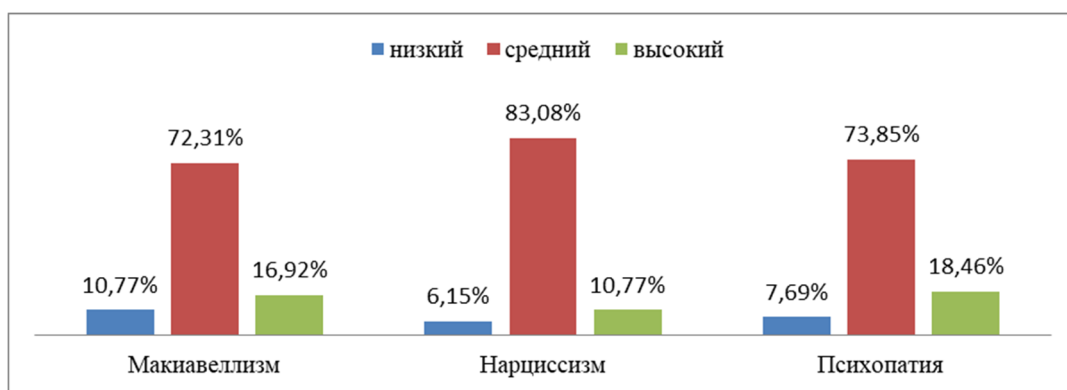


Рисунок 1 – Уровни выраженности асоциальных черт у курсантов БГАА

Данная статистика по уровням макиавеллизма среди курсантов БГАА подчеркивает значительное разнообразие в проявлении этой асоциальной черты личности среди курсантов. Низкий уровень макиавеллизма (10,77 %) может свидетельствовать о наличии у данной категории курсантов высоких этических стандартов и предпочтении сотрудничества и доверительных отношений в межличностной сфере. В то время как преобладающее количество курсантов со средним уровнем макиавеллизма (72,31 %) может указывать на наличие у данной категории курсантов гибкости в подходах к взаимодействию с окружающими, что может быть значимым для адаптации в различных ситуациях, таких как работа в команде или решение конфликтов. Высокий уровень макиавеллизма (16,92 %) в данной группе может указывать на наличие у части курсантов более манипулятивных тенденций, что важно учитывать в процессе их подготовки.

Статистические данные о распределении уровней нарциссизма среди курсантов БГАА отражают характерные черты взаимодействия и самоощущения курсантов в авиационной среде. Низкий уровень нарциссизма (6,15 %) может свидетельствовать о том, что небольшая часть курсантов имеет умеренное отношение к своим достижениям и менее склонна к проявлению эгоцентризма, что может содействовать сотрудничеству и командной работе. Преобладающее количество студентов со средним уровнем нарциссизма (83,08 %) указывает на наличие здорового чувства самооценки и уверенности в себе, что может быть важно для успешной деятельности в авиационной сфере, где необходимо балансировать индивидуальные амбиции с требованиями командной работы. Высокий уровень нарциссизма (10,77 %) в данной группе может указывать на наличие у части курсантов выраженной самоцентричности и стремления к признанию, что потенциально может привести к трудностям в межличностных взаимодействиях и управлении конфликтами.

Данные по уровню асоциальной черты «психопатия» распределились следующим образом: низкий уровень психопатии (7,69 %) предполагает, что небольшая группа курсантов обладает высоким уровнем эмпатии и социальных навыков, что способствует здоровому взаимодействию и обязательности в выполнении командных задач. Преобладающее количество курсантов со средним уровнем психопатии (73,85 %) указывает на наличие у них сбалансированной способности к саморегуляции и адекватной реакции на стрессовые ситуации, что является важным аспектом для авиационной деятельности, требующей принятия быстрых и обоснованных решений. Высокий уровень психопатии (18,46 %) может свидетельствовать о наличии у части курсантов черт, таких как агрессивность и манипулятивность, что может негативно сказаться на межличностных отношениях и общей атмосфере в коллективе.

Таким образом, анализ уровней макиавеллизма, нарциссизма и психопатии среди курсантов БГАА позволяет сделать вывод о преобладании средних уровней данных личностных черт у большинства курсантов. Полученные данные могут быть применены при подготовке будущих авиационных специалистов, чтобы обеспечить создание безопасной и эффективной рабочей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дровосеков, С. Э., Нелюбина Ю. О., Жемчугова А. А. Особенности взаимосвязи компонентов «Темной триады» и личностных черт у мужчин и женщин // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – № 3 (март). – 0,4 п. л. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2018/182003.htm>.
2. Кохут, Х. Психоаналитическое лечение нарциссических расстройств личности: опыт систематического подхода // Антология современного психоанализа под ред. Россохина А. В. – М., 2000. – 578 с.
3. Маклаков, А. Г. Общая психология. – СПб. : Питер, 2001. – 592 с.
4. Максимова, Н. Ю., Милютин Е. Л., Пискун В. М. Основы детской патопсихологии: учеб. пособие. – Киев : Перспектива, 1999. – 432 с.

5. Психоаналитические термины и понятия: Словарь/Под ред. Борнесса Э. Мура и Бернарда Д. Фаина / Перев, с англ. А. М. Боковикова, И. Б. Гриншпуна, А. Фильца. – М. : Независимая фирма «Класс», 2000 – 304 с.

УДК 378.17

А. К. Томашева, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

ИЗУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

Изучение профессиональной пригодности курсантов представляет собой актуальную задачу в контексте подготовки высококвалифицированных специалистов авиационной сферы. Обеспечение безопасной и эффективной деятельности в авиации требует от будущих специалистов не только наличия технических знаний и навыков, но и развитых личностных качеств, эмоционального интеллекта, способности к командному взаимодействию и т. д. В связи с этим, анализ факторов, определяющих профессиональную пригодность курсантов, включая психологические характеристики, коммуникативные навыки и способности к стрессоустойчивости, становится необходимым для формирования современных образовательных программ и методик.

Профессиональная пригодность – это совокупность психологических и психофизических особенностей человека, необходимых и достаточных для достижения им, при наличии специальных знаний, умений и навыков, общественно приемлемой эффективности труда; в понятие профессиональная пригодность входит также удовлетворение, переживаемое человеком в процессе самого труда и при оценке его результатов [1, с. 376].

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение профессиональной пригодности курсантов. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 1–2 курсов, юноши и девушки в возрасте 17–19 лет ($n = 40$). Диагностическим инструментарием для исследования явилась методика «Профессионально-психологический опросник», автор: В. Е. Петров. Опросник представлен 10 шкалами.

Анализ данных по всем шкалам опросника указывает на тот факт, что в целом, уровень профессиональной пригодности курсантов соответствует специальности обучения. Однако, рассмотрим те шкалы опросника, по которым были зафиксированы низкие значения выше стандартной нормы. Анализ полученных данных отражен на рисунках 1–3.

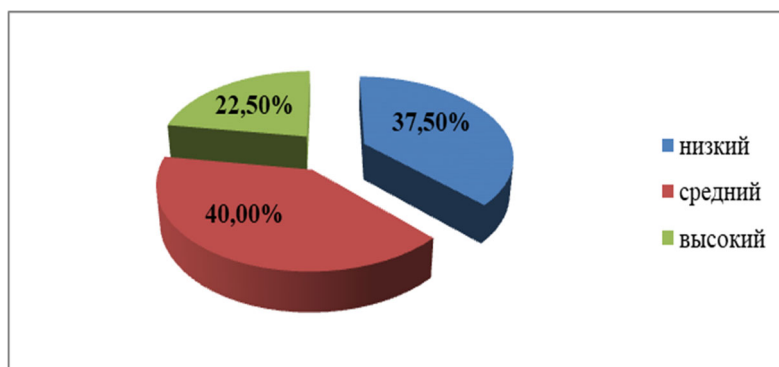


Рисунок 1 – Шкала «Общительность-замкнутость»

Результаты анализа шкалы «Общительность-замкнутость» среди курсантов БГАА демонстрируют разнообразие в уровне социального взаимодействия и склонности к общению.

Низкий уровень общительности, наблюдается у 37,5 % курсантов, свидетельствует о том, что данная категория курсантов может проявлять склонность к замкнутости и сдержанности в социальных взаимодействиях. В то же время 40 % курсантов обладают средним уровнем общительности, что указывает на их способность к адаптивному взаимодействию в различных социальных ситуациях, сохраняя при этом некоторые аспекты интроверсии. 22,5 % курсантов имеют высокий уровень общительности, что подразумевает их активную вовлеченность в социальные процессы и способность к установлению межличностных контактов.

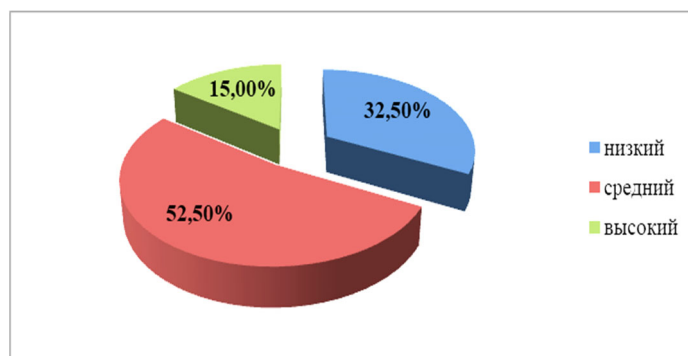


Рисунок 2 – Шкала «Ответственность – Безответственность»

Низкий уровень ответственности зафиксирован у 32,5 % курсантов, что может свидетельствовать о недостаточной способности принимать ответственные решения и выполнять обязательства, что является важным аспектом подготовки высококвалифицированных авиационных специалистов. Однако, значительная часть участников (52,5 %) демонстрирует средний уровень ответственности, что позволяет предположить наличие у них адекватного представления о своих обязанностях и готовности к выполнению задач в рамках учебного процесса. Высокий уровень ответственности наблюдается только у 15 % курсантов, что указывает на активное проявление инициативы и серьезный подход к выполнению заданий и обязательств.

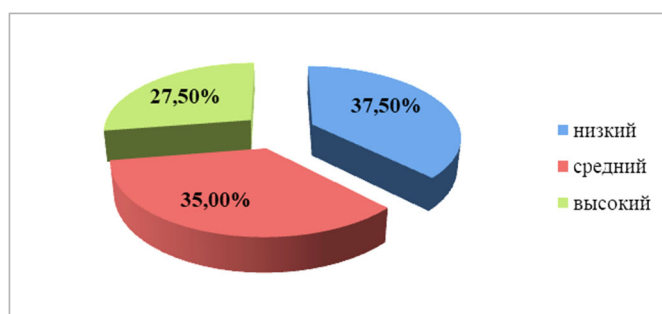


Рисунок 3 – Шкала «Нормативность – Делинквентность»

Низкий уровень нормативности зафиксирован у 37,5 % курсантов, что может свидетельствовать о тенденции к делинквентному поведению или игнорированию общепринятых норм и стандартов, что является важным аспектом для формирования профессиональной этики у будущих специалистов. Средний уровень нормативности наблюдается у 35 % курсантов, что указывает на наличие некоторой способности следовать установленным нормам, но с возможными отклонениями и недостаточной приверженностью к правилам. Высокий уровень нормативности присутствует у 27,5 % курсантов, что свидетельствует об их готовности следовать правилам и нормам, что критически важно для работы в авиационной сфере, где соблюдение стандартов безопасности и этики имеет первостепенное значение.

Таким образом, полученные данные подчеркивают необходимость разработки программ, направленных на развитие ответственности, что поможет формировать более сформированные профессиональные качества у будущих специалистов в авиационной области и обеспечит высокий уровень их готовности к выполнению критически важных задач. Вместе с тем, данные свидетельствуют об необходимости проведения воспитательных мероприятий и программ, направленных на формирование у курсантов понимания важности нормативного поведения и его роли в их профессиональной деятельности и общественной жизни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Большой психологический словарь / Сост. И общ. Ред. Б. Мещеряков, В. Зинченко. – СПб. : прайм-ЕВРОЗНАК, 2004. – 672 с.

УДК 79.07:629.7

И. А. Фолынский, А. В. Белько

Белорусская государственная академия авиации

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Известно, что напряженность в полете проходит по мере формирования и совершенствования профессиональных навыков по управлению самолетом. Отличное знание материальной части, правил эксплуатации, высокий уровень предварительной подготовки, хорошее состояние здоровья, правильный режим летного труда и отдыха в значительной степени способствуют снижению напряжения в полете. Но, кроме того, существуют специальные мероприятия для повышения эмоциональной устойчивости летного состава. Большое значение при этом имеет воспитание волевых качеств.

Многие авторы отмечали благотворное воздействие занятий физической подготовкой и спортом на повышение эмоциональной устойчивости, особенно при выполнении различной двигательной деятельности. Физические упражнения повышают уравновешенность нервных процессов, вырабатывают выдержку. Высокая квалификация спортсмена связана не только с техническими показателями, но и с умением владеть собой.

Для пилота средством повышения эмоциональной устойчивости могут служить упражнения, требующие выполнения точных по координации движений в сложных условиях, в опасных положениях, например спортивные игры, езда на мотоцикле, прыжки с вышки в воду, прыжки с трамплина.

Систематическое повторение таких упражнений приводит к адаптации (приспособлению) нервной системы человека к условиям опасности. Происходит совершенствование определенных нервных механизмов, выполняющих функции защиты двигательной деятельности от отрицательного воздействия внешних факторов.

В процессе физической тренировки необходимо также выработать специальные навыки по преодолению излишнего эмоционального возбуждения (в том числе напряженности в полете).

В состоянии напряженности у человека появляются различные телесные и вегетативные изменения: непроизвольное напряжение мышц – скованность, неестественная поза; нарушение ритма дыхания, мимики, учащение сердцебиения, тремор, движения становятся резкими и т. д. Но если такой человек сумеет заставить себя расслабить мышцы, принять нормальную позу, установить ровное дыхание, снизить частоту сердцебиения, эмоционально переключиться, то ему будет легче преодолеть напряженность.

Для повышения способности к преодолению напряженности, кроме совершенствования волевых и моральных качеств, необходимо вырабатывать у летчиков специальные навыки и умения:

- навыки самоконтроля за своим эмоциональным состоянием (появлением напряженности) по внешним проявлениям эмоций;
- навыки к произвольному расслаблению мышц и таким путем к преодолению скованности;
- навыки к произвольному снижению частоты сердцебиений;
- навыки к установлению спокойного дыхания;
- умение применять специальные физические упражнения с целью переключения эмоций.

Навыки самоконтроля за появлением напряженности могут быть выработаны по вполне конкретной схеме в связи с определенным порядком действий летчика на различных этапах полета. Если летчик обнаружит, что находится в состоянии напряженности, он должен сознательно, произвольно воздействовать на те или иные отрицательные эмоциональные сдвиги и устранить них. Прежде всего, нужно расслабить мышцы – уменьшить скованность, принять нормальную, «спокойную» позу, улыбнуться, затем установить спокойное, ритмичное дыхание. Произвольное уменьшение внешних (телесных и вегетативных) проявлений эмоции облегчают летчику возможность справиться с отрицательными психологическими изменениями: улучшить распределения внимания, быстрее решать вопросы, возникающие в связи с управлением самолетом и т. д.

Выработка специальных навыков самоконтроля и преодоления внешних проявлений напряженности в большой мере способствует повышению эмоциональной устойчивости, и особенно эмоционально-моторной устойчивости.

Когда же путем применения определенных двигательных навыков мы произвольно устраняем телесные проявления эмоций, то, прежде всего, способствуем прекращению чрезвычайной импульсации от органов к коре головного мозга.

Кроме применения специальных упражнений для преодоления непроизвольного напряжения мышц и восстановления ритма дыхания, целесообразно использовать определенные методические приемы в процессе обычных занятий по физической подготовке. Изучение специальных упражнений для выработки навыков преодоления скованности следует проводить на занятиях по различным разделам физической подготовки в подготовительной или основной части. А в заключительной части таких занятий следует совершенствовать навыки наиболее полного расслабления мышц.

На занятиях по плаванию и во время бега следует особо акцентировать внимание на том, чтобы мышцы, не участвующие в конкретном двигательном акте, были, как можно больше расслаблены. Например, при спокойным беге необходимо следить за тем, чтобы в безопорной фазе мышцы голени и стопы были расслаблены.

Примерный перечень упражнений для выработки навыков преодоления напряженности приводится ниже [1].

1. И.П. – стоя ноги врозь. 1 – глубокий вдох, руки поднять стороны и согнуть в локтях; 2 – напрячь мышцы рук и шеи задержать дыхание; 3–5 – задержать напряжение и дыхание. По команде «Все!» руки расслабленно уронить вниз, голову уронить на грудь, сделать полный выдох, затем несколько вдохов и расслабленных полных продолжительных выдохов. В конце упражнения выполняется самомассаж мышц рук и шеи.

2. И.П. – стоя ноги врозь. 1 – сделать глубокий вдох, руки поднять вверх в стороны, пальцы вытянуты, потянуться; 2 – напрячь мышцы всего тела, задержать дыхание; 3–5 – задержать напряжение и дыхание. По команде «Всё!» расслабленно перейти в положение низкого приседа, голову свободно опустить, сделать полный выдох, затем несколько вдохов и продолжительных расслабленных выдохов.

По команде «Встать, еще расслабиться!» начать легкие подпрыгивания до расслабления мышц. Затем промассировать мышцы рук, груди, спины, шеи и живота. Выдох сначала свободный, потом слегка принудительный. Упражнение 1–2 раза повторить при сильном напряжении мышц и 1–2 раза при незначительном напряжении.

3. И.П. – сидя, руки на коленях. Расслабить все мышцы, напрячь только мышцы ног, затем мышцы живота, спины, шеи и, наконец, мышцы рук. Расслабить мышцы ног, затем

последовательно мышцы живота, спины, шея, рук и установить спокойное дыхание. Упражнение может проводиться в других комбинациях, а также лежа. Выполнить упражнение один-два раза.

4. И.П. – руки вверх. 1 – расслабленно уронить кисти рук; 2 – расслабленно уронить руки, сгибая их при прохождении у плеч; 3 – расслабленно наклонить голову и туловище вперед; 4 – руки дугами отвести назад вверх и принять исходное положение. Стараться, чтобы движения вниз осуществлялись только за счет силы тяжести рук, без приложения мышечных усилий.

5. 2–3 раза выполнить упражнение в напряжении и расслаблении мышц всего тела, затем сделать несколько энергичных глубоких вдохов с очень короткой задержкой дыхания и небольшим натуживанием в конце вдоха с последующим полным и продолжительным выдохом.

Установить ритмичное дыхание, незначительно задерживая его в конце каждого вдоха; затем сделать полный продолжительный выдох.

Установить спокойное дыхание. Выдох должен быть более продолжительным по времени, чем вдох.

6. И.П. – стоя ноги врозь. 1 – кисти рук расслабленно поднять к ключицам (локти вниз), туловище в темпе слегка отвести назад, вдох; 2–3 – руки легко бросить вниз, назад и затем по инерции вперед, выдох. Добиваться, чтобы движения и дыхание были ритмичными.

С целью выработки навыков по преодолению напряженности может быть проведен курс специальных дополнительных занятий, особенно с лицами, страдающими этим недостатком в сильной степени.

Применение специальных упражнений следует сочетать с тренировками по плаванию или в продолжительном беге. Большую пользу приносят занятия по волейболу и баскетболу, в которых особое внимание следует обращать на тщательную отработку техники приемов и передач мяча, на соразмерность усилий и точность движений при бросках по корзине из разных положений в баскетболе, на «мягкий» прием мяча и точную его передачу в волейболе. На занятиях по плаванию или при проведении игр руководитель должен главное внимание обращать на практическое использование и совершенствование навыков преодоления скованности.

Дополнительная тренировка рассчитана на 24 занятия. Проводить занятия следует 3 раза в неделю по обычной схеме, отводя на каждое занятие в зависимости от включения плавания, игр или бега 1 час или 30–35 мин.

Рассмотрим проверенный на практике вариант занятия с применением плавания [2].

В подготовительной части (7–10 мин) проводятся ходьба, бег и общеразвивающие упражнения для подготовки организма к предстоящей нагрузке и некоторые специальные упражнения.

В основной части (20–40 мин) отрабатываются специальные упражнения, проводится тренировка по плаванию, причем основное внимание уделяется применению и совершенствованию навыков расслабления мышц.

В заключительной части (5–7 мин) выполняются упражнения на расслабление, ритмические упражнения, ходьба и медленный бег. Их цель – привести организм в относительно спокойное состояние, совершенствовать навыки расслабления мышц и снижения частоты пульса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Попов, Ф. И. Профессионально-прикладная физическая подготовка летного состава – компонент безопасности полетов / Ф. И. Попов, А. И. Маракушин, Н. Н. Бреславец // Физическое воспитание студентов. – 2011. – № 3. – С. 76–79.

2. Джамгаров Т. Т. Специальная тренировка летного состава средствами физической подготовки и спорта : учеб. пособие / Т. Т. Джамгаров, В. Т. Вощенко. – Москва : МО СССР 1963. – 240 с.

УДК 629.7.018.2

Н. С. Русецкий, Е. П. Швайко

*Белорусская государственная академия авиации***ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АВИАТРЕНАЖЕРОВ**

С момента появления первых летательных аппаратов (далее – ЛА), мало кто мог представить весь потенциал «крылатых машин» в будущем. По мере развития авиации ЛА стали использоваться для выполнения различных задач, к примеру, перевозка грузов, пассажиров, почты, для ведения военных действий и в дальнейшем стали неотъемлемой частью военных кампаний. Ввиду своего широкого использования, ЛА стали улучшаться, модернизироваться, в чем мы можем убедиться, сравнив первый ЛА братьев Райт с современными ЛА. Говоря о развитии авиации и самолетостроении, не стоит забывать и о развитии такой профессии, как пилот, которые непосредственно эксплуатируют «крылатые машины». Качество и безопасность управления ЛА напрямую зависят от теоретической, и практической подготовки. Практическая подготовка представляет собой полеты или их имитацию/симуляцию. Устройства имитации, созданные для симуляции какого-либо процесса, к примеру управления ТС, для обучения, закрепления, улучшения навыков в воспроизводстве того или иного процесса называются тренажерами. Именно с помощью тренажеров пилоты могут приобрести необходимые навыки, а также отработать технику пилотирования и выполнение процедур, не отрываясь от земли.

Тренажеры не всегда выглядели так, какими мы их можем видеть в настоящее время. Первые авиаторы, в том числе и братья Райт, учились непосредственно на ЛА, предварительно изучив теорию, затем методом проб и ошибок они поднимались в воздух, но их полеты выполнялись исключительно на их собственный страх и риск. Затем появились так называемые «спарки», где инструктор, который уже имел налет, передавал свой опыт, во время полета, помогал курсанту, исправлял его ошибки. Первые же тренажеры появились в тот момент, когда ЛА начали использоваться для воздушных боев, и их целью была тренировка вестибулярного аппарата, поскольку они представляли собой механический гироскоп [1].

Первые тренажеры, похожие на ЛА, появились в 1930. Они позволяли развивать навыки в управлении ЛА посредством интерактивного обучения. На такие тренажеры могли устанавливаться пулеметы/пушки для отработки концентрации и распределения внимания во время стрельбы в разгаре воздушного боя.

Современный вид тренажеры начали принимать в послевоенные годы, примерно, одновременно с применением сверхзвуковых ЛА. В процессе развития ЛА и увеличения диапазона скоростей полета, появилась необходимость тщательной подготовки летного состава. Усложнение условий полета влечет за собой усложнение конструкции и оборудования, следовательно, и пилот должен обладать определенным набором знаний и навыков. Соответственно, создавались тренажеры, как и ЛА, для разных целей. В настоящее время можно выделить такие виды тренажеров, как процедурные, комплексные, тактические.

Процедурные тренажеры являются самыми простыми из всех типов. Они предназначены для отработки различных процедур и техник. В основном, они представляют собой кабину, макет кабины ЛА. Отработка процедур и действий на таком тренажере является немаловажной составляющей безопасности в процессе выполнения полетов. Комплексные тренажеры используются в основном в целях подготовки пилотов ГА. Они дают практически полную симуляцию полета, потому что для их функциональности используются проекторы, и сама кабина ЛА. Тактические тренажеры похожи по своему назначению на комплексные, однако, отличаются лишь тем, что используются для подготовки военных летчиков [2].

Немецкие ученые представили инновационный тактический тренажер, под названием Дездемона для подготовки пилотов. Дездемона – это тренажер с большими возможностями,

по сравнению с теми, которые используются в настоящее время. Дездемона представляет собой кабину, расположенную внутри гироскопа. Этот тренажер может использоваться как для подготовки пилотов самолетов, так и для подготовки пилотов вертолетов. Из-за своих конструктивных особенностей, Дездемона способна создавать практически весь диапазон перегрузок, который может использоваться в полете. Более того, на Дездемоне наиболее точно создана ситуация по сваливанию ЛА а также и выход из создавшегося положения.

Как и у каждого тренажера, у Дездемоны есть свои преимущества и недостатки. Из преимуществ можно выделить следующие: создаваемый диапазон перегрузок, цельноповоротность конструкции кабины симулятора, продолжительность времени поддержки ускорений и, соответственно, перегрузок. Исходя из этого, увеличивается диапазон всевозможных используемых сценариев полетных заданий, начиная со сваливания и заканчивая фигурами высшего пилотажа. Использование Дездемоны для тренировки пилотов вертолетов и самолетов может расширяться посредством небольших конструктивных изменений внутри кабины.

Недостатками являются высокая стоимость и габариты тренажера. Для размещения тренажера необходимо помещение, следовательно, и для его обслуживания необходимо отдельное помещение. Инновационность использования определенных систем для создания перегрузок и ускорений, делает Дездемону самым дорогим тренажером. Среди недостатков можно выделить и наличие места всего лишь для одного пилота, хотя множество ЛА предполагает эксплуатацию самолета двумя летчиками. И если цена и габариты покрываются путем достижения диапазона перегрузок и возможностью имитации различных сценариев, то одно место, ставит под вопрос универсальность Дездемоны для подготовки пилотов и делает тренажер узконаправленным. Теоретически расположить двух пилотов внутри кабины возможно, однако это влечет за собой увеличение габаритов, а также и затрат на создание и использование данного тренажера.

На главный вопрос о возможности использования Дездемоны в целях подготовки пилотов ГА, ответ однозначный – «нет» и это по следующим причинам; во- первых, как было сказано ранее – наличие одного места в кабине делает невозможным использование тренажеров по типу Дездемона в интересах ГА. Однако, путем модификации все же предположение о возможности расширения кабины и установки второго рабочего места, может быть, и можно было бы использовать Дездемону для подготовки гражданских пилотов. Однако, между гражданскими ЛА и военными есть различие в аэродинамике, а именно, удаление рабочего места летчика от центра масс, заставляет нас осознать то, что использование подобных тренажеров нецелесообразно. Дездемона была разработана военными для подготовки военных специалистов в области пилотирования ЛА, у которых совершенно другие от ГА цели, возможности и задачи. Диапазон создаваемых перегрузок, в данном случае не выступает в роли преимущества, так как он избыточен, ввиду выхода за пределы прочности ЛА ГА, попросту, в этом нет необходимости.

Можно сделать вывод о том, что использование Дездемоны в целях обучения пилотов ГА лишено смысла ввиду дороговизны, сложности, отсутствия модификации с двумя рабочими местами, избыточными возможностями тренажера для ГА. Несмотря на это Дездемона может стать идеей или платформой для создания тренажера в целях ГА, который бы соответствовал всем необходимым требованиям, таким как целесообразность производства, компактность тренажерного оборудования, учет удаления от центра масс, наличие двух рабочих мест, создание тех условий, которые предстоят пилотам в полете на ЛА ГА [3].

Тренажерная подготовка, как для военных летчиков, так и для гражданских пилотов это немаловажная часть в поддержания профессиональных качеств на высоком уровне. Не стоит забывать, что полностью симитировать реальный полет не представляется возможным, так как в реальных условиях на реальном ЛА права на ошибку попросту может и не быть. Следовательно, в процессе обучения количество тренажерных сессий не должно превалировать и превышать процентное соотношение с количеством реальных полетов.

Так как симуляция, которая развивает «виртуальное» чувство отсутствия страха за последствия, притупляет инстинкт самосохранения и искажает восприятие реальности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зубков, Б. В. Безопасность полетов: учебник для вузов / Б. В. Зубков, С. Е. Прозоров. – 2-е изд. – Москва : Альянс, 2023. – 426 с.
2. Припадчев, А. Д. Моделирование устойчивости и управляемости летательных аппаратов: учебное пособие / А. Д. Припадчев. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 113 с.
3. Чинючин, Ю. М. Летная годность воздушных судов в системе управления безопасностью полетов: монография / Ю. М. Чинючин. – Москва : Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 188 с.

УДК 338.47

А. Г. Шелудько

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

РАЗВИТИЕ СИМУЛЯТОРОВ И VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Современные технологии в авиации играют ключевую роль в обучении и подготовке специалистов, обеспечивая высокий уровень безопасности и эффективности. Одними из самых значимых достижений в области авиационного образования стали симуляторы и VR-технологии. Эти технологии позволяют обучать пилотов, авиадиспетчеров и технический персонал без риска для жизни, а также экономить ресурсы. В этом реферате рассматривается развитие симуляторов и виртуальной реальности (далее – VR) в профессиональной подготовке авиационных специалистов, их преимущества и недостатки, а также будущее этих технологий [1].

Первоначально симуляторы в авиации использовались в обучении пилотов в 1920-х годах, когда была создана первая тренажерная система – Link Trainer, которая имитировала полет на самолете. Однако технологии того времени ограничивались простыми механическими системами и не позволяли создать полное погружение в процесс обучения.

С развитием электроники и компьютерных технологий симуляторы начали становиться все более реалистичными, а их использование расширилось не только для подготовки пилотов, но и для тренировки авиадиспетчеров, а также технического персонала. На сегодняшний день существуют тренажеры с различными уровнями реалистичности: от простых тренажеров с 2D-графикой до сложных систем с полным движением и 360-градусной визуализацией.

В последние годы технологии VR стали важным инструментом в обучении авиационных специалистов. VR позволяет создать полностью иммерсивную среду, где обучающийся ощущает себя внутри тренажера. В отличие от традиционных симуляторов, где взаимодействие ограничено физическими контроллерами и экранами, VR-системы обеспечивают более глубокое погружение благодаря использованию очков виртуальной реальности и специальных датчиков [2].

Одним из преимуществ VR является возможность моделировать различные сценарии, включая аварийные ситуации, которые трудно или невозможно воспроизвести в реальных условиях. Например, тренировка пилотов при плохих погодных условиях, при возникновении неисправности или во время чрезвычайных ситуаций.

Использование симуляторов и VR в обучении имеет несколько значительных преимуществ:

- **Безопасность:** Обучение в виртуальной среде позволяет проводить тренировки без рисков для жизни и здоровья, особенно в случае сложных или опасных ситуаций.

- Экономия ресурсов: Симуляторы позволяют сократить затраты на обучение, поскольку для тренировки не требуется использование реальных самолетов или проведение дорогостоящих тренировок в полете.

- Гибкость и доступность: Симуляторы и VR-системы дают возможность тренироваться в любое время и при любых условиях. Например, можно моделировать разные погодные условия, с которыми специалист может столкнуться в реальной жизни.

- Эффективность обучения: Благодаря иммерсивному подходу VR и симуляторы помогают быстрее усвоить необходимые навыки и ускоряют процесс подготовки. Повторение определенных маневров или действий возможно бесконечно [3].

Несмотря на явные преимущества, использование симуляторов и VR-технологий не лишено проблем:

- Высокая стоимость: Разработка и внедрение высококачественных симуляторов и VR-систем требует значительных финансовых вложений, что может стать барьером для многих учебных заведений и авиакомпаний. Однако стоит учитывать, что это будет разовым вложением.

- Технические ограничения: Для создания реальной и убедительной симуляции необходимы высококлассные устройства и мощные вычислительные системы, что также увеличивает затраты.

- Адаптация обучающихся: Не все специалисты могут легко адаптироваться к использованию новых технологий. Например, старшие специалисты могут испытывать трудности в освоении VR, поскольку привыкли к более традиционным методам обучения.

Будущее симуляторов и VR-технологий в авиации связано с улучшением качества и доступности этих систем. Ожидается, что в ближайшие годы технологии продолжат развиваться в следующих направлениях:

- Интеграция с искусственным интеллектом: Использование ИИ для создания адаптивных тренажеров, которые будут подстраиваться под уровень знаний и навыков обучаемого, а также моделировать наиболее вероятные сценарии.

- Дополненная реальность (AR): В дополнение к VR-технологиям, в будущем активно будут использоваться технологии дополненной реальности, которые позволяют наложить виртуальные элементы на реальную картину, что откроет новые возможности для обучения.

- Снижение стоимости: С развитием технологий и расширением рынка, стоимость симуляторов и VR-систем, вероятно, снизится, что сделает их доступными для более широкого круга пользователей [4].

Симуляторы и VR-технологии играют важнейшую роль в подготовке авиационных специалистов, обеспечивая безопасность, экономию и эффективность обучения. Несмотря на существующие ограничения, эти технологии имеют огромное будущее и продолжают совершенствоваться, предлагая новые возможности для профессиональной подготовки. Внедрение VR и симуляторов в образовательные процессы способствует подготовке высококвалифицированных специалистов, которые смогут эффективно реагировать на различные непредвиденные ситуации в реальной жизни [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка VR средств – режим доступа: <https://it-vacancies.ru/blog/razrabotka-vr-sredstv-dlia-reabilitacii/> (дата обращения 14.11.2024).

2. Применение ИИ в образовании: будущее обучение – режим доступа: <https://neuromarket24.ru/2024/10/20/primenenie-ii-v-obrazovanii-budushhee-obucheniya-s-virtualnymi-prepodavatelyami/> (дата обращения 14.11.2024).

3. VR-технологии в обучении: новый взгляд на обучение – режим доступа: <https://apptask.ru/blog/vr-dlia-obuceniia-vozdneniiu> (дата обращения 14.11.2024).

4. VR-технологии для эффективного обучения управлению авиатранспортом – режим доступа: <https://it-vacancies.ru/blog/vr-dlia-obuceniia-upravleniiu-aviatransportom/>. – Дата доступа 14.11.2024).

5. Сбс виртуальная реальность: погрузитесь в мир новых возможностей. – Режим доступа: <https://vr-app.ru/blog/sbs-virtualnaia-realnost/>. – Дата обращения 14.11.2024.

УДК 378.17

Г. В. Шурыгин, А. В. Найдович

Белорусская государственная академия авиации

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ ПЕРФЕКЦИОНИЗМА И АКАДЕМИЧЕСКОЙ ПРОКРАСТИНАЦИИ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

Академическая прокрастинация, т. е. откладывание выполнения учебных задач на потом, является широко распространенным явлением среди курсантов разных курсов. Исследование взаимосвязи академической прокрастинации и уровня перфекционизма у будущих авиационных специалистов может быть значимо в контексте понимания поведенческих особенностей и их влияния на академическую успеваемость и профессиональную деятельность

Прокрастинация – это феномен «сложный», многокомпонентный. Говоря о наиболее важных ее составляющих, П. Стил, автор теории временной мотивации, отмечал среди них непосредственно факт откладывания и наличие сроков. При этом он связывал две этих особенности между собой, утверждая, что за прокрастинацией всегда следуют негативные последствия, а прокрастинация, в свою очередь, всегда связана с негативными эмоциями и переживаниями (тревога, чувство вины и др.) [4, с. 120].

В отечественной психологии до сих пор нет единого представления о структуре прокрастинации, равно как нет и четкой дефиниции данного феномена. Так, Я. И. Варваричева понимает прокрастинацию как «сознательное откладывание субъектом намеченных действий...», т. е. выделяет осознанность как один из признаков прокрастинации [2]. Е. П. Ильин связывает изучаемый феномен с ленью [3]. Н. В. Боровская отмечает, что прокрастинация – «привычка откладывать необходимые дела» [1, с. 47].

Одной из причин академической прокрастинации может быть высокий уровень перфекционизма. В настоящее время феномен перфекционизма является предметом многочисленных исследований в рамках психологии. Термин перфекционизм имеет множество значений и используется для обозначения разных понятий. Так, в настоящее время ни одно определение перфекционизма не является общепринятым.

В самом широком значении перфекционизм – это стремление к безупречности, к совершенству, а перфекционист – это человек, который стремится быть лучшим во всех аспектах своей жизни. Перфекционизм – это убежденность в том, что совершенствование, как собственное, так и других людей, является той целью, к которой должен стремиться человек. Перфекционисты имеют тенденцию стремиться к безупречным результатам и бояться сделать что-то не так или недостаточно хорошо. Это может привести к страху совершить ошибку или не удовлетворить высокие стандарты, что затормаживает начало выполнения задания. Перфекционисты часто боятся не справиться с задачей на высшем уровне, что может заставить их откладывать ее выполнение. Они чувствуют тревогу и беспокойство из-за возможного недостаточного качества работы, поэтому откладывают начало задания. Поскольку перфекционисты ставят перед собой высокие стандарты и требования, выполнение задания может вызывать у них стресс и тревогу.

Таким образом, академическая прокрастинация – это негативное поведение, заключающееся в откладывании или отсрочке выполнения учебных задач, заданий или проектов, несмотря на

их важность и срочность. Люди, страдающие академической прокрастинацией, могут часто откладывать начало выполнения задания до последнего момента, что может привести к стрессу, снижению уровня обучения и качества результатов. Одной из причины прокрастинации может являться высокий уровень перфекционизма.

На основании анализа научной литературы было разработано эмпирическое исследование, направленное на изучение взаимосвязи прокрастинации и перфекционизма. Базой исследования явилась УО «Белорусская государственная академия авиации» (далее – БГАА). В исследовании принимали участие курсанты 2–3 курса, юноши в возрасте 19–21 лет ($n = 30$). Диагностическим инструментарием для исследования явились следующие методики: шкала общей прокрастинации, автор: Клэри Лэй, многомерная шкала перфекционизма Хьюитта – Флетта. Количественная обработка результатов осуществлялась с помощью расчета непараметрического коэффициента корреляции Спирмена в программе SPSS 10 Statistics.

С целью изучения прокрастинации была использована шкала общей прокрастинации, автор: Клэри Лэй (рисунок 1).

Полученные данные распределились следующим образом: низкий уровень прокрастинации наблюдается у 66,67 % ($n = 20$) курсантов БГАА, 33,33 % ($n = 10$) курсантов демонстрируют средний уровень. При этом высокий уровень прокрастинации по данной методике курсанты не продемонстрировали. Низкий уровень прокрастинации обычно означает, что человек способен эффективно управлять своим временем, выполнять задачи вовремя и не откладывать их на потом. Люди с низким уровнем прокрастинации обычно более организованны, дисциплинированы и мотивированы выполнять свои обязанности. Этот уровень прокрастинации часто сопровождается хорошим планированием и способностью добиваться поставленных целей.

С целью изучения уровня перфекционизма была использована многомерная шкала перфекционизма Хьюитта – Флетта. Анализ распределения уровней выраженности перфекционизма представлен на рисунке 2.

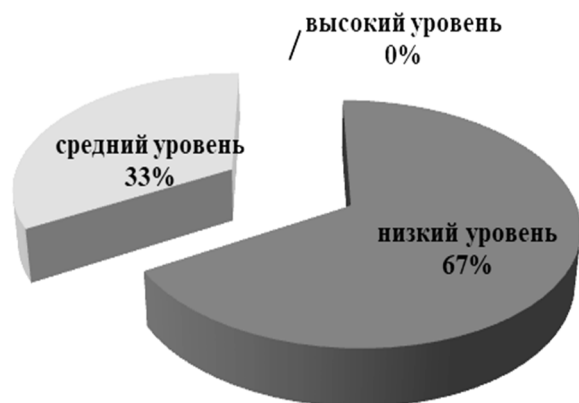


Рисунок 1 – Уровень выраженности прокрастинации у курсантов БГАА



Рисунок 2 – Уровни выраженности перфекционизма у курсантов БГАА

Так, полученные данные распределились следующим образом: низкий уровень перфекционизма имеют 40 % ($n = 12$), средний уровень – 36,67 % ($n = 11$), а высокий уровень продемонстрировали 23,33 % респондентов выборки ($n = 7$).

Подробнее рассмотрим компоненты перфекционизма (рисунок 3).

Так, курсанты БГАА характеризуются средним уровнем выраженности перфекционизма. При этом следует отметить, что преобладает уровень социально предписанного перфекционизма (60,70 баллов) и уровень ориентированного перфекционизма на себя (59,53 балла), менее выраженный – уровень перфекционизм ориентированный на других.

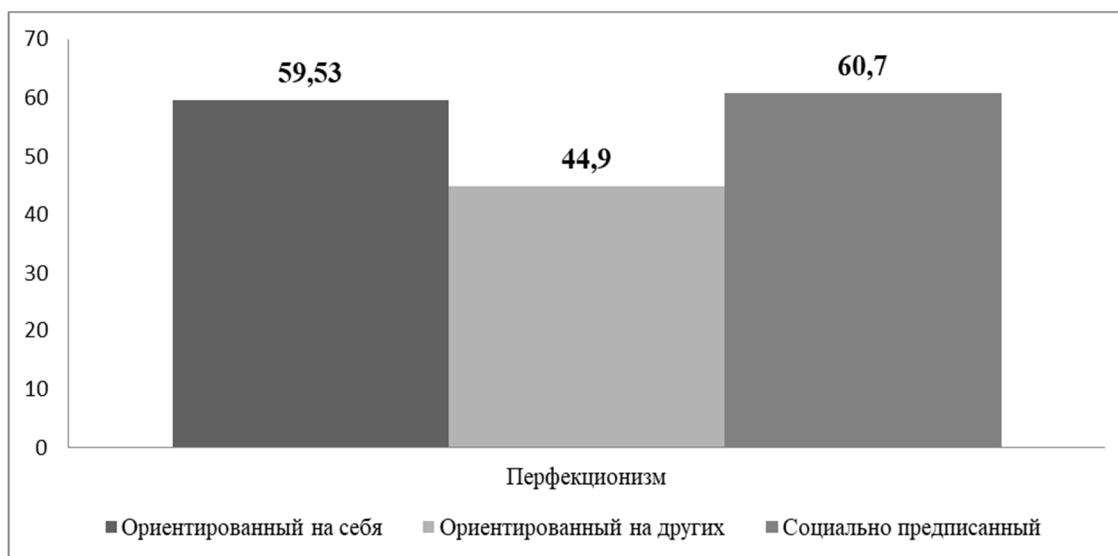



Рисунок 3 – Выраженность компонентов перфекционизма у курсантов БГАА

Проведенный корреляционный анализ изучения взаимосвязи прокрастинации и уровня перфекционизма у курсантов показал наличие существенно значимой корреляционной связи ($r = 0,9940$ на уровне $p < 0,05000$). Следовательно, чем выше уровень перфекционизма у курсантов БГАА, тем выше уровень прокрастинации.


Таким образом, исследование взаимосвязи академической прокрастинации и уровня перфекционизма у будущих авиационных специалистов может принести пользу не только для углубленного понимания поведенческих особенностей, но и для разработки эффективных стратегий управления временем, работы над ошибками и повышения успеваемости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боровская, Н. В. Психологические и психофизиологические предпосылки ленисти студентов: автореф. дис. ... канд. психол. наук по специальности 19.00.07. – СПб., 2008. – 168 с.
2. Варваричева, Я. И. Феномен прокрастинации: проблемы и перспективы исследования / Я. И. Варваричева // Вопросы психологии. – 2010. – № 3. – С. 121–131.
3. Ильин, Е. П. Работа и личность. Трудоголизм, перфекционизм, лень. / Е. П. Ильин – СПб. : Питер, 2011. – 224 с.
4. Steel, P. The Nature of Procrastination: A Meta-Analytic and Theoretical Review of Quintessential Self-Regulatory Failure // Psychological Bulletin. – 2007. – № 133 (1).



**СЕКЦИЯ 8.
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ,
БИЗНЕС-КОММУНИКАЦИИ В ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ. ЛОГИСТИКА АВИАЦИОННЫХ
ПЕРЕВОЗОК**



УДК 656.022

О. В. Александров, А. В. Коваленко

*Белорусская государственная академия авиации***ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ МАРШРУТОВ В НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ**

В современном мире, где передвижение является неотъемлемой частью жизни, карты маршрутов стали незаменимым инструментом. Они помогают нам ориентироваться в незнакомой местности, находить кратчайший путь до места назначения и планировать поездки. Однако, для эффективного использования карт маршрутов, важно уметь правильно наносить на них наиболее эффективные маршруты.

Эффективный маршрут – это путь, который оптимален по определенному критерию или комбинации критериев. К наиболее распространенным критериям относятся:

- длина маршрута (минимальное расстояние между начальной и конечной точками);
- время в пути (минимальное время, затраченное на прохождение маршрута);
- стоимость проезда (минимальные затраты на транспортные услуги);
- удобство (учет предпочтений пользователя, например, возможность выбора маршрута

с минимальным количеством поворотов, с проездом через определенные места или избегание определенных районов).

Оптимизация логистических маршрутов является ключевым фактором повышения эффективности транспортировки товаров, так как она способствует значительному сокращению расходов на доставку путем уменьшения временных затрат и снижения издержек. Эффективное планирование путей предполагает выбор наименее перегруженных дорог для избежания пробок, а также применение актуальной картографии территорий с точными данными о местоположении объектов (дорог, зданий и т. п.) не только в геопозиционном смысле, но и касательно их характеристик.

В контексте маршрутизации применяются специализированные программные решения для навигации, где качество карт играет решающую роль: они должны быть актуальными, отражая текущее состояние инфраструктуры. Это включает не только точность расположения элементов (дорожной сети и архитектурных объектов), но и корректность их атрибутов – таких как ширина дорог, наличие ограничений движения или особенностей местности.

Таким образом, современные системы маршрутизации в логистике обеспечивают не только рациональное распределение ресурсов, но и требуют непрерывного обновления картографической информации для достижения максимальной производительности.

Рассмотрим атрибуты для дорог, по которым этот маршрут прокладывается.

При планировании пути предлагаются две стратегии: оптимизация по кратчайшему времени или дистанции. В первом сценарии предпочтение отдается исключительно прямолинейным дорогам, сокращая путь до минимального расстояния между стартом и финишем.

Во втором же варианте навигатор учитывает как раз те самые «атрибуты»:

- качество дорог (автодороги, шоссе, загородные дороги);
- разрешенная скорость;
- количество дорожных полос;

Таким образом, навигационный алгоритм выстраивает маршрут по наиболее предпочтительным траекториям: с лучшим покрытием, высокой допустимой скоростью и увеличенной пропускной способностью.

Разработка точных карт требует значительных усилий; особенно сложно обновлять данные для районов интенсивного дорожного развития. В таких местах местные жители часто придерживаются не формальных, а устоявшихся маршрутов, которые могут отличаться от оптимально выбранных по параметрам навигатора. Например, в жилой зоне предпочтение может быть дано узкой и извилистой дороге лишь потому, что она наиболее знакома или практична для повседневного использования [1].

Главные составляющие маршрутизации – это дорожный граф и алгоритм, который рассчитывает маршрут. Рассмотрим нанесение эффективных маршрутов на примере Яндекс. Карт.

Дорожный граф – это сетка дорог, состоящая из различных фрагментов, которые состыкованы между собой. Каждый из них несет данные о своем участке дороги: географические координаты, направление движения, средняя скорость. Каждый фрагмент содержит также информацию о том, как он соединяется с соседними участками – есть ли в этом месте поворот направо или налево, можно ли там развернуться или разрешается ехать только прямо.

Конечно же, динамическое развитие городской транспортной инфраструктуры требует постоянного обновления данных о дорожном движении и изменениях в сети городов. Современные сервисы обеспечивают актуальность информации благодаря непрерывному процессу мониторинга:

1) пользователи, которые активно взаимодействуют с мобильными приложениями, такими как Яндекс. Карты, сообщают о выявленных несоответствиях;

2) специальный механизм анализа дорожных данных фиксирует, когда данные от подключенных к системе водителей (с сохранением их полной анонимности) расходятся с официальными картографическими данными. Это позволяет оперативно корректировать информацию о маршрутах.

Оптимизация маршрутов осуществляется на основе знаменитого алгоритма Дейкстры, который:

- вычисляет наиболее быструю траекторию движения, исходя из длины дорожных сегментов и текущих скоростных режимов;

- при расчете без учета пробок применяет среднестатистические показатели скорости на каждом участке;

- включает в работу реальные данные о трафике, когда пользователь заинтересован в оптимальном времени проезда с учетом текущих дорожных условий [2].

Разберем подробнее, как это происходит. Представим, что нужно проложить маршрут из точки А в точку В. Алгоритм начинает методично перебирать все возможные варианты. Первым делом он прокладывает маршрут на один шаг (фрагмент графа) во все стороны от точки А, затем вычисляет, сколько времени потребуется на преодоление этих участков. Далее он выбирает точку, до которой удалось бы добраться быстрее всего. Это точка С.

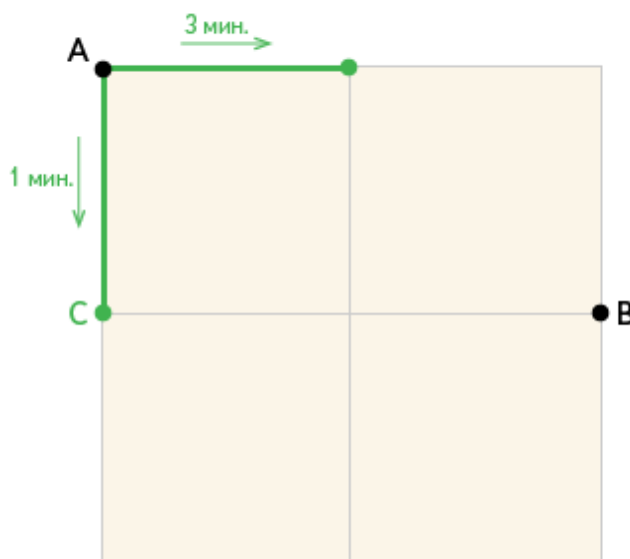


Рисунок 1 – Алгоритм Дейкстры

Затем алгоритм строит маршрут еще во все стороны от точки С. И снова анализирует, в какую из точек попасть быстрее всего. На этот раз это точка D. На следующем шаге алгоритм будет строить маршрут уже от нее.

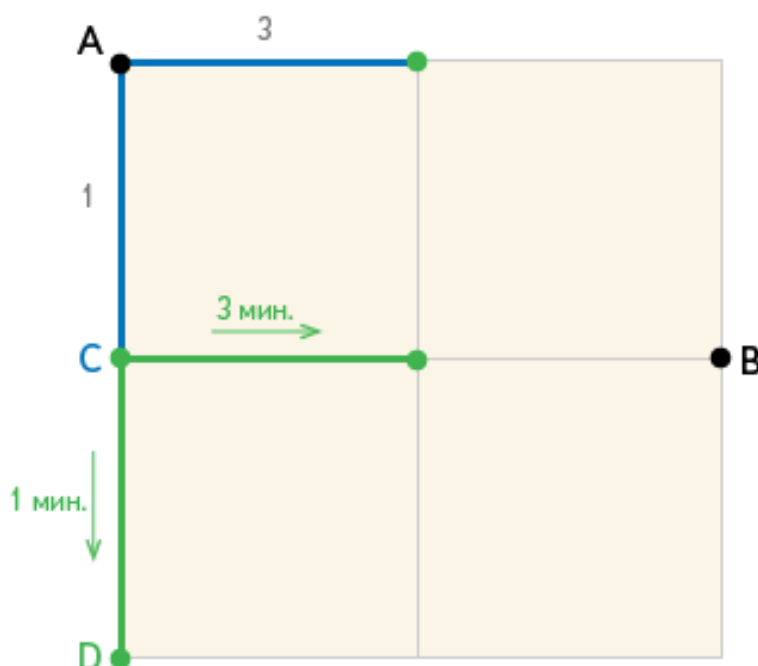


Рисунок 2 – Поиск наиболее быстрого маршрута

Таким образом, маршрутизатор находит вариант проезда, который оказывается самым коротким по времени [3].

Исследования в области нанесения маршрутов на карты имеют важное значение для различных отраслей, начиная от транспортной логистики и заканчивая геоинформационными системами. Правильно спланированные маршруты не только экономят время и ресурсы, но также способствуют повышению безопасности и удобства перемещений.

Использование современных геоинформационных технологий позволяет эффективно наносить маршруты на карты с учетом различных параметров, таких как пробки, дорожные условия, предпочтения пользователей и другие факторы, что способствует созданию оптимальных маршрутов для конечных пользователей.

Дальнейшее развитие в этой области предполагает углубленное изучение алгоритмов оптимизации маршрутов, интеграцию больших данных и учет специфических потребностей различных категорий пользователей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Как навигатор прокладывает маршрут [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://v-n-v.info/no22-aprel-2015/avto/kak-navigator-prokladyvaet-marshrut?ysclid=m2vmr3x8pe512557693> – Дата доступа: 23.10.2024.

2. Как это работает? Маршрутизация на Яндекс. Картах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/blog/company/72483?ysclid=m2jc3s3dlw217924974> – Дата доступа: 23.10.2024.

3. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие / А. П. Карпенко. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 446 с.

УДК 629.7

Ю. Л. Гурецкая, О. Н. Скрыпник

Минский завод гражданской авиации № 407

РОЛЬ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Учитывая деятельность авиационных предприятий сегодня в условиях жесточайшей конкуренции, в парке преимущественно российских авиакомпаний наблюдается рост доли воздушных судов с продолжительным сроком службы. Изменения возрастной структуры авиационной техники и повышение интенсивности ее использования придают особое значение вопросам повышения эксплуатационной надежности авиационной техники, т. к. затраты на ремонт и эксплуатацию подчас превышают затраты на ее приобретение.

В условиях конкуренции, предполагающей оперативно реагировать на изменения условий эксплуатации и/или требований заказчика, а также принимать решения в рамках ограниченного объема информации, важно учитывать не только конструкторские особенности воздушных судов. Эффективность их использования во многом определяется эксплуатационно-техническими характеристиками и предполагает широкое применение информационных технологий между участниками системы поддержки жизненного цикла воздушного судна.

Уже с середины 90-х годов XX столетия одним из объективных факторов, в настоящее время во многом определяющих принятие решений по закупке и эксплуатации авиационной техники потенциальными покупателями, является обязательное требование покупателя об обеспечении закупаемого изделия интегрированной логистической поддержкой – комплексом организационно–технических решений и программно-аппаратных средств, выполняемых и используемых на этапах всех стадий жизненного цикла изделия (воздушного судна) с целью снижения стоимости жизненного цикла и обеспечения высокой эффективности применения по назначению [1].

Контракты жизненного цикла, уже устоявшиеся в практике производителей авиационной техники США и ряда других стран и построенные на идеологии «приобретения исправности» (Performance-Based Lifecycle Product Support), делают интегрированную логистическую поддержку гражданских воздушных судов одной из основных логистических задач в части организации движения материальных и информационных потоков при послепродажном обслуживании как элементе общей системы поддержания летной годности воздушного судна.

При выработке концепции послепродажного обслуживания авиационной техники необходимо объединять усилия разработчиков, производителей самолетов и его систем, с одной стороны, эксплуатирующих организаций (авиакомпаний, организаций по техническому обслуживанию и ремонту) и органов государственного регулирования авиатранспортной отрасли, с другой.

Для возможности применения инструментов интегрированной логистической поддержки в целях обеспечения жизненного цикла такого высокотехнологичного изделия, как авиационная техника, последняя должна соответствовать ряду требований, среди которых:

1. Организация интегрированной логистической поддержки изделий на постпроизводственных стадиях их жизненного цикла;
2. Пригодность к обслуживанию – интегральный показатель пригодности изделия к выполнению процессов технического обслуживания и ремонта, применению средств поддержки на протяжении его жизненного цикла. Удовлетворение данных требований сегодня невозможно без внедрения CALS-технологий [2].

Авиационная промышленность производит сложные, наукоемкие образцы техники с длительным жизненным циклом и, как активно развивающаяся и являющаяся одним из самых наукоемких сегментов, требует обеспечение сопровождения данной наукоемкой

продукции на протяжении всего его жизненного цикла. Такое сопровождение возможно при совместимости программного обеспечения, используемого при разработке продукции, чем и занимаются CALS-технологии (Continuous Acquisition and life cycle Support) – принципы и технологии непрерывной информационной поддержки жизненного цикла изделия, начиная от маркетинга и заканчивая утилизацией, на всех его стадиях, основанные на использовании единого информационного пространства и обеспечивающие взаимодействие всех участников этого цикла.

В середине 80-х годов, когда «холодная война» пребывала в своей заключительной стадии, требовалась высокая степень координации поставок от всех участников производства сложнейшей продукции военного назначения для создания наукоемкой продукции в оборонном и космическом комплексах в условиях рыночной экономики США. И вначале планировалось всего лишь стандартизировать форматы представления данных в информационных системах, применяемых на разных стадиях жизненного цикла военной авиационной техники и направленных на сокращение затрат и упрощение организации информационного взаимодействия государственных учреждений с частными фирмами в процессах формализации требований, заказа, поставок и эксплуатации военной техники. Следовательно, интенсивный обмен данными между заказчиком, производителями и потребителями военной техники способствовали потребности в создании самостоятельной интегрированной информационной системы с целью повышения управляемости и сокращения затрат. CALS стали расшифровывать как «Computer-Aided Acquisition and Life-cycle Support» – компьютерная поддержка поставок в течение жизненного цикла изделия для обозначения компьютерной поддержки материально-технического обеспечения сложных изделий военного назначения.

В начале 2000-х годов в проектах документов НАТО термин CALS (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support) был определен как «...совместная стратегия промышленности и правительства (государства), направленная на «реинжиниринг» (изменение, преобразование) существующих бизнес-процессов в единый высокоавтоматизированный и интегрированный процесс управления жизненным циклом систем военного назначения». Таким образом, понятие «CALS» получило более широкую трактовку, которая подразумевала поддержку непрерывности поставок («acquisition») в течение жизненного цикла продукции посредством применения современных информационных технологий для обеспечения непрерывности процессов взаимодействия «заказчик-поставщик», и поддержку жизненного цикла («life-cycle»), заключающуюся в оптимизации процессов обслуживания, ремонта, снабжения запасными частями и модернизации [3].

В промышленных странах CALS стала рассматриваться как комплексная системная стратегия повышения эффективности процессов, связанных с промышленной продукцией, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Поскольку термин CALS всегда носил военный оттенок, в гражданской сфере широкое распространение получили термины «Product Life Cycle Support» (PLCS) или «Product Life Management» (PLM) – «поддержка жизненного цикла изделия» или «управление жизненным циклом изделия».

Таким образом идея, связанная только с компьютерной поддержкой логистических систем, материально-технического обеспечения, превратилась в глобальную стратегию перехода на компьютерные технологии и повышения эффективности производственных процессов за счет информационной интеграции и совместного использования информации на всех этапах жизненного цикла продукции (рисунок 1).

В XXI веке возможности участия авиационных и не только предприятий в мировом разделении труда, поддержании высокой конкурентоспособности продукции находятся в прямой зависимости от информационного обеспечения процессов исследований, разработки, производства, эксплуатации, ремонта и утилизации современной авиационной техники различного назначения и совместимости отечественных технологий с международными стандартами.

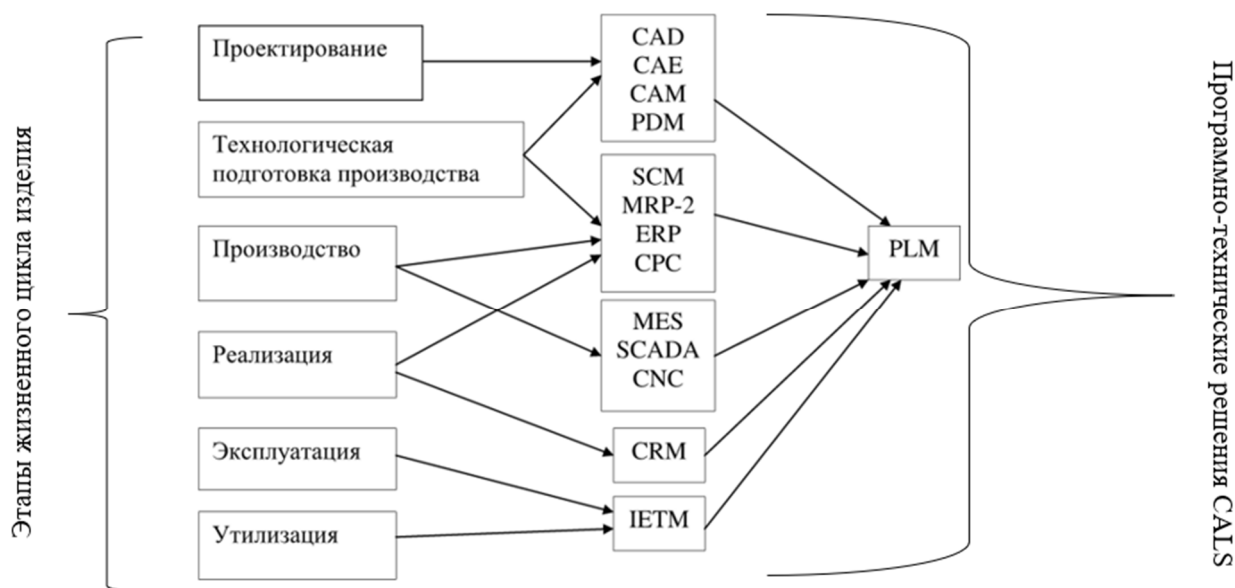


Рисунок 1 – Этапы жизненного цикла изделия и используемые информационные системы

Современные промышленные информационные технологии базируются на концепции единого информационного пространства (объединения информационных ресурсов), т. к. по мере продвижения изделия по этапам его жизненного цикла, генерируется и множится самая разная информации, характеризующая ход реализации данного жизненного цикла, что предполагает активное взаимодействие субъектов, участвующих в осуществлении информационной поддержки.

Не стоит ошибочно воспринимать информационные технологии как вспомогательный инструмент управления. Тенденция указывает на то, что чем более высокотехнологичная продукция, тем более активно применяются в управлении процессами жизненного цикла этой продукции информационные технологии, являющиеся, в свою очередь, признаком интегрированности производственных систем.

«Промышленное предприятие может считаться целостным только тогда, – как сказано в докладе Национального совета по исследованиям США в NASA 1985г., – когда все технологические функции и связанные с ними функции управления на предприятии могут создаваться, преобразовываться, перемещаться и храниться посредством компьютерных технологий, а используемые этими функциями данные могут перемещаться между ними в течение всего жизненного цикла изделия, создавая возможность для предприятия работать с максимальной эффективностью».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кочуров, В. А. Инновационные системы в системах автоматизированного проектирования / В. А. Кочуров. – Минск : БНТУ, 2017. – 111с.
2. Шустов, С. А. CALS/ PLM-технологии / С. А. Шустов. – Самара : СГАУ, 2013. – 63 с.
3. Абрамов, Б. А. Проблемы создания системы послепродажного обслуживания самолетов на основе интегрированной логистической поддержки / Б. А. Абрамов, Е. А. Абрамова // Научный вестник МГТУ ГА. – 2009. – № 141. – С. 55–59.

УДК 656.02

Р. А. Вишнеvский, У.А. Козловская

*Белорусская государственная академия авиации***ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Республика Беларусь является ключевым игроком на региональном рынке транспортно-логистических услуг благодаря выгодному географическому положению. Республика находится в центре Европы, на пересечении нескольких международных транспортных коридоров, связывающих Западную Европу с Востоком, и Черноморский регион со странами Балтийского моря. Через Республику Беларусь, ежегодно через нее проходит более 100 млн. тонн европейских грузов, из которых 90 % приходится на транспортировку между Российской Федерацией и странами Европейского Союза. Беларусь обеспечивает оперативность и сохранность транзита с помощью железнодорожного, автомобильного, воздушного, внутреннего водного и трубопроводного транспорта. Большинство логистических центров сосредоточены в Минской области, поскольку Минск находится на пересечении двух международных транспортных коридоров (№ 2 «Запад – Восток» и № 9 «Север – Юг») [1].

Тем не менее в условиях применения в отношении Республики Беларусь санкций со стороны отдельных государств, транспортный потенциал страны реализован не полностью, транспортные коридоры загружены лишь на 25–40 % от их реальной пропускной способности. В условиях высокой конкуренции организациям необходимо повышать свои конкурентные преимущества, совершенствуя логистику, для оптимизации работы, минимизации затрат и повышения эффективности. Однако, не каждая компания может позволить себе собственное логистическое подразделение. Многие предприятия не предпринимают усилия, направленные на сокращение расходов, связанных с логистикой, сосредоточив внимание на основной деятельности, такой как производство. В связи с этим актуальным становится аутсорсинг логистических услуг.

В переводе с английского аутсорсинг обозначает «использование внешних ресурсов». В международной практике под этим термином понимают передачу некоторых функций или видов деятельности компании внешней организации или третьей стороне.

На мировом рынке логистики существует классификация логистических провайдеров:

1PL (автономная логистика): все операции выполняет сам грузовладелец.

2PL (аутсорсинг отдельных услуг): грузовладелец передает некоторые логистические операции на аутсорсинг.

3PL (полный аутсорсинг логистики): логистический оператор отвечает за всю цепочку поставок или несколько ее звеньев.

4PL (интегрированная логистика): интеграция IT-систем грузовладельца и логистического оператора для управления и контроля всех логистических процедур.

5PL (логистика на основе интернет-технологий): использование сети Интернет как единой платформы для решения логистических задач [2].

На международной арене доминируют 3PL- и 4PL-провайдеры, так как они предлагают более современные и гибкие бизнес-решения. В Беларуси из двух тысяч компаний и индивидуальных предпринимателей, предоставляющих логистические услуги, менее 5 % составляют 3PL-провайдеры. Остальные – 1PL- и 2PL-провайдеры. 1PL и 2PL логистика постепенно уходят с рынка из-за своей традиционной структуры и низкого уровня сервиса. Определить компанию как 3PL, 4PL или 5PL оператора сложнее, но они предлагают более современные и гибкие решения. 4PL-провайдеры в стране отсутствуют, как и во многих соседних странах. Основная причина – 4PL-провайдеры являются интеграторами и могут функционировать только при наличии прочного слоя 3PL-провайдеров. Поэтому Беларусь активно стимулирует развитие 3PL-компаний.

Логистические провайдеры обладают необходимыми знаниями, компетенциями, профессиональными кадрами, оборудованием и технологиями. Используя их услуги, можно снизить затраты и повысить качество обслуживания конечного потребителя. Основные преимущества аутсорсинга логистических услуг:

- сокращение рисков, связанных с логистическими функциями;
- восполнение недостатка знаний и опыта;
- снижение издержек;
- экономия времени.
- концентрация на основных видах деятельности предприятия без отвлечения на логистику.

Непрофильные виды деятельности затратны для предприятия, но необходимы для его функционирования. К ним относятся задачи, требующие специализированных работников, такие как ИТ или подбор персонала. Передача этих задач на аутсорсинг позволяет повысить эффективность работы предприятия за счет:

1. Оптимизации численности персонала, который задействован в непрофильных для организации видах деятельности.
2. Экономии расходов на оплату труда.
3. Повышения производительности труда и обеспечения темпов ее роста, превышающих рост средней заработной платы, в соответствии с требованиями Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31.07.2014 г. № 744 «Об оплате труда работников».
4. Снижения необходимости инвестиций в развитие непрофильных видов деятельности.
5. Повышения качества выполнения отдельных видов деятельности, передаваемых на аутсорсинг [3].

Белорусская логистическая отрасль также активно сотрудничает с зарубежными партнерами и внедряет передовые технологии. Введение новых информационных систем и использование систем управления логистикой позволяют повысить эффективность операций и улучшить качество услуг. Можно предположить, что с развитием логистической инфраструктуры и повышением качества услуг, Беларусь станет привлекательным местом для организации логистических центров и складских комплексов. Это позволит привлечь больше инвестиций и создать новые рабочие места в сфере логистики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обзор рынка транспортно-логистических услуг Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bikratings.by/>. – Дата доступа: 10.2020.
2. 3PL или 2PL, 1PL и 4PL – что это за звенья цепи поставок, и для чего они нужны? [Электронный ресурс] // SupplyChains.ru. – Режим доступа: <https://supplychains.ru/2014/05/28/pl-who-are-they>.
3. Кейзер, И. А. Аутсорсинг как инструмент повышения эффективности деятельности организации / И. А. Кейзер. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 259 с.

УДК 338.47

Д. М. Котова

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

РАЗВИТИЕ ТУРИЗМА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ. ПРОБЛЕМЫ ДОСТУПНОСТИ ТРАНСПОРТА

География Дальнего востока весьма разнообразна в связи с тем, что на его территории находится 11 субъектов (Амурская область, республика Бурятия, Еврейская автономная

область, Забайкальский край, Камчатский край, Магаданская область, Приморский край, республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Хабаровский край, Чукотский автономный округ), а также бассейны рек, впадающих в Тихий океан. Дальний Восток это 40,5 % от площади России, что делает его самым большим регионом России [1].

Однако проживает здесь лишь 5,56 % от общего населения нашей страны, так как по некоторым причинам пригодными к жизни являются лишь некоторые части регионов, основная доля населения сосредоточена в Приморье, Якутии и Хабаровске, так как это наиболее развитые регионы Дальнего Востока [2].

Так как Дальний Восток является самым депопулирующим районом России, власти прилагают немало усилий к тому, чтобы регион процветал. Одни из мер по поднятию демографии на Дальнем Востоке: льготы на авиаперелеты, железнодорожный транспорт, фиксированные цены на бензин, множество льгот на ипотеку и приобретение жилой площади, в том числе и земляные участки). Всем этим занимается Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики [3]. Но, помимо этого, Дальний Восток рекламируют как экологически чистый район, который отлично подходит для туризма и жизни. Многих могут привлечь необычные виды этого региона.

Например, архитектурный памятник, который многие видели на двухтысячной купюре, – Русский мост, соединяющий остров Русский с материковой частью Приморья. Особенно красив мост в ночные часы, а также ранним утром [4]. На острове Русский находится один из лучших университетов Дальнего Востока и России – ДВФУ, что может заинтересовать абитуриентов, ведь кто не мечтает учиться и жить у самого моря?

Остров Сахалин может похвастать самым красивым маяком России – маяк Анива. Этот маяк является памятником мужеству строителей, ведь построен он на узком каменном пространстве, где неудобно работать, но выбор места был крайне удачным, сейчас это визитная карточка Сахалина.

Для любителей истории советского периода на Дальнем Востоке есть Магадан, страшное место во времена Сталина, помимо множества мест, где можно узнать историю это темного периода в нашей истории, есть еще и суровые природные красоты. На фоне пустых северных равнин воздвигнут музей Мемориал «Маска скорби», где вы сможете бесплатно ознакомиться с предметами быта заключенных ГУЛАГа [5].

Любителям фауны понравится Плейстоценовый парк. Это заповедник, который пытается восстановить и поддерживать экосистему мамонтовых тундростепей, так что вы сможете окунуться в эти невероятные, практически девственные красоты, а заодно увидеть необычных северных животных: якутских лошадей, лосей, овцебыков, бизонов и даже верблюдов.

Если вы хотели попасть в Исландию, США или Новую Зеландию, чтобы воочию увидеть одно из самых необычных природных явлений – гейзеры, но расстроились из-за закрытия границ, то спешу вас обрадовать [6]. Камчатка может похвастать самой большой гейзерной долиной в мире. Долина гейзеров – это более 60 гейзеров, термальные озера, водопады, изумрудные сопки, озера и грязевые ванны. Природная красота никого не оставит равнодушным.

Мечтали увидеть касаток? Нетронутые природные красоты? Диких орланов? Китов? Хабаровский край спешит вас порадовать своими турами на Шантарские острова. Тур длится с июля до середины сентября, ведь именно в это время активизируются вышеперечисленные представители фауны, а также в этот момент происходит разгар Дальневосточной осени и виды становятся просто невероятными [7].

Это лишь малая и популярная часть красот, которые ждут своих зрителей. А возможно и тех, кто будет не против жить рядом с ними. Но есть одно серьезное испытание, а именно неразвитая транспортная инфраструктура регионов. Дальний восток имеет самый низкий уровень транспортного развития в России. Дорожный транспорт не популярен из-за низкого качества дорог, железнодорожный транспорт развит лишь на юге, а авиаперелеты недоступны для большей части немногочисленно населения по ряду определенных причин: труднодоступность аэропортов, малое количество рейсов, есть места, где аэропорт построить просто невозможно из-за жестоких климатических условий.

Например, стоит отметить, что северная территория – это вечная мерзлота, на которой тяжело построить что-либо вообще, это крайне непредсказуемая и неудобная база под такие требовательные постройки как железные или автомобильные дороги, аэропорты или аэродромы. Вечная мерзлота, пожалуй, главная причина неразвитой транспортной инфраструктуры. Во-первых, это крайне непредсказуемое поведение грунта. Также нужно брать во внимание то, что климат в местах с вечной мерзлотой не самый удачный для строительства каких-либо дорог. Асфальт для обычных автодорог можно укладывать при температуре выше пяти градусов, а такая температура держится не более трех месяцев в северных районах, чтобы уложить асфальт в таких условиях требуются серьезные денежные вложения, которые окажутся невыгодными из-за неразвитой инфраструктуры и низкого населения [8].

Основной внутренней пассажирооборот и грузооборот приходится на железнодорожный транспорт, это около 40 % и 80 % соответственно. На территории Дальнего Востока находится три железных дороги (Транссибирская магистраль, Байкало-Амурская магистраль и Амуро-Якутская ж/д магистраль), находятся они преимущественно на юге округа, что дает понять о том, что север остается полностью отрезанным от железнодорожных путей сообщения [9].

Найти данные по госзакупкам для реконструкции, ремонта и строительства автодорог в ДФО в открытом доступе не получилось, но, чтобы не быть голословной, скажу, что по результатам социального опроса ВЦИОМ в июле-августе 2017 г. жители Дальнего Востока крайне недовольны качеством дорожного покрытия и оценивают дороги очень низко. Также отмечу, что дорожная сеть развита лучше, чем железнодорожная, но из-за особенностей почвы север все также отрезан от основной части региона и страны в целом. Хотя регион показывает самый высокий показатель по автомобильной обеспеченности в стране [10].

Сообщение северной части с остальным миром происходит за счет морских путей сообщения. На территории ДФО находится 17 речных и 21 морских действующих портов, но стоит ожидать, что самые крупные и развитые снова находятся на юге и востоке, большая часть, разумеется, в Приморье. Однако не стоит отрицать тот факт, что на каждый регион приходится хотя бы один порт, а в условия отсутствия связи с другими территориями это уже хорошо [11].

Аэродромов гражданской авиации всего 80 [12]. Это достаточно малое количество, если учитывать, что мы говорим о такой большой территории, но, кажется вполне достаточным, если держать в голове количество населения. Однако стоит учитывать трафик полетов и состояние самих аэропортов. Например, в 43 из них грунтовое покрытие, 42 из них класса «Г», а в Еврейском автономном округе и вовсе отсутствуют какие-либо аэродромы. Так же можно отметить, что использование воздушного пространства в северных районах достаточно ограничено из-за погодных условий и низкой доступности аэропортов [13].

Так и получается, что красоты и очевидные плюсы жизни на Дальнем востоке спрятаны за труднодоступностью этих мест [14].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дальний Восток России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://web.archive.org/web/20191021080454/http://www.vokrugsveta.ru/encyclopedia/index.php?title=Дальний_Восток_России – Дата доступа: 09.11.2024.
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20220427023501/https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Popul_Comp2022_site.xls – Дата доступа: 09.11.2024.
3. Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minvr.gov.ru/> – Дата доступа: 09.11.2024.
4. Русский мост [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20220702/most-1799648406.html> – Дата доступа: 09.11.2024.
5. Твой Сахалин [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://tvoisakhalin.ru/mayak-aniva-1?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=71469218&utm_content=

11755140610&utm_term=---autotargeting®ion=2®ion_name=Санкт-Петербург&block=premium&position=1&etext=2202.u0SGt_EjDrTYjtx1zc2HDLYRyeNVxMg1EJw6p9Kp7q1yd2NxZWh4a3BzYXJjZmx5.5eee25b6eb57fbb768169a7be60396b1cd93cf19&yclid=2424856596989083647. – Дата доступа: 09.11.2024.

6. Магаданская область – Мемориал «Маска скорби» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://visitkolyma.ru/sights/monument-mask-a-skorbi/>. – Дата доступа: 09.11.2024.

7. Плейстоценовый парк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pleistocenepark.ru/>. – Дата доступа: 09.11.2024.

8. Долина гейзеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20110414/364033941.html> – Дата доступа: 09.11.2024.

9. Shantarwhale туры на Шантарские острова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.shantar-whale.ru/> – Дата доступа: 09.11.2024.

10. Доклад Министра транспорта РФ Максима Соколова на заседании Государственной комиссии по вопросам социально-экономического развития Дальнего Востока, Республики Бурятия, Забайкальского края и Иркутской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://web.archive.org/web/20160304110643/http://www.mintrans.ru/news/detail.php?ELEMENT_ID=18371. – Дата доступа: 09.11.2024.

11. Таблицы и графики климата по Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.climate-data.org/азия/россииская-федерация-136/> – Дата доступа: 09.11.2024.

12. ФКУ ДСД «Дальний Восток» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vl.rosavtodor.ru/?loc=142> – Дата доступа: 09.11.2024.

13. Индекс развития человеческого капитала на Дальнем Востоке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20180221222449/https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=116699> – Дата доступа: 09.11.2024.

14. Дальний Восток [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mintrans.gov.ru/transport_of_russian/4. – Дата доступа: 09.11.2024.

УДК 338.47

А. Ж. Нимаева

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

КРЫЛЬЯ ДРУЖБЫ: МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ТУРИЗМА РОССИИ И БЕЛАРУСИ

В современном мире туризм – это не просто отдых, а важная составляющая экономики, культуры и международных отношений. Две страны, объединенные историей, языком и общими культурными корнями, – Россия и Беларусь – обладают уникальным потенциалом для развития туристического сотрудничества. Актуальность этой темы обусловлена динамичным ростом туризма в мире, стремлением людей к открытию новых мест и желанием получить уникальные впечатления. Россия и Беларусь, каждая с богатым историческим и культурным наследием, прекрасной природой и гостеприимными людьми, могут предложить туристам незабываемые путешествия.

В данном докладе будут представлены два наиболее оптимальных маршрута не только для посещения культурных и исторических объектов соседнего государства, но и для просвещения местного населения, что способствует укреплению чувства национальной гордости и идентичности граждан.

Маршрут первый. Этот маршрут рассчитан для изучения новых культур и традиций за ограниченное время (1 неделя).

День 1: Москва/Минск. Перелет и заселение.

День 2–3: Изучение сердца города. В данный период рекомендовано посещение самых значимых мест столиц.

Москва: посещение Кремля – исторической крепости, резиденции президента России. Осмотр храмов, колокольни Ивана Великого, Патриаршего дворца, а идеальным завершением дня может быть прогулка по набережной Москвы-реки. Для любителей истории рекомендовано посещение Государственного Исторического Музея или Музея космонавтики имени К. Э. Циолковского.

Минск: прогулка по набережной Свислочи и проспекту Независимости, главной улице Минска, с осмотром архитектурных памятников (Дом правительства, Национальный оперный театр, здание Белорусского государственного университета и др.), посещение Троицкого предместья с красивой церковью Святого Духа. Из музеев стоит выделить Музей истории Великой Отечественной войны для знакомства с трагической историей Беларуси в годы войны.

День 4: Минск/Москва. Перелет и заселение.

День 5–6: Изучение столицы своего государства. Для данного промежутка времени так же применить советы из пункта «День 2–3», а для коренных жителей возможно посещение «укромных», скрытых от обычных людей мест, таких как Измайловский рынок в Москве или Отель с приведениями в Минске.

День 7: Возвращение домой.

Второй маршрут предназначен для углубленного изучения местных традиций, исследования новых территорий и, конечно, знакомства с интересными людьми (2 недели).

День 1: Москва/Минск. Перелет и заселение.

День 2–3: Изучение сердца города. В данный период рекомендовано посещение самых значимых мест столиц.

Москва: посещение Кремля – исторической крепости, резиденции президента России. Осмотр храмов, колокольни Ивана Великого, Патриаршего дворца, а идеальным завершением дня может быть прогулка по набережной Москвы-реки. Для любителей истории рекомендовано посещение Государственного Исторического Музея или Музея космонавтики имени К.Э. Циолковского.

Минск: прогулка по набережной Свислочи и проспекту Независимости, главной улице Минска, с осмотром архитектурных памятников (Дом правительства, Национальный оперный театр, здание Белорусского государственного университета и др.), посещение Троицкого предместья с красивой церковью Святого Духа. Из музеев стоит выделить Музей истории Великой Отечественной войны для знакомства с трагической историей Беларуси в годы войны.

День 4: Санкт-Петербург/Несвиж.

День 5–7: Знакомство и изучение.

Санкт-Петербург: посещение Эрмитажа, Исаакиевского собора, прогулка по дворцовой площади, по рекам и каналам Петербурга. Осмотр величественных фонтанов Петергофа, прогулка по паркам.

Несвиж: осмотр замкового комплекса Несвижский, включенного в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, посещение Мирского замкового комплекса, который является одним из символов Беларуси.

День 8: Владивосток/Брест. Перелет и заселение.

День 9–10: Знакомство и изучение.

Владивосток: прогулка по горе Ежовая и набережной Золотой Рог, с которой открываются потрясающие виды на залив, посещение Токаревского маяка, расположенного на Острове Русский, поход в национальный парк «Зов тигра».

Брест: осмотр Брестской крепости, которая представляет историю героической обороны крепости, и Свято-Николаевской церкви, прогулка по набережной реки Мухавец и посещение Брестского замка.

День 11: Петропавловск-Камчатский/Гомель. Перелет и заселение.

День 12–13: Знакомство и изучение.

Петропавловск-Камчатский: поездка к вулканам, таким как Авачинская сопка и Ключевская сопка, посещение долины гейзеров и горячих источников, купание в Авачинской бухте – второй по величине бухте в мире, где можно насладиться прогулками и закатами.

Гомель: осмотр Гомельского дворцово-паркового ансамбля – главной достопримечательности города, включающего дворец Румянцевых-Паскевичей, часовню-усыпальницу и собор святых Петра и Павла, посещение зимнего сада, где круглый год поддерживается тропический климат.

День 14: Возвращение домой.

Туризм – одна из наиболее доходных и быстро развивающихся отраслей. Причиной такого быстрого роста является развитие гражданской авиации, что приводит к росту международных пассажирских авиаперевозок, которые обеспечиваются деятельностью авиакомпаний и государства. Таким образом, развитие данной отрасли повлияет не только на туризм в Российской Федерации и Республике Беларусь, но и на производительность смежных отраслей, улучшив благосостояние обоих государств.

Список литературы:

1. «Туризм в Беларуси: на пути к устойчивому развитию» (Белорусский государственный университет).
2. «Беларусь: затерянный рай» (Е. В. Кузнецова).
3. «Беларусь: туристический гид» (Издательство «Беларусь»).
4. «Туризм в России: основные тренды и перспективы развития» (Аналитический центр при Правительстве РФ).
5. «Туризм в России: взгляд изнутри» (National Geographic Россия) – Статьи о различных аспектах туризма в России, от истории до экотуризма.
6. «Российский туризм: история, настоящее и будущее» (А. В. Кусков) – Обзор истории и современного состояния туристической отрасли в России.
7. «Туризм в России: проблемы и перспективы» (Е. В. Богданова) – Исследование основных проблем и перспектив развития туризма в России.
8. «Путешествие по России: 100 мест, которые стоит увидеть» (А. А. Иванов) – Путеводитель по наиболее интересным местам для туризма в России.
9. «Россия – страна чудес: путешествие по самым красивым местам» (Е. В. Кузнецова) – Путеводитель по самым красивым местам России, с красочными фотографиями и описанием маршрутов.

УДК 656.7:338.46

Ю. В. Павлова, Д. Ю. Мягков

Белорусский государственный университет

АНАЛИЗ СУБЪЕКТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БОРТОВЫМ ПИТАНИЕМ АВИАРЕЙСОВ

Бортовое питание – это огромная отрасль, обеспечивающая более миллиарда завтраков, обедов и ужинов, приготовленных (разлитых) напитков для пассажиров на воздушных судах в год. При таких масштабах перед авиакомпаниями и предприятиями общественного питания стоит нелегкая задача по приготовлению высококачественного, разнообразного и безопасного питания и доставки сотен блюд на каждый рейс.

Рынок услуг аэропортовой инфраструктуры представлен хозяйствующими субъектами, осуществляющими предложение аэропортовых и комплементарных услуг, а также потребителями соответствующих услуг в лице авиакомпаний, пассажиров и организаций различных видов деятельности [1].

Учитывая специфику формирования и развития белорусской аэропортовой инфраструктуры в сфере аэропортового обслуживания, а также тот факт, что определенный спектр услуг (хендлинговые, кейтеринговые, карго, услуги авиатопливо обеспечения, перронное обслуживание) может оказываться как аэропортом, так и другими специализированными организациями.

Необходимо понимать, что субъекты, должны иметь сертификаты на осуществление аэропортовой деятельности, имеющий и (или) использующий на любом законном основании комплекс сооружений (аэродром и аэровокзал) и другие объекты аэропортового комплекса, предназначенные для оказания комплекса или части услуг в аэропортах. Таким образом, непосредственно аэропортовое обслуживание в сфере бортового питания основных потребителей (пассажиров, бизнес-организаций и авиакомпаний) осуществляют кетринговые компании. Рынок кейтеринга при аэропортах в период 2023–2024 года активно развивается в связи с уходом большого количества зарубежных авиакомпаний после периода, связанного с пандемией COVID-19 [1].

Анализируя российский рынок бортового питания, следует отметить, что на нем функционируют как специализированные цеха бортового питания субъекта аэропортового комплекса, так и кейтеринговые компании. Лидером рынка кейтеринговых услуг является фабрика бортового питания «Домодедовое Эйр Сервис» (г. Москва), производящая 45–60 тыс. рационов в сутки для 250–300 рейсов и обслуживающая 45 российских авиакомпаний [1].

В белорусском регионе аэропортовых комплексах функционирует, как правило, один провайдер кейтеринговых услуг, входящий в состав аэропорта или базирующейся авиакомпании, оказывающий услуги на монопольной основе. Таким лидером является РУП «Национальный аэропорт Минск» служба «Кэтеринг» (г. Минск) производящая в сутки около 10 тыс. рационы питания для 17 авиакомпаний из 60 городов и также обслуживает пассажиров отечественной авиакомпании [3]. Отличительной особенностью хозяйствующих субъектов является полный цикл производства [2].

Цикл производства «бортового питания» – сложный логистический процесс доставки сырья и других компонентов с сельскохозяйственных компаний, в производственные цеха компании аэропорта, последующий процесс приготовления блюд (в соответствии с утвержденным меню заказчика), охлаждение практически до 0 (так как в высокой температуре развиваются бактерии), упаковка, загрузка в спец тележки до отправки на рейс и непосредственно доставка на борт самолета. Необходимо не забывать и про ответственность соблюдение санитарных норм и правил на каждом этапе данного цикла [2].

Самое главное в авиационной еде с точки зрения производителя (кейтеринговой компании), и с точки зрения ее заказчика (авиакомпания), – это безопасность. 150–300 человек одновременно принимают пищу в нескольких километрах от земли – и с ними после этого не должно произойти ничего плохого.

В ходе анализа рынка кейтеринговых услуг были выявлены следующие специфические проблемы характерные и белорусскому региону:

- снижение цен авиакомпаний на бортовое питание при сохранении высокого уровня качества и безопасности;
- перераспределение рисков, связанных с безопасностью питания, от перевозчика к провайдеру, обусловленное системой партнерских отношений;
- ограниченное количество поставщиков калиброванного сырья, отсутствие четких механизмов регулирования рынка кейтеринговых услуг;
- низкая производственная мощность [1].

Решение выявленных проблем возможно за счет развития рынка кейтеринговых услуг посредством формирования конкурентных отношений в региональном сегменте, что будет способствовать привлечению потенциальных поставщиков необходимого сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Калашникова И. В. Анализ субъектов дальневосточного рынка услуг в сфере аэропортового обслуживания [Электронный ресурс] / И. В. Калашникова, В. В. Кубичек. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-subektov-dalnevostochnogo-rynka-uslug-v-sfere-aeroportovogo-obsluzhivaniya> – Дата доступа: 25.10.2024.
2. Фабрика бортипитания работает по цикличной схеме, процесс приготовления пищи четко разделен по цехам [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6262531/page:2/>. – Дата доступа: 26.10.2024.
3. Небо со вкусом. О том, как меняется восприятие на высоте [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tio.by/info/novosti/otkuda-beretsya-bortpitanie-v-nacionalnom-aeroportu-minsk/>. – Дата доступа: 28.10.2024.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-pdf/oficial_statistika/2023/catering-2023.pdf – Дата доступа: 28.10.2024.

УДК 629.7:164

Р. А. Вишнеvский, П. В. Разгуляева

Белорусская государственная академия авиации

ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКИ, ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Авиационная логистика является важнейшим компонентом глобальной цепочки поставок, включающей перевозки грузов и пассажиров по воздуху. При этом возникают многочисленные проблемы, включая управление запасами, планирование загрузки, маршрутизацию технического обслуживания и экологические проблемы, связанные в том числе и с высокими затратами на авиационное топливо.

Грузовые авиаперевозки занимают важное место в инфраструктуре современного мирового бизнеса. В эпоху глобализации, когда компании стремятся к оптимальной оперативности, авиационная логистика становится ключевым инструментом в достижении этой цели. Авиаперевозки стоят гораздо дороже по сравнению с другими способами доставки грузов. Одной из причин повышенной стоимости на данный вид перевозок являются высокие затраты на топливо. Основываясь на исследовании Международной Ассоциации воздушного транспорта (IATA) (рисунок1), можно сделать вывод, что стоимость топлива нестабильна за последние 12 месяцев стоимость реактивного топлива подверглась значительному изменению (индекс цен на реактивное топливо находился в промежутке от 220 до 453). Средняя цена за 1 баррель (42 галлона/159 литров) в 2024 году колеблется от 80 до 90 долларов США [1].

Стоимость на реактивное топливо в течение следующих 24 месяцев может существенно вырасти из-за геополитической ситуации: конфликты и санкции, особенно касающиеся стран-производителей нефти (основного источника производства реактивного топлива), могут сильно влиять на рынок и изменять цены. Однако точного ответа на вопрос об изменении цен аналитики дать не могут по причине большого количества факторов, не зависящих от них.

Более того дорогостоящее обслуживание самолетов и прочие расходы повышают тарифы авиаперевозок. Содержание большого аэропорта недешево, и эти расходы, в конечном итоге, отражаются на покупателе. Несмотря на то, что авиаперевозки и обеспечивают невероятную скорость, за эту оперативность приходится платить дополнительную стоимость. Из-за ограниченного объема грузового пространства в самолетах стоимость за килограмм груза может быть выше, чем при других способах перевозки. В связи со сложившейся геополитической ситуацией в мире и закрытого воздушного пространства для самолетов, требуются дополнительные затраты на топливо и построение новых маршрутов из-за увеличения расстояния и время облета. Добавив к этому стоимость дополнительных услуг,

таких как экспресс-доставка или особые условия хранения, и станет ясно, почему авиаперевозки могут обходиться дороже.

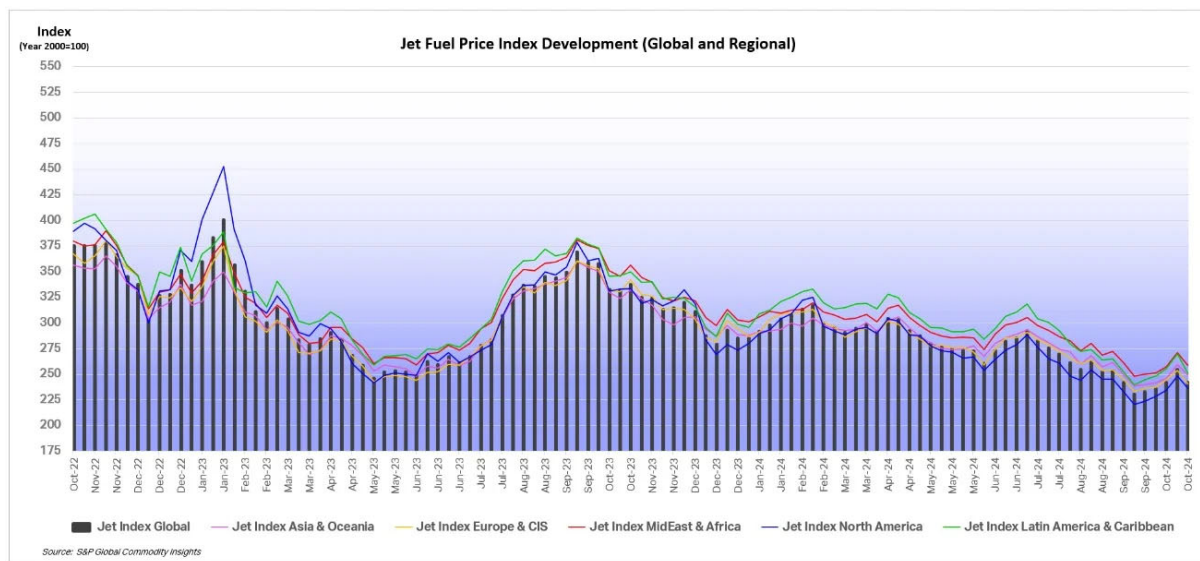


Рисунок 1 – График стоимости топлива в течении 2023–2024 гг.

При поиске решений проблемы высоких затрат на авиационное топливо стоит учитывать, что снижение массы самолета приводит к уменьшению требуемого запаса топлива на борту, что, в свою очередь, снижает массу самолета, потребную тягу и, соответственно, массу двигателя и т. д. Соответственно уменьшение веса деталей позволяет снизить их стоимость и расход топлива. Сейчас многие компании стремятся разработать конструкции с минимальным весом и при этом сохранить их прочность. В случае невозможности покупки новых более легких и технологичных деталей самолета, авиакомпании, которые специализируются на пассажирских перевозках, могут ограничивать допустимый вес ручной клади и багажа для экономии расхода топлива.

Затраты на обслуживание каждого самолета могут быть определены соотношением:

$$z_{ij}(t) = c_{ij}\Delta t + c_{0ij}, \quad (1)$$

где c_{ij} – это коэффициент, c_{0ij} – фиксированная плата, Δt – время прибытия самолета в аэропорту.

Это соотношение показывает, что затраты на содержание самолета типа f_j в аэропорте a_i зависят от времени его пребывания в этом аэропорте. Имеется некоторая фиксированная плата c_{0ij} , которая может взиматься за взлет и посадку. В дальнейшем эта фиксированная плата увеличивается пропорционально коэффициенту c_{ij} . Данное соотношение не позволяет «замораживать» отдельные самолеты в каких-то аэропортах, т. е. отражает очень важную черту реальной действительности: «бездействие самолета = убытки» [2].

Помимо затрат на простой самолетов, авиакомпании также обязаны выплачивать следующие расходы, указанные в Таблице 1. В Беларуси повысили предельный максимальный тариф на услугу аэронавигационного обслуживания воздушных судов в районе аэродромов на 30 %. Это предусмотрено постановлением Министерства антимонопольного регулирования и торговли от 17 сентября 2024 года № 57. Из этого следует, что при малых количествах авиаперевозок или неполной комплектации самолетов содержание воздушного судна становится невыгодно [3].

Для снижения убытков авиакомпаний, занимающихся перевозками пассажиров, была разработана стратегия овербукинга – продажа большего количества билетов, чем реальное количество мест на борту. Расчет был именно на то, что определенный процент пассажиров просто не явится на регистрацию, и таким образом «лишних» пассажиров не окажется. Однако

в случае с грузоперевозками такой способ не работает. Авиакомпаниям грузоперевозок следует проводить анализ рынка для определения пикового и непикового спроса на грузовые перевозки, что поможет более точно планировать расписание рейсов. Организация совместных рейсов для разных клиентов по аналогичным маршрутам позволяет увеличить загрузку самолета, что также благоприятно влияет на окупаемость самолета и прибыль авиакомпании.

Таблица 1 – Предельные максимальные тарифы на услуги аэропортов и аэронавигационные услуги

№	Наименование услуги	Единица измерения	Предельный максимальный тариф, белорусских рублей
1	Обеспечение взлета и посадки воздушного судна	тонна максимальной взлетной массы	14,15
2	Сверхнормативная стоянка воздушного судна на перроне	тонна максимальной взлетной массы	1,415
3	Аэронавигационное обслуживание воздушных судов в воздушном пространстве Республики Беларусь	100 километров ортодромического расстояния с учетом коэффициента веса	44,40
4	Аэронавигационное обслуживание воздушных судов в районе аэродрома	тонна максимальной взлетной массы	7,00
5	Обеспечение авиационными горюче-смазочными материалами	тонна	52,00
6	Обеспечение авиационной безопасности в зоне аэропорта	тонна максимальной взлетной массы	4,38

В настоящее время открываются новые маршруты авиаперевозок через такие регионы, такие как Китай, Киргизия, Казахстан, ОАЭ. При этом Китай на протяжении нескольких лет сохраняет второе место среди более чем 100 стран – импортеров белорусских товаров с долей примерно 7 % и хорошими предпосылками к ее дальнейшему увеличению по мере роста китайской экономики и повышения уровня благосостояния китайских граждан, превращения этой страны из крупнейшего в мире производителя и экспортера еще и в главного импортера планеты. Показателем физического роста двустороннего товарооборота может служить увеличение товарооборота между Республикой Беларусь и Китаем на 50 % больше, чем годом ранее. Постоянно развивающееся сотрудничество этих двух стран, можно прийти к выводу, что авиаперевозки с Китаем будут выгодны в большинстве случаев [4].

В заключение, основными проблемами авиационной логистики, касающимися непосредственно Республики Беларусь, являются высокие затраты на авиационное топливо, обслуживание и эксплуатацию самолета, нехватка авиакомпаний. Для решения следующих проблем важно провести анализ всей имеющейся информации и найти оптимальный выход из сложившейся ситуации с минимальными потерями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Jet Fuel Price Monitor IATA (Международная ассоциация воздушного транспорта) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iata.org/en/publications/economics/fuel-monitor/>.
2. Логистика. Часть 1. Оптимизация авиасообщения по направлениям и формирование расписания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/493754/>.
3. О тарифах на услуги аэропортов и аэронавигационные услуги: постановление министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://law.by/document/?guid=3871&p0=W21732080>.
4. О Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы: постановление Совета министров Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrans.gov.by/images/2024/31-01-24-8.pdf>.



**СЕКЦИЯ 9.
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
И МИРОВОЙ АВИАЦИИ**



УДК 93/94+629.7

В. А. Бубнова, В. А. Станкевич

*Белорусская государственная академия авиации***ВИНТОКРЫЛАЯ ЖИЗНЬ АВИАКОНСТРУКТОРОВ**

Если задаться вопросом, какие типы современных вертолетов сможет назвать любой человек, в том числе и даже школьник, то без исключения каждый назовет знаменитые во всем мире вертолеты серийных выпусков «Ка» и «Ми». История создания вертолетов этих серий берет свое начало еще с прошлого века, и которые эксплуатируются во многих странах мира, и по сей день. Именно Николай Ильич Камов и Михаил Леонтьевич Миль являются конструкторами этих уникальных винтокрылых машин, которые в современном мире называются вертолетами.

Многие изобретатели пытались создать новый тип летательного аппарата винтокрылую машину – уже не самолет, и еще не вертолет, но во многих конструкциях сочетались элементы одного и второго типа, и потребовалось некоторое время, прежде чем в историю авиации вошли имена Николая Камова и Михаила Миля.

Кто пытался создавать винтокрылые машины? Какие модели были предшественниками, какое изначальное обозначение им присваивали, какую кодификацию они получали, и какое отношение имеют вертолеты и автожиры к самолетам? А также, какие недостатки и основное преимущество имеют вертолеты по отношению к самолетам? Попробуем разобраться в этих достаточно непростых вопросах.

Основные недостатки вертолетов по отношению к самолетам заключаются в том, что вертолеты не летают со скоростью самолетов и не могут подняться на ту же высоту, но их способность останавливаться и зависать во время полета, а также взлетать и приземляться без пробега дает им основное преимущество над самолетами.

Сама идея винтокрылого полета известна давно – бамбуковые вертушки из Китая продемонстрировали возможность такого взлета более двадцати веков назад. Так в конце XV века Леонардо да Винчи разработал проект машины, которая, в теории, смогла бы вертикально взлететь и продержаться в воздухе на небольшой высоте, однако конструкция оказалась неудачной и идея изобретателя не зашла дальше небольших прототипов. В конце XIX начале XX столетия в мире произошел технический прорыв, в том числе и в авиационной области. А с изобретением первой управляемой летательной машины люди по всему миру начали совершенствовать и конструировать новые модели, но идея вертикального полета по-прежнему существовала только в виде чертежей. Русский ученый-академик Ломоносов разрабатывал идею аэродромической машины – сохранились его работы, которые схематично изображают летательный аппарат, схожий по принципу и конструкцией с некоторыми современными моделями вертолета. Однако и Ломоносов, и многие другие изобретатели того времени не располагали такими технологиями, чтобы воплотить свои идеи в жизнь.

Совершенно новый тип винтокрылой машины был предложен испанским инженером Хуаном де ла Сиерва в 1922 году получивший название автожир, называемый также винтолет, гироконвертер, ротоплан и гироплан.

Термин «автожир» был получен из идеи изобретателя, создать, своего рода, спасательный круг, играющий роль парашюта с целью обеспечения безопасности для аэропланов во время полетов. Именно вертикальный винт стал играть данную роль в изобретении испанца, который сам раскручивался при взаимодействии с набегающим воздушным потоком и должен был замедлять падение в случае отказа двигателя. Свой первый автожир «Cierva C.4» Хуан де ла Сиерва поднял в воздух в 1923 году 9 января. Первый полет данного аппарата, который состоялся более ста лет назад, для конструктора в попытке создать новый тип самолета, позволил определиться с новым названием своего изобретения. Примененный им большой несущий винт над фюзеляжем при вращении в режиме авторотации во время полета формировал подобие круга и был способен создавать силу, обеспечивающую подъем

летательной машины. Именно этот самовращающийся круг позволил создателю назвать свое изобретение «autogyro», позаимствовав из греческого языка слова «auto» и «gyros» при переводе обозначающих «самостоятельный круг».

В дальнейшем идеи Хуана де ла Сиерва стали применяться для разработок совершенно другого типа летательных аппаратов, которые уже в современной истории авиации получили название «вертолет».

До 1929 года ко всем винтокрылым летательным аппаратам, которые будучи тяжелее воздуха были способны обеспечивать вертикальный подъем при помощи воздушных винтов, применялся французский термин «геликоптер». Ровно 95 лет назад в русском языке данный термин был заменен на новое слово, которое было официально зафиксировано 8 февраля 1929 г. в документах заседания Технической Комиссии Центрального Совета Осоавиахима [1], и это слово «вертолет». Именно Николай Камов создал свой первый летательный аппарат – автожир, отнес свое изобретение к абсолютно новому типу винтокрылых машин. Его изобретение напоминало самолет, так как имелся фюзеляж от первого учебного биплана У-1, хвостовое оперение, крыло и двигатель, а также конструкция содержала несущий винт, напоминающий лопасти ветряной мельницы. Придуманная изюминка конструкции послужила стать автором Николаю Камову совершенно нового термина в авиации, который произошел из сочетания двух русских слов «вертится» и «летает» и отсюда – вертолет. Изобретение, представленное 8 февраля, гениальный конструктор окрестил «Красный Инженер», присвоив аббревиатуру «КАСКР-1», что обозначало слияние фамилий Камов и Скржинский, которые являлись разработчиками данного аппарата.

Первый полет «КАСКР-1» совершил 25 сентября 1929 г. Данный аппарат внешне был схож с моделью автожира «Сierva С.8» Хуана де ла Сиерва, но в то же время это была первая модель в конструкции которой шарнирная подвеска лопастей позволила разгрузить аппарат от больших изгибающих и опрокидывающих моментов [2]. Таким образом, технические характеристики были совершенно другими, поэтому данное изобретение являлось собственной разработкой ученых советской эпохи.

Был ли этот аппарат уже вертолетом? И нет, и да, так как данный термин Камов применил исключительно для собственного первого изобретения – автожира. Но именно с «КАСКР-1» и началась история, которая позволила Николаю Камову продолжить свою работу по разработке винтокрылых машин и спустя 18 лет создать свой первый вертолет «Ка-8», имевший название «Иркутянин», первый полет которого состоялся в 1947 году 12 ноября, и это было первое достижение в вертолетостроении во времена советской эпохи. А до этого гениальный конструктор, имя которого навсегда вошло в историю мировой авиации [2], продолжал работать над автожирами, усовершенствовать их конструкцию, а многие его разработки нашли свое применение в современных вертолетах серии «Ка», в том числе и легендарного «Аллигатора» под серийным обозначением «Ка-52».

В это же время Михаил Миль работал над созданием своего вертолета ГМ-1, аббревиатура которого расшифровывается как «Геликоптер Миля-1». Данная модель известна как «Ми-1» и именно она стала первым серийным вертолетом этого гениального советского авиаконструктора, разрабатываемая как многоцелевой вертолет в конце 1940 гг.

Первый полет винтокрылой машины состоялся в 1948 году 20 сентября. Однако 24 ноября при проведении экспериментального полета, задачей которого было, определение максимальной высоты полета, то есть его потолка – заклинило систему управления, так как масло в этой системе просто замерзло, и первый испытательный образец вертолета потерпел крушение, но летчик-испытатель Матвей Байкалов остался жив, выпрыгнув с парашютом. Второй испытательный образец тоже разбился из-за разрушения вала хвостового винта [3], вместе с машиной разбился и летчик-испытатель М. Байкалов. Эта трагедия произошла при перелете вертолета с аэродрома завода изготовителя на площадку научно-исследовательского института военно-воздушных сил в 1949 году 7 марта.

Многие авиаконструкторы наверняка перестали бы работать в дальнейшем направлении, столкнувшись они с такими серьезными неудачами, которые приводили к трагедиям, но Михаил

Миль не сдавался. Так смазку, необходимую для системы управления он заменил незамерзающей жидкостью, а из орудийных обточенных стволов, обладающих большей прочностью, начал делать валы хвостового винта. Следующие испытания вертолета Ми-1 прошли успешно и серийный выпуск начался с 1952 г. и продолжился по 1960 г.

Вертолет Ми-1 был достаточно легким летательным аппаратом и был рассчитан не более чем на трех человек, второй вертолет из этой серии обладал большей грузоподъемностью и был намного тяжелее своего предшественника – Ми-2, который позволял нести на своем борту восемь военнослужащих, имевших полное вооружение. А грузоподъемность вертолета Ми-4 уже была намного больше тонны, и это позволяло разместить восемнадцать десантников с полным вооружением. Первым тяжеловесом стал вертолет Ми-6, который был разработан специально для перевозки мобильных тактических ракетных комплексов «Луна» весом около 20 тонн [3]. Именно этот вертолет долгие годы был лидирующим по данному параметру, а в дальнейшем стал фундаментальной основой серийных вертолетов марки «Ми», распространенных более чем в ста странах всего мира, доказывая, что верность мечте рождает удивительное «потомство» [3].

М. Л. Миль внес фундаментальный вклад в развитии авиации, что впоследствии позволило сохранить жизни бесчисленного количества летчиков-испытателей, создав механизм, при помощи которого они могли выйти из штопора при резкой потере скорости. Все идеи и доработки инженера подробно описаны в научной книге «Вертолеты», которая стала фундаментом дальнейшего вертолетостроения.

В настоящее время авиация не перестает развиваться ни на секунду. Ежегодно молодые инженеры по всему миру изобретают улучшенные и модернизированные модели летательных машин, в том числе и винтокрылых. С течением времени новые технологии позволяют разрабатывать и усовершенствовать ранее существовавшие модели с целью создания более эффективных типов и безопасных во время полетов вертолетов. Но необходимо помнить и о тех, кто сделал первые шаги в авиастроении, построив основу для дальнейшего развития авиационной инженерии. Эти люди, внесшие огородный вклад в теорию авиации, оставили богатое научное наследие всему человечеству.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Как «геликоптер» превратился в «вертолет» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pnp.ru/social/vertolyot-vytesnil-gelikopter-iz-russkogo-yazyka.html>. – Дата доступа: 22.10.2024.
2. Как начиналась винтокрылая авиация в СССР: автожиры и вертолеты Николая Камова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/opinions/15728595>. – Дата доступа: 22.10.2024.
3. Михаил Миль. Создатель первых советских вертолетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://histrf.ru/read/articles/mihail-mil-sozdatel-pervyh-sovetskih-vertoletov>. – Дата доступа: 22.10.2024.
4. Все об авиации / авт.-сост. Л. Е. Сытин. – М. : Астрель; СПб. : Полигон, 2011. – 656 с.

УДК 629.7

В. И. Гнездилов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ВКЛАД В ИСТОРИЮ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ И. И. СИКОРСКОГО

Игорь Иванович Сикорский – выдающийся авиаконструктор, который сыграл ключевую роль в развитии мировой и отечественной авиации. Его новаторские идеи и проекты не только изменили авиационную индустрию, но и оставили неизгладимый след в истории. В данной работе мы рассмотрим основные этапы жизни и деятельности Сикорского, его вклад в создание первых самолетов и вертолетов, а также влияние на дальнейшее развитие авиации.

Ранние годы и образование

Игорь Сикорский родился 25 мая 1889 года в Киеве, в семье известных людей. Его отец, Иван Сикорский, был известным преподавателем и музыкальным деятелем, а мать, Софья Сикорская, обладала художественными талантами. С ранних лет Игорь проявлял интерес к технике, собирая модели с парашютами и делая первые шаги в области механики. После окончания гимназии он поступил в Киевский политехнический институт, где изучал инженерию, став одним из самых перспективных студентов. Однако, его увлечение авиацией заставило его покинуть институт и продолжить обучение в Париже. Здесь он работал над проектами самолетов и знакомился с передовыми авиационными технологиями [1].

Первый самолет и начало карьеры

В 1909 году Сикорский построил свой первый самолет «Сикорский I», который состоял из стеклянной и деревянной конструкции. В 1910 году он продемонстрировал его на авиашоу в Киеве. После успешного полета его мечты и амбиции начали развиваться. Пройдя через ряд усовершенствований, в 1913 году он создал легендарный многомоторный самолет «Илья Муромец», который стал первым в мире серийным тяжелым бомбардировщиком. Этот самолет был уникален для своего времени, он имел четыре мотора и мог перевозить до 10 человек, включая экипаж и пассажиров, что открыло новые перспективы для пассажирских и грузовых авиаперевозок. «Илья Муромец» также имел возможность использоваться в военных целях [2].

Переезд в США и вертолеты

После революции в России в 1917 году и последующих событий, Сикорский эмигрировал в США в 1919 году. В Америке он продолжил свою работу в авиационной индустрии, несмотря на сложные условия для иммигрантов. Он основал компанию «Sikorsky Aircraft Corporation» в 1923 году, которая быстро стала известной благодаря своим инновационным разработкам. Его самые значимые достижения в США пришлось на создание вертолетов. В 1939 году он разработал «VS-300» – один из первых успешных вертолетов с одним ротором, который стал прототипом для будущих моделей вертолетов. Сикорский также запатентовал концепцию циклического и коллективного управления лопастями, что значительно повысило маневренность и стабильность вертолетов [3].

Наиболее известные модели вертолетов Sikorsky включают:

1. S-55 и S-58 – вертолеты средней мощности, использовавшиеся в различных ролях, включая, гражданские и военные.
2. UH-60 Black Hawk – один из самых известных военных вертолетов, используемых армией США и другими странами по всему миру. Он стал символом итальянской авиации.
3. CH-53 Sea Stallion и CH-53K King Stallion – тяжелые транспортные вертолеты для морской пехоты США.
4. S-92 – многоцелевой вертолет, который используется для пассажирских перевозок, в поисково-спасательных операциях и военных задачах.

5. S-76 – вертолет, отличающийся хорошими характеристиками и удобством для пассажиров, часто используемый в гражданской авиации [4].

В 2015 году Sikorsky была приобретена компанией Lockheed Martin, что позволило объединить их усилия в области оборонных технологий и расширить рынок. Sikorsky продолжает разрабатывать новые технологии вертолетостроения, включая беспилотные летательные аппараты и инновационные системы управления полетом [5].

Компания имеет влияние в гражданской, военной и сервисной авиации, а также активно участвует в программах по модернизации существующих вертолетов и разработке новых моделей с улучшенными характеристиками безопасности и эффективности.

Заключение

Вклад И. И. Сикорского в развитие отечественной и мировой авиации невозможно переоценить. Его инновационные идеи, смелость и настойчивость сделали его одним из самых выдающихся авиаконструкторов в истории. Изучение его жизни и достижений важно для понимания пути, который прошла авиация, и для вдохновения будущих поколений. Сикорский остается настоящим символом прогресса, вдохновляющим новые поколения инженеров и мечтателей, стремящихся покорить небесные широты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Удивительная история Игоря Сикорского – создателя вертолета, эмигранта и патриота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roscult.org/archives/1985?ysclid=m8fjee7f3s70213594>. – Дата доступа 30.10.2025.
2. Биография Игоря Сикорского. Реферат. Транспорт, грузоперевозки. 2015-12-20.
3. Сикорский Игорь Иванович [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сикорский,_Игорь_Иванович. – Дата доступа: 30.10.2024.
4. Сикорский Игорь Иванович [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/sikorskii-igor-ivanovich-e90324>. - Дата доступа: 30.10.2024.
5. Игорь Иванович Сикорский: герой, изгнанник, отец авиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravmir.ru/igor-ivanovich-sikorskij-geroj-izgnannik-otec-aviacii/>. – Дата доступа: 30.10.2024.

УДК 929:629.7

А. А. Гурецкий

Белорусская государственная академия авиации

ИОСИФ ГРИГОРЬЕВИЧ НЕМАН – ОДИН ИЗ ПЕРВЫХ СОЗДАТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА В СССР

В истории отечественного авиастроения мы прекрасно знаем и восхищаемся нашим земляком Павлом Осиповичем Сухим, создателем и конструктором военной авиации ВВС Советского Союза и Российской Федерации. Его прекрасные и высокоэффективные машины четвертого и пятого поколения по сей день продолжают свою работу по обеспечению национальной безопасности и защите границ Беларуси и России.

Однако мы не должны забывать и о других, талантливых авиаконструкторах, родившихся в Беларуси и внесших значительный вклад в развитие гражданского и военного воздушного флота на заре его становления.

Одним из первых создателей пассажирского самолета в СССР по праву является наш земляк Иосиф Григорьевич (Гиршевич) Неман, который родился 26 февраля 1903 года в Белостоке Гродненской губернии в семье столяра и швеи.



Рисунок 1 – Иосиф Григорьевич Неман

Весной 1920 года Неман окончил восьмиклассную филологическую гимназию доктора Гудмана, в которой он обучался с 1909 г. по 1920 г. с двумя перерывами. Последние два года сам оплачивал свое обучение, давая частные уроки состоятельным жителям г. Белостока.

В 17 лет добровольцем вступил в Красную армию, где проходил службу политработником в 4-й армии, а затем политуправлениях Харьковского и Украинского военных округов.

В 1922 году политуправлением Украинского военного округа Иосиф Неман был направлен на учебу в Харьковский технологический институт (далее – ХТИ) на электротехнический факультет. Он стал одним из первых выпускников ХТИ по специальности «Самолетостроение», получив звание инженера-механика в декабре 1929 года [1].

В конце ноября 1926 года, продолжая учебу в ХТИ, он пришел на работу в опытный отдел недавно созданного Харьковского авиационного завода, директором и главным конструктором которого был Константин Алексеевич Калинин. Всего лишь за пять лет, с 1926 г. по 1931 г., Неман прошел отличную конструкторскую школу, от простого копировщика до заместителя главного конструктора.

В 1928–1929 годах на этом заводе были разработаны и внедрены в производство пассажирские самолеты К-4 и К-5, которые вытеснили машины иностранных марок с воздушных линий СССР. За период с 1930 до 1934 года было выпущено 296 самолетов К-5 различных модификациях. До 1940 г. летательные аппараты К-5 были основными самолетами Аэрофлота на внутренних линиях и продолжали использоваться в качестве транспортного самолета во время Великой Отечественной войны. В 1933 году им был построен семимоторный самолет-гигант К-7, взлетным весом 40 тонн. За создание этих самолетов К. Калинин был награжден орденом Трудового Красного Знамени УССР.

К сожалению, этот незаурядный конструктор 1 апреля 1938 года был арестован в Воронеже. В тюрьме он создал эскиз нового самолета К-15 с треугольным крылом. К сожалению, материалы по обвинительному процессу отсутствуют, поэтому сложно однозначно сказать, по какой статье и за какие действия он был осужден и расстрелян. Реабилитирован 10 августа 1955 года [2].

После окончания ХТИ Неман И. Г. стал преподавателем и заведующим кафедрой конструкций самолетов в Харьковском авиационном институте, где он проработал до 1952 года. Активно занялся проектированием максимально обтекаемых самолетов, причем дешевизны ради использовал в конструкциях исключительно древесину (из-за дефицита авиационных сплавов).

В 1936 году назначен главным конструктором завода № 135, и по совместительству продолжал заведование кафедрой в ХАИ. Под его руководством были разработаны и построены ряд самолетов. Интересно, что Неман активно привлекал к конструкторской деятельности студентов и инженеров Научно-исследовательского сектора ХАИ. В рамках учебного процесса перед студентами была поставлена сложная и трудоемкая задача, которую

обычно решало целое конструкторское бюро, – проектирование многоместного пассажирского самолета с применением множества технических новшеств. Компоновка, силовые схемы агрегатов, механизмы уборки и выпуска шасси, сигнализация – все это было новым, выполнялось впервые в СССР и Европе. При этом студентам была предоставлена полная творческая инициатива и организационная самостоятельность в решении новых инженерных задач, намного опережавших уровень науки и техники того времени [3].

В 1932 году взлетел ХАИ-1 – первый серийный многоместный (6 пассажиров) пассажирский самолет в Европе, преодолевший скорость в 300 км/ч и первый серийный советский пассажирский самолет с убирающимися шасси. Убираемое шасси позволило снизить сопротивление самолета в 1,5–2 раза и увеличить скорость полета на 20...30 % при той же мощности мотора. На самолете был установлен серийный двигатель М-22 запорожского завода № 29 мощностью 480 л. с., которые считались одними из лучших моторов отечественного производства.



Рисунок 2 – Модель пассажирского самолета ХАИ-1. Автор модели: Ж. Верн

За короткий период было выпущено 43 самолета, которые успешно использовались на трассах Москва – Симферополь, Москва – Ташкент, Москва – Харьков, Москва – Минводы, Ростов – Краснодар и других направлениях до конца 1940 года. ХАИ-1 был признан лучшим в Аэрофлоте по скорости, грузоподъемности и экономичности. Два самолета были переоборудованы в учебные бомбардировщики ХАИ-3. За разработку ХАИ-1 Неман был награжден орденом Красной Звезды [4].

Наиболее удачным самолетом КБ Немана был ХАИ-5, принятый на вооружение ВВС РККА под индексом Р-10. Это был популярный в те годы одномоторный универсальный многоцелевой самолет, который мог быть разведчиком, бомбардировщиком, штурмовиком, корректировщиком огня, самолетом связи, а при особо благоприятных условиях даже и истребителем. Широкое распространение таких машин почти во всех армиях мира было связано с чисто экономическими соображениями – самой дорогой частью тогдашних самолетов был двигатель, а двухмоторные самолеты не настолько превосходили одномоторные по характеристикам, как можно было подумывать исходя из цены.

В 1938 году в КБ Немана начались репрессии. Формальным поводом к активности НКВД было медленное развертывание серийного производства самолета и падение одной из машин во время статочных испытаний. К тому же перед первомайским парадом разбился Р-10 замначальника ВВС РКК Якова Смушкевича, который получил тяжелые травмы – причиной аварии стал недосмотр техника, не открывшего кран маслопровода.

11 декабря 1938 года Неман был арестован и осужден на пятнадцать лет лагерей за «организацию вредительства на заводе и как агент зарубежной разведки». Конкретно ему инкриминировалась неполная готовность Р-10.

Однако «учитывая, что Неман И. Г. является крупным специалистом по самолетостроению, конструкции самолетов, которые находятся на вооружении Красной Армии, и что он может

быть в этой области полезным, передать Немана И. Г. в Техспецбюро НКВД СССР для использования его по специальности конструктора по самолетостроению». С момента ареста И. Г. Неман содержался во внутренней тюрьме НКВД СССР. Позже в своей автобиографии Иосиф Григорьевич отмечал, что с мая 1939 года он начал работать в «бюро 4-го спецотдела» [5].

Там он работал над самолетом Ту-2 до 19 июля 1941 года, когда постановлением Президиума Верховного Совета СССР был освобожден со снятием судимости.

До сентября 1944 года И. Г. Неман работал на различных конструкторских должностях на ряде авиационных заводов. В сентябре 1944 года приказом наркома авиапромышленности вновь переведен в ХАИ и назначен заведующим кафедрой конструкции и проектирования, которую и возглавлял до своей кончины.

18 ноября 1952 года Неман умер от лейкемии. В ноябре 1952 года была запланирована защита докторской диссертации, которая не состоялась из-за его смерти – профессор не был доктором наук.

Определением Военной коллегии Верховного суда СССР от 5 ноября 1955 года Неман реабилитирован.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Набатов, А. Первым делом – самолеты: к 100-летию со дня рождения харьковского авиаконструктора И. Г. Немана / А. Набатов // Харків'яни. – 2003. – № 8. – С. 2–8.
2. Калинин Константин Алексеевич [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 26.10.2024.
3. Панасенко, Б. Сага об убирающемся шасси: [о самолете ХАИ-1 и его прототипах] / Б. Панасенко // Авиация общего назначения. – 2011. – № 5 (193). – С. 44–49.
4. ХАИ-1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 26.10.2024.
5. Рапорт помощника начальника спецчасти НКВД СССР капитана госбезопасности В. И. Михайлова // Отраслевой государственный архив СБУ. – Ф. Р-3584. Д. 21618. Т. 2. Л. 259.

УДК 629.7:908:930.2:009

Т. Т. Давыдова, А. Х. Даудов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ДАШИ ИБРАГИМОВИЧ АКАЕВ: ЖИЗНЬ, ПОСВЯЩЕННАЯ НЕБУ

Даши Ибрагимович Акаев вошел в историю как первый чеченский летчик, олицетворяющий мужество и патриотизм своего народа. Его карьерный путь был неразрывно связан с Великой Отечественной войной, где он проявил исключительные навыки и храбрость, что стало примером для многих будущих поколений. Акаев не только служил в рядах советской армии, но и стал символом стремления чеченского народа к свободе и независимости, что расширило границы национальной идентичности в условиях военных конфликтов [1].

В деревне Шепелево (Ленинградская область) открыт мемориальный парк имени летчика морской авиации, майора Даши Акаева, героически погибшего в феврале 1944 года над Балтийским морем [2].

Заслуги Даши Акаева как летчика отражают дух времени, когда авиация становится символом не только технического прогресса, но и стремления к свободе и самовыражению.

Наиболее заметным аспектом восприятия фигуры Акаева является его влияние на молодое поколение летчиков и гражданских авиаторов. Его карьера отражает широкий спектр возможностей, которые открываются перед талантливыми людьми в области авиации.

Современные летчики рассматривают его как пример не только профессионализма, но и упорства, что также укореняется в обсуждениях о значении успеха в условиях конкуренции на глобальном уровне. Этот аспект становится предметом критического анализа, особенно в той степени, в какой он соотносится с современными идеями о равенстве и справедливости [3].

Критическое восприятие фигуры Акаева также затрагивает вопросы, связанные с его происхождением и общественным статусом. Обсуждения вокруг того, как национальная идентичность может влиять на карьеру, соответствуют современным дебатам о многообразии. Учитывая, что авиация все чаще ассоциируется с глобализацией и интернационализацией, фигура Даши Акаева становится символом возможностей, которые открываются перед людьми независимо от их личной истории или культурного фона.

Более того, в современных дискуссиях о Даше Акаеве важно учитывать не только его достижения, но и обстоятельства, в которых они были достигнуты. Это подсказывает, что фигуры, не имеющие однозначного восприятия, подвержены переосмыслению в контексте текущих социальных и политических настроений. Эта динамика помогает понять, почему его успехи в качестве летчика вызвали интерес и уважение, но также порой подвергаются критике в силу различий в восприятии гражданских и военных летчиков.

Существенную роль в формировании современного образа Даши Акаева играют также образовательные инициативы, направленные на популяризацию авиационных профессий среди молодежи. В последние годы увеличился интерес к программам, которые не только обучают техническим навыкам, но и формируют устойчивый интерес к истории авиации. Это помогает молодым летчикам увидеть в Акаеве не просто выдающуюся личность своего времени, но и человека, умеющего вписать свое имя в контекст современных достижений и поисков в области авиации [4].

Образ Даши Акаева активизируется в публичной сфере не только в контексте авиации, но и в более широких вопросах, касающихся национальной идентичности и гордости. Ситуации, когда его достижения используются в образовательных и культурных проектах, показывают, что его фигура продолжает интриговать и вдохновлять современное общество. Итогом становится формирование сложного и многослойного восприятия, которое трансформируется в зависимости от того, как меняются приоритеты и ожидания нового поколения.

Таким образом, фигура Даши Акаева остается актуальной и многозначной. Его достижения рассматриваются как символы успеха, а личная история вновь и вновь переосмысливается в остром контексте современных обсуждений, что подчеркивает многообразие и изменчивость восприятия исторических личностей.

Его путь от раннего детства до становления профессиональным летчиком является ярким примером того, как целеустремленность и трудолюбие могут привести к успеху, даже в условиях, когда внешние обстоятельства не всегда способствуют этому.

Ранняя жизнь Даши Акаева, его образование в Ермоловской школе-интернате и работа слесарем на заводе «Ростсельмаш» стали основой для формирования его характера и профессиональных навыков. Эти этапы жизни не только закладывали фундамент для его будущей карьеры, способствовали развитию таких качеств, как настойчивость, ответственность и стремление к знаниям. Образование, полученное в школе-интернате, дало ему возможность развить свои способности и подготовиться к будущей профессии, что в дальнейшем сыграло ключевую роль в его становлении как летчика.

Становление карьеры летчика в Закавказской сельхозавиации и последующая работа в морской авиации стали важными вехами в его жизни. Даша Акаев проявил себя как талантливый и смелый пилот, который не боялся брать на себя ответственность за выполнение сложных задач. Его достижения в авиации, включая успешные полеты и выполнение сложных заданий, свидетельствуют о высоком уровне профессионализма и преданности своему делу.

31 января 1942 года он поступил в распоряжение Краснознаменного Балтийского флота. В феврале за четыре дня в ночное время он произвел 12 боевых вылетов, за что был награжден орденом «Красной Звезды». В сентябре 1943 года Акаеву присвоили внеочередное звание майора и назначили командиром 35-го штурмового авиаполка, летавшего на легендарных Ил-2.

Пилот, который первым увидел цель, уже имеет половину победы. И когда Акаев поднимал своих «соколов» в воздух, все знали – цель будет найдена и поражена. Он проявил себя мастером дневных и ночных полетов, точной стрельбы и бомбометания. Умел воспитывать в личном составе боевой дух. Так, при освобождении Ленинграда от фашистской блокады штурмовики майора Акаева проявили чудеса храбрости. (газета «Правда», 18 января 1944 г.). Сам командир авиаполка за блестящее выполнение боевых заданий был представлен к полководческому ордену «Александра Невского». (газета «Летчик Балтики», 12 февраля 1944 г.).

Возвращаясь с боевого задания, Акаев по радио узнал о выселении чеченцев. Он верил в кодекс чести и не понимал: за что?.. По ночам подчиненные слышали, как их отважный командир тяжело стонет, и впервые в жизни плачет...

Немецкий аэродром близ города Раквере в Эстонии был специально построен для уничтожения Ленинграда в случае прорыва блокады. И Даша Акаев знал, как ему поступать далее. Приказать личному составу он уже не мог, но авиагруппа командира не бросила. Скованные военным братством, они в равной мере разделяли ежедневную перспективу смерти и славы. И 26 февраля 1944 года майор Акаев в составе штурмовой группы вылетел на свое последнее задание.

Неприступный аэродром стратегического назначения был стерт с лица земли. В последний момент командир авиаполка направил свой горящий штурмовик в стан врага. Над Ленинградом перестали летать немецкие самолеты. Майор Даша Акаев, капитан Александр Трохачев, лейтенанты Константин Голиков, Михаил Онуфриенко, Александр Шутько, младшие лейтенанты Алексей Логвинов, Николай Никулин и Михаил Новоселов жили, сражались и погибли вместе в небе Балтики.

Представленный к званию Героя Советского Союза Акаев был вычеркнут из списка как представитель репрессированного народа. Он достиг величия посмертно.

Общественное признание Даши Акаева, хотя и не достигло уровня, соответствующего его достижениям, тем не менее, проявилось в увековечивании его имени в названиях улиц в Санкт-Петербурге и Чечне. Это свидетельствует о том, что его вклад в авиацию и общество был оценен, хотя и не в полной мере. Наследие, оставленное Акаевым, продолжает жить, вдохновляя новые поколения летчиков и людей, стремящихся к достижению своих целей.

Влияние национальности на карьеру Даши Акаева также является важным аспектом, который стоит рассмотреть. В условиях, когда общественное мнение и предвзятости могли оказывать значительное влияние на карьерный рост, его достижения становятся еще более значительными. Сравнительный анализ с другими летчиками показывает, что многие из них, обладая схожими навыками и опытом, могли получить большее признание, что подчеркивает важность социальных и культурных факторов в формировании карьеры.

Современное восприятие фигуры Даши Акаева также заслуживает внимания. В условиях глобализации и изменения общественных ценностей, его жизнь и достижения могут быть переосмыслены и оценены по-новому. Важно помнить, что каждый человек, независимо от его национальности или социального статуса, может внести значимый вклад в развитие своей профессии и общества в целом. Даша Акаев является ярким примером того, как личные качества и профессиональные достижения могут преодолеть преграды, стоящие на пути к успеху.

Таким образом, жизнь и достижения Даши Ибрагимовича Акаева представляют собой не только историю о летчике, но и более широкую картину, отражающую сложные взаимодействия между личностью, обществом и историческим контекстом. Его наследие продолжает жить, вдохновляя будущие поколения и напоминая о том, что истинные достижения не всегда требуют внешнего признания, а могут быть оценены временем и памятью людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акаев, Даша Ибрагимович [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/акаев,_даша_ибрагимович, свободный. – Дата доступа: 05.11.2024

2. В Шепелёво почтили память первого чеченского летчика... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lomonosovlo.ru/about/info/news/1838/>. – Дата доступа: 05.11.2024.

3. Современная антропология как история восприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-antropologiya-kak-istoriya-voispriyatiya>, свободный. – Дата доступа: 05.11.2024.

4. А. Р. Лурия. Об историческом развитии познавательных... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2010/01/11/1230623682/luria.pdf>, свободный. – Дата доступа: 05.11.2024.

УДК 629.73

А. Т. Дзигасов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

История мировой авиации начинается с древних экспериментов с полетами на аппаратах, легче воздуха, таких как воздушные шары и воздушные змеи. В Китае в VI в. н. э. был создан первый летающий фонарик, что стало первым шагом в развитии авиации, а в 559 году н. э. зафиксирован первый полет человека, привязанного к воздушному змею. Значительное развитие авиации произошло в конце XVIII века с появлением аэростатов. В 1783 году Жан-Франсуа Пилатр де Розье и маркиз д'Арланда совершили исторический полет на воздушном шаре, созданном братьями Монгольфье. Конец XIX и начало XX века ознаменовались появлением первых планеров и самолетов с двигателями внутреннего сгорания. Одним из первых планеров, способного нести человека, стал аппарат Отто Лилиентала, который впервые взлетел в 1891 году. В 1903 году братья Райт создали первый пилотируемый самолет, что положило начало новой эре управляемой авиации [1].

С тех пор авиация развивалась стремительными темпами, особенно в периоды мировых войн, когда появились новые типы самолетов, такие как истребители, бомбардировщики, транспортные и пассажирские самолеты.

Официально авиация в России начала развиваться с 09 февраля 1923 года, когда был создан Совет по гражданской авиации и образовано акционерное общество «Добролет», предшественник «Аэрофлота». К этому времени в стране уже имелся опыт пассажирских авиаперевозок: в 1913 году Игорь Сикорский разработал самолет с отдельным пассажирским салоном, который осуществлял рейсы между Санкт-Петербургом и Киевом до начала Первой мировой войны. В 1922 году была создана первая советско-германская авиакомпания «Дерулюфт», которая начала осуществлять рейсы из Москвы в Кенигсберг, сначала перевозя почту и дипломатов, в том числе знаменитую танцовщицу Айседору Дункан. С 1924 года авиакомпания начала принимать всех пассажиров, что положило начало гражданской авиации в России. Развитие авиации в стране происходило быстро, особенно в годы мировых войн, когда возникли новые типы самолетов [2].

Первоначально в СССР существовали такие авиакомпании, как «Дерулюфт», «Добролет», «Укрвоздухпуть» и «Закавиа». В 1930 году эти компании объединились в государственный Гражданский воздушный флот, который через два года стал известен как «Аэрофлот». На начальном этапе развития авиации в СССР основной парк самолетов состоял из импортных моделей, но к 1935 году отечественные самолеты полностью заменили иностранные, хотя зарубежные технологии продолжали использоваться. В конце 30-х годов началось производство по лицензии самолета ПС-84, аналогичного DC-3. Одним из важных достижений стало осуществление первого в мире беспосадочного перелета через Северный полюс на АНТ-25, который остался экспериментальным [3, 4].

В 1946 году, после войны, пассажиропоток удвоился, что привело к необходимости расширения авиапрома. Военные разработки легли в основу создания новых пассажирских самолетов, таких как Ил-12 и Ан-2, которые начали эксплуатироваться в конце 40-х годов. С середины 50-х годов советская авиация совершила прорыв, заменив устаревшие самолеты новым воздушным флотом. В 1956 году появился Ту-104, первый советский реактивный авиалайнер, который значительно ускорил перелеты. К декабрю 1957 года советские самолеты обогнали американские по внедрению реактивных технологий, и пассажиры начали получать бесплатные питание и напитки во время полетов, что стало нововведением в авиаиндустрии [5].

С середины 20 века советская гражданская авиация переживала бурное развитие. На линии начали эксплуатироваться дальнемагистральные самолеты Ил-18 и Ту-114. Ил-18, который использовался не только «Аэрофлотом», но и 17 иностранными авиакомпаниями, славился экономичностью, безопасностью и комфортом. Ту-114, ставший обладателем «Гран-при» на выставке в Брюсселе в 1968 году, открыл возможность прямых рейсов на дальние расстояния, например, между Москвой и Владивостоком. К 1960 году «Аэрофлот» обслуживал 22 страны, а к 1965 их количество возросло до 38, когда был открыт международный аэропорт Шереметьево. Появление ближнемагистрального Ту-124 с реактивными двигателями также способствовало сокращению времени полета на внутренних линиях. В период с 1960-х до начала 80-х годов «Аэрофлот» активно развивался, увеличивая количество международных маршрутов: в 1975 году он обслуживал 59 стран, а к 1980 году – 85 стран и 105 городов. В контексте современности это демонстрирует различия в уровне международных авиаперевозок.

В 1976 году «Аэрофлот» стал первой авиакомпанией, перевезшей более 100 миллионов пассажиров за год. В этот период парк самолетов, включая знаменитый Ту-154, обновился, а также был осуществлен первый полет сверхзвукового Ту-144, который вышел на гражданские линии в 1977 году, но быстро исчез из-за высокой стоимости и вопросов безопасности. Несмотря на распространенный миф о безопасности советской авиасистемы, статистика показывает, что пик авиакатастроф в СССР пришелся на 70-е годы, с жертвами в 1972, 1973 и 1976 годах. В постсоветский период таких трагических цифр не наблюдается, а пассажирооборот в 2022 году значительно превышает показатели 1976 года – 227,7 млрд. пассажиро-километров против 130,8 млрд. Это подчеркивает улучшение безопасности и рост объема перевозок в современных условиях, несмотря на сложности, связанные с санкциями [6].

«Застой» в авиаотрасли СССР начался в начале 80-х годов, когда западные страны объявили бойкот на Олимпиаду-80 из-за ввода советских войск в Афганистан. Это повлияло на «Аэрофлот», который вместо ожидаемого миллиона иностранных туристов перевез лишь несколько сотен тысяч. В 1983 году после сбития корейского «Боинга» над Сахалином, советским самолетам запретили летать в США, что вызвало присоединение других стран к санкциям. Несмотря на это, пассажиропоток и пассажирооборот продолжали расти до распада Советского Союза [7].

С новыми изобретениями в России возникли серьезные проблемы. Примером является Ту-155, который использовал сжиженный газ вместо стандартного авиатоплива, но его серийное производство не было запущено из-за высокой стоимости и небезопасности. С 1991 года, когда начался кризис, количество авиакомпаний в стране увеличилось с одного «Аэрофлота» до 393 к 1994 году, что ожидалось, должно было создать конкуренцию. Однако результатом этого «измельчения» стали финансовые трудности для большинства перевозчиков, особенно после резкого увеличения цен на авиакеросин в 1993 году. Рост цен на авиабилеты не помог, и спрос на перелеты значительно упал. Это негативно сказалось и на российском авиастроении. Например, стоимость нового Ту-204 составляла 20 млрд рублей, в то время как, только несколько авиакомпаний могли обеспечить годовую прибыль свыше миллиарда рублей. Лизинг отечественных самолетов в тот период не был распространен, что только усугубляло проблемы отрасли [8].

С начала 2000-х годов авиаперевозки в России начали расти, хотя на 2005 год внутренние перевозки составляли всего треть от уровня 1992 года. В международных рейсах наблюдался тройной рост, что способствовало повышенному спросу на зарубежные курорты.

Однако местные авиалинии испытывали трудности из-за нехватки финансирования для инфраструктуры. К 2005 году из 1450 аэропортов, унаследованных от СССР, осталось лишь 393, а к 2017 году – 228. Нынешняя система полетов требует от пассажиров из Сибири летать через Москву [9].

С 2002 года в Европе введен запрет на полеты «шумных» самолетов, что побудило авиакомпании быстрее избавиться от советских моделей, таких как «тушки» и «илы». Количество авиакомпаний уменьшилось почти вдвое по сравнению с 90-ми годами, а к 2019 году осталось всего 115 операторов, что осталось неизменным и сейчас. Эти изменения отразили общие проблемы в модернизации и развитии авиаперевозок в стране.

С начала 2000-х годов в России активно обсуждается необходимость создания отечественных самолетов и системы их лизинга для упрощения жизни авиаперевозчиков. В ответ на это в 2011 году начал поступать «Суперджет», всего с момента выпуска до 2022 года было поставлено чуть более 200 новых самолетов. Другие российские самолеты, такие как МС-21, пока не достигли серийного производства. По сравнению с советским периодом, темпы развития авиастроения кажутся медленными, однако эксперты указывают на необходимость создания отрасли с нуля [10].

В 2017 году российские авиакомпании превысили рекорд 1990 года по пассажирообороту, а в 2019 году этот показатель стал еще выше.

После пандемии COVID-19 и введения санкций в 2022 году российская авиация ощутила серьезные негативные последствия: поставки авиатехники и комплектующих были резко ограничены. Восстановление пассажиропотока и рост внутренних перелетов усилили потребность в обновлении гражданского авиационного парка в ближайшем будущем.

В 2022 году правительство РФ анонсировало амбициозную программу развития авиаотрасли, по которой планировалось произвести почти тысячу гражданских самолетов до 2030 года, с началом поставок уже в 2023 году. В числе ожидаемых моделей значились МС-21, Ту-214, Ил-96, SSJ-NEW, Ил-114-300, ТВРС-44 «Ладога», а также самолеты местных авиалиний. Весной 2023 года программа была пересмотрена, и сроки ввода в эксплуатацию большинства самолетов были перенесены. В соответствии с обновленной версией документа, серийные поставки МС-21 сдвинуты с 2024 на 2025 год, SSJ-NEW – с 2023 на 2026 год, Ту-214 – с 2023 на 2025 год, Ил-114-300 – с 2024 на 2026 год, а «Байкал» – с 2024 на 2025 год. Кроме того, общее количество планируемых поставок гражданских самолетов до 2030 года уменьшилось с 1081 до 994 единиц [11].

Правительство сохраняет прогноз по доле российских самолетов в парке авиакомпаний РФ и ожидает, что к 2030 г. их доля достигнет 81,8%. В планах произвести собственными силами более тысячи бортов до 2030 года. В первую очередь это два полностью импортозамещенных самолета с российскими моторами:

- Sukhoi Superjet – New (ближнемагистральный, 87-108 пассажиров);
- МС-21 (среднемагистральный, 130-211 пассажиров).

Предполагается наладить и серийное производство Ту-214 (модификация Ту-204 из девяностых) – вместо штучного.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статистические данные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki-stat-dannie> – Дата доступа: 14.11.2024.
2. Перечень аэропортов федерального значения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-ajerorty-i-ajerodromy-perechen-aerortov> – Дата доступа: 14.11.2024.
3. Международные аэропорты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-ajerorty-i-ajerodromy-mezhdunarodnye-ajerorty> – Дата доступа: 14.11.2024.
4. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/dejatelnost-mezhdunarodnaja-dejatelnost-ikao> – Дата доступа: 14.11.2024.

5. Коммерческие воздушные перевозки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-aviakompanii-reestr-kommercheskie-perevozki> – Дата доступа: 14.11.2024.

6. AVIA.RU Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aviaru.net> – Дата доступа: 14.11.2024.

7. Сеть обеспечения авиационной безопасности – Aviation Safety Network (ASN) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asn.flightsafety.org> – Дата доступа: 14.11.2024.

8. Сто лет в небе: Как наша авиация обгоняла Америку и пробила железный занавес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kp.ru/daily/27462/4717838> – Дата доступа: 14.11.2024.

9. Самолеты расправляют крылья. Как российское авиастроение продвигается к серийному производству [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://expert.ru/promishlennost/samolety-raspravlyayut-krylya> – Дата доступа: 14.11.2024.

10. История авиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/История_авиации – Дата доступа: 14.11.2024.

11. Техника. История развития транспорта. Воздушный транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studentopedia.ru/tehnika/vozdushnij-transport---istoriya-razvitiya-transporta.html> – Дата доступа: 14.11.2024.

УДК 331.108+629.7

М. О. Иванова

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО ФЛОТА В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

С началом боевых действий на фронтах подразделения гражданского воздушного флота (далее – ГВФ) все чаще привлекались к решению задач по оказанию помощи советским войскам, отражавшим натиск врага [2, с. 152]. В боевую работу включались фактически все авиагруппы ГВФ, что закономерно повлекло тяжелые потери среди авиаторов. Так, например, белорусские эскадрильи только в июле 1941 года потеряли 37 самолетов и 15 человек летного состава [2, с. 154]. В целом, потери ГВФ на фронте составили за первые шесть месяцев войны более 200 человек убитых, из них 78 пилотов, 185 человек пропало без вести, из них 77 пилотов. В воздухе и на аэродромах врагом было уничтожено 25 процентов самолетного парка ГВФ, тем самым самолетный парк особых авиагрупп уменьшился почти на одну треть. Хотя эти потери были значительно ниже, чем у ВВС, но ущерб для отрасли был ощутим. В среднем за месяц ГВФ терял по 92 самолета [2, с. 173].

Кадровая политика ГУ ГВФ в военные годы реализовывалась в условиях дефицита человеческих ресурсов. В отрасли ощущалась острая нехватка рабочей силы, в особенности – квалифицированных инженерных специалистов и летно-подъемного состава, что, впрочем, не было особенностью только авиационной отрасли. Подобная ситуация складывалась в большинстве отраслей народного хозяйства. Однако следует отметить, что нехватка персонала была характерна не только для организаций и предприятий, она наблюдалась и в Главном управлении гражданского воздушного флота.

Анализ штатного расписания Главного управления гражданского воздушного флота (от 14 июля 1942 года №-01/200) позволяет сделать выводы о недостаточном укомплектовании кадрами многих подразделений [3]. Присутствуют вакантные должности как руководящего, так и инженерно-технического состава. В отдельных подразделениях вакантными являлись более 50 % должностей. Так, например, в планово-экономическом отделе в обособленном отделении планирования и эксплуатации из 4 должностей была закрыта лишь одна –

должность руководителя, а три должности (старшего экономиста, старшего инженер-экономиста, экономиста) были вакантны. При этом в параллельном, финансовом, отделе из 4 должностей 3 были заняты, а вакантна одна должность старшего бухгалтера. Тем не менее вакантные должности в большей или меньшей степени имелись во всех структурных подразделениях Главного управления ГВФ.

Нехватка кадров компенсировалась более интенсивным трудом и ответственным отношением к своим обязанностям, работникам (как руководящему составу, так и специалистам) была понятна сложившаяся обстановка с кадровым обеспечением, когда страна работала на Победу и все ресурсы, в том числе и людские направлялись на фронт. Подготовка смены на должности, требующие высокой квалификации, в сжатые сроки было не осуществить, так как получение образования занимало длительное время и было затруднено в условиях военного времени. В связи с этим требовалась особая работа по подбору и привлечению персонала. На должности в гражданские структуры можно было найти персонал, не подлежащий мобилизации на фронт (среди мужчин, имеющих серьезные ограничения по здоровью, по возрасту, а также среди женщин). Однако квалификационно многие из подобранных кандидатов требовали дополнительной подготовки и наработки навыков, что, зачастую, осуществлялось в рабочем порядке, на местах. В связи с чем особое внимание уделялось «обучаемости» персонала, ведь было важно, чтобы сотрудники быстро освоили новые для них функциональные обязанности, прошли адаптационный период и включились в работу.

Чуть лучше ситуация складывалась в управлении учебными заведениями и боевой подготовки ГУ ГВФ, однако и там, в различных отделах присутствуют вакантные должности: заведующий делопроизводством, начальник отдела переподготовки, начальник отдела подготовки летно-технического состава, а также младший помощник начальника данного отдела, в отделе учета и прохождения службы была вакантна должность старшего помощника начальника отдела [4].

В целом кадровая политика ГУ ГВФ была направлена на подготовку и привлечение не только квалифицированных и обучаемых специалистов, но и на воспитание личного состава и его подготовку к боевым действиям. С этой задачей справлялись политорганы, партийные и комсомольские организации ГВФ.

Политическое управление ГВФ, политотделы фронтовых частей и территориальных управлений ГВФ выполняли важную функцию – обеспечивали примерность коммунистов, организовали обмен опытом боевой работы, регулярный выпуск листовок, бюллетеней, брошюр, стенных газет, в которых широко освещались героические подвиги летчиков, инженеров, техников. В этот период укреплялись связи с местными органами власти, которые всячески способствовали данной работе и поддерживали сотрудников политуправлений и политотделов.

Важное значение в политической и пропагандистской работе имел личный пример наиболее авторитетных и уважаемых людей. Так, начальник Политического управления ГВФ И. С. Семенов неоднократно выезжал во фронтовые авиагруппы, по его личному примеру работники Политуправления также придерживались практики частых выездов во фронтовые авиагруппы, где личным примером и профессионализмом воодушевляли летчиков, штурманов, всех авиаспециалистов на решительные действия в боевой обстановке. В результате данной деятельности о фронтовой работе летного состава ГВФ чаще стало сообщаться в армейской и центральной печати. В «Иллюстрированной газете», выпускаемой Главным политическим управлением Красной Армии, нередко отводилась целая страница под названием «Доблестные пилоты гражданской авиации», отражавшая участие ГВФ в боевых действиях [2, с. 156].

Следует отметить, что особенностью военного времени была мобилизация всех людских ресурсов для решения боевых задач. В связи с чем закрытие имеющихся вакансий зачастую носило временный характер. В процессе дальнейшего использования мобилизационных резервов гражданского воздушного флота большое количество летного и инженерно-технического состава было передано Военно-Воздушным Силам и особенно Дальнебомбардировочной авиации (с марта 1942 года – Авиация дальнего действия – АДД). Возглавил ее А. Е. Голованов, являющийся

выходцем из Аэрофлота. Задача по развитию ДБА считалась одной из основных для ГВФ. Встал вопрос о подготовке квалифицированных кадров, и А. Е. Голованов, хорошо знавший уровень подготовки летно-подъемного состава Аэрофлота, принял единственно правильное решение о привлечении кадров ГВФ. В своих воспоминаниях о начальном периоде формирования ДБА, к которому он приступил по указанию И. В. Сталина, А. Е. Голованов писал: «...Обсудив все возможные и невозможные варианты, я пришел к выводу, что формировать ее следует из наиболее опытных летчиков, то есть уже владеющих методом «слепого» полета по приборам. Я исходил из того, что если взять военных летчиков, не владеющих этим методом, то подготовить их за полгода к полетам в сложных условиях с использованием средств радионавигации вряд ли возможно. Если к тому же учесть, что через шесть месяцев они должны занять командные должности в будущей дивизии и сами обучать новое пополнение премудростям «слепого» полета и радионавигации, то это уже совсем исключено» [1, с. 161]. Прибывая в части ДБА, аэрофлотовцы за короткий срок овладевали техникой и вооружением и включались в их боевую деятельность [2, с. 157–158].

В тяжелейший период начала войны, когда надо было организовывать работу и на фронте, и в тылу, командование ГВФ принимало решительные меры по срочной подготовке кадров для пополнения своих фронтовых подразделений, а также частей ВВС и ДБА.

Кадровые нужды не ограничивались только подготовкой пилотов. Большое значение уделялось подготовке высших и средних технических кадров ГВФ. К 1 января 1941 года в ведении ГУ ГВФ имелись следующие высшие и средние технические учебные заведения:

- 1) Ленинградский Институт Инженеров ГВФ (ЛИИ ГВФ);
- 2) Киевский Авиационный Институт ГВФ (КАИ ГВФ);
- 3) Заочный Институт Инженеров ГВФ (ЗИИ ГВФ);
- 4) Харьковское Техническое училище ГВФ (ХТУ ГВФ).

В марте 1941 года ЛИИ ГВФ и ХТУ ГВФ были переданы ГУ ВВС КА вместе с постоянным и переменным личным составом. КАИ ГВФ и июле был эвакуирован в г. Актюбинск и законсервирован. Однако на базе его эвакуированного оборудования в Актюбинске была организована учебно-техническая эскадрилья, поскольку после передачи ХТУ ГВФ в ВВС подготовка техников в Аэрофлоте прекратилась и требовалось восполнить их нехватку. В ЗИИ ГВФ в связи со значительным сокращением числа студентов (многие обучающиеся по заочной форме были призваны в ряды Красной армии) занятия были прекращены.

В целом, за период войны все учебные заведения ГВФ подготовили 39292 авиаспециалиста. Из них: 21838 пилотов По-2 и 2913 пилотов Ли-2. Кроме этого переподготовлено на различных типах самолетов 5672 пилота. Прошли подготовку и переподготовку 9089 человек технического состава. Аэрофлот обеспечил полностью собственные потребности в летно-технических кадрах и передал в ВВС и АДД 20907 пилотов и 2197 авиатехников. Огромная заслуга в достижении таких результатов принадлежит постоянному составу учебных заведений и подразделений ГВФ [2, с. 254].

За самоотверженный труд по подготовке кадров для нужд фронта большая группа сотрудников учебно-летных подразделений награждена орденами. Среди них Н. П. Шебанов, Д. С. Белых, П. М. Непомнящий, Т. Б. Асатурян, Н. А. Кудряшов, А. П. Бобков, Н. Е. Калугин, С. А. Голубев, А. И. Колеватев, С. Ф. Филиппов, А. Е. Ковалев, Н. П. Быков и другие [2, с. 255].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голованов А. Е. Дальняя бомбардировочная. «Октябрь», 1969, № 7, с. 161.
2. История отечественной гражданской авиации, с. 152
3. РГАЭ, ф.9527, оп.1, д.1761 Л.23-34 Штатное расписание ГУГВФ на 14.07.1942.
4. РГАЭ, ф.9527, оп.1, д.1761 Л.23-34 Штатное расписание управления учебными заведениями и боевой подготовки ГУ ГВФ на 14.07.1942.

УДК 338.47

Н. А. Иванова, Т. Т. Давыдова, А. Б. Риммер

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)***СПЕЦИФИКА ПРОДВИЖЕНИЯ АВИАКОМПАНИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

Современный рынок авиаперевозок представляет собой динамичную и многогранную область, в которой компании сталкиваются с множеством вызовов и возможностей. В условиях глобализации, стремительного развития технологий и изменения потребительских предпочтений, авиакомпании вынуждены адаптироваться к новым реалиям, чтобы оставаться конкурентоспособными. В 2024 году внешняя среда авиаперевозок требует от компаний внедрения инновационных подходов к маркетингу и продвижению, что делает данную тему особенно актуальной.

Продвижение авиакомпаний зависит от множества факторов, включая технологии, экономические условия и экологические факторы. В последние годы акцент смещается на инновации и устойчивое развитие, что не только меняет подход к авиаперевозкам, но и к их продвижению.

Одним из ключевых направлений является развитие отечественной авиационной отрасли. В условиях увеличивающегося давления со стороны внешних экономических факторов, Россия поставила перед собой задачу полного обновления воздушного флота до 2030 года, в частности, планируется, что не менее 80% парка будут составлять отечественные самолеты [1]. Это в свою очередь должно открыть новые возможности для авиакомпаний, позволяя им продвигаться на рынке с акцентом на локальное производство, безопасность и доступность.

Технологии играют важнейшую роль в будущих стратегиях продвижения. Возрастающая популярность беспилотных летательных аппаратов и автономных систем ведет к необходимости пересмотра маркетинговых подходов. Рынок начинает предлагать более гибкие и персонализированные продукты, с акцентом на удобство клиента. К примеру, создание мобильных приложений с интеграцией различных сервисов (от покупки билетов до организации трансфера) предоставляет авиакомпаниям возможность взаимодействовать с клиентами на новых уровнях [2]. Внедрение в аэропортах систем с искусственным интеллектом, в частности в зонах досмотра, позволяют сократить время идентификации пассажиров и увеличить пассажиропоток. Интуитивно понятные интерфейсы и функциональные возможности будут иметь решающее значение в привлечении и удержании пассажиров.

Среди ключевых трендов можно выделить растущий интерес к внутренним рейсам. Пассажиры все чаще выбирают путешествия внутри страны, что обусловлено как стоимостью билетов, так и минимизацией рисков, связанных с международными поездками. Авиакомпании реагируют на этот тренд, расширяя свои маршруты и предлагая специальные предложения, чтобы привлечь потребителей [3].

Также наблюдается растущий интерес к дополнительным услугам, таким как выкуп мест для сна на борту. Крупные авиаперевозчики, такие как «Аэрофлот», внедряют инновационные решения в этой области, позволяя пассажирам выбирать больше удобств, что немаловажно для комфорта в длительных перелетах [4]. Такие услуги не только повышают уровень удовлетворенности пассажиров, но и увеличивают доход авиакомпании за счет дополнительных сборов.

Грузовые перевозки также остаются в фокусе внимания авиаперевозчиков. Несмотря на общие вызовы, связанные с экономической ситуацией, объемы грузовых авиаперевозок демонстрируют положительные показатели роста. Ежегодно наблюдается увеличение объемов грузовых перевозок более чем на 20%, что является важным сигналом для авиакомпаний, позволяя им адаптировать свои стратегии и находить новые возможности для заработка [5].

Также важным аспектом будет развитие устойчивых практик. С учетом изменения климата и негативного воздействия авиации на окружающую среду, компании вынуждены пересматривать свои подходы в сторону экологии. Применение биотоплива, современные технологии, позволяющие сократить выброс CO₂, становятся важными направлениями. Авиакомпании могут продвигать свои усилия по снижению углеродного следа как часть общей маркетинговой стратегии, тем самым привлекая все более сознательных потребителей [6].

Фокус на клиентском опыте также будет играть ключевую роль. Технологическая интеграция, включая виртуальную реальность для выбора мест, улучшение сервиса на борту и персонализированные предложения услуг, позволит авиакомпаниям выделиться на фоне конкурентов. Игнорирование пожеланий клиентов и отсутствие диалога могут негативно сказаться на репутации и уровне обслуживания. Привлечение внимания к нововведениям через социальные медиа и другие каналы связи позволит создать лояльную клиентскую базу.

Однако не стоит забывать о вызовах, с которыми индустрия сталкивается из-за глобальных экономических кризисов и геополитических конфликтов. Эти факторы непосредственно влияют на спрос и ценовую политику. Программа развития авиационной отрасли подчеркивает важность подготовки кадров и инновации в управлении, что создаст гибкую систему реагирования на рыночные изменения [7]. В этом контексте авиакомпании начинают рассматривать своих сотрудников как важный элемент в стратегии продвижения.

Агрессивные стратегии выходят на передний план, особенно в условиях растущей конкуренции. Применение алгоритмов и искусственного интеллекта для анализа больших данных помогает прогнозировать потребности клиентов и разрабатывать специальные предложения. Эти методы позволяют авиакомпаниям адаптировать свои маркетинговые стратегии, основываясь на реальных данных и поведении клиентов, что может привести к повышению удовлетворенности и лояльности [8].

Наконец, важную роль в будущем продвижения авиакомпаний займет сотрудничество с экологическими и социальными инициативами. Взгляд на отрасль через призму социальной ответственности может значительно повлиять на выбор потребителей, так как они все больше начинают обращать внимание на «зеленые» инициативы и компании с сильной социальной позицией. Участие в таких инициативах не только улучшит имидж, но и привлечет новую аудиторию, заинтересованную в поддержке устойчивого развития.

Таким образом, авиакомпании, стремящиеся к успешному продвижению в будущем, должны учитывать эти факторы и применять их в своих стратегиях, создавая уникальный продукт, соответствующий запросам современного общества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Российский авиапром: перспективы и новые тренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realnoevremya.ru/articles/205325-rossiyskiy-aviaprom-perspektivy-i-novye-trendy>. – Дата доступа 14.11.2024.
2. Что будет с российской авиацией к 2030 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/635808a49a7947d955f33c28>. – Дата доступа 14.11.2024.
3. 10 трендов в авиации в 2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dzen.ru/a/y8_tcf7iy1brg6rv, свободный. – Дата доступа 14.11.2024.
4. Aviacenter – aviacenter [Электронный ресурс] // aviacenter.events – Режим доступа: https://aviacenter.events/airline_marketing_and_commerce_2023/. – Дата доступа 14.11.2024.
5. Тенденции авиакомпаний, на которые стоит обратить внимание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.turcentr.by/news/tendencii-aviakompaniy-na-kotorye-stoit-obratit-vnimanie-v-2023-godu>, свободный. – Дата доступа 14.11.2024.
6. Программа развития авиаотрасли до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/849118>, свободный. – Дата доступа 14.11.2024.
7. Вероятное будущее гражданской авиации к 2050 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/airbnb/articles/363097/>. – Дата доступа 14.11.2024.

8. От мала до велика. Как будет развиваться отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/19680619>, свободный. – Дата доступа 14.11.2024.

УДК 03.23.55

В. Н. Иванченко

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ ПИЛОТАМИ ГВФ КРАСНОЙ АРМИИ В ПРЕДВОЕННЫЙ ПЕРИОД

Международная обстановка в 30-е годы характеризовалась обострением противоречий между капиталистическими странами, установлением фашистских режимов в Германии и Италии. С момента своего создания Аэрофлот рассматривался как резерв военной авиации.

В предвоенные периоды капиталистические государства не раз устраивали военные провокации против нашей страны. Так, при разгроме частями Рабоче-Крестьянской Красной Армии японских милитаристов у озера Хасан в конце июля – начале августа 1938 года пилоты ГВФ по заданию правительства быстро доставляли в район боевых действий медицинский персонал из Москвы, Казани, Свердловска, Омска, Новосибирска и других городов для оказания помощи раненым. Весной 1939 года японская армия оккупировала Маньчжурию и вторглась в район пограничной реки Халхин-Гол. Самолеты Управления международных воздушных линий ГВФ выполнили полеты из Москвы в Монголию для доставки к месту сражений боевых летчиков и военных специалистов. Самолеты ГВФ неоднократно доставляли из Читы в район боевых действий личный состав, боеприпасы, продукты, медикаменты, запчасти для самолетов, обратными рейсами перевозили раненых. Нередко полеты проходили в сложных метеоусловиях. Потерь среди личного состава летчиков ГВФ не было.

Следует отметить, что во второй половине 30-х годов в ГВФ стали поступать на эксплуатацию скоростные пассажирские самолеты, оснащенные навигационной аппаратурой. Поэтому пилоты Аэрофлота осваивали полеты в сложных условиях по приборам. Это требовало большого мастерства и умения, что очень пригодилось в дальнейшем [1].

В 1939 году Аэрофлот участвовал в освободительном походе Красной Армии в Западной Украине и Западной Белоруссии. Самолеты ГВФ перевозили листовки, газеты и раненых.

В более крупных масштабах пилоты ГВФ были привлечены к боевым действиям в Советско-финской войне 1939-1940 гг. Финляндия развернула на Карельском перешейке вблизи Ленинграда строительство укреплений, аэродромов, дорог и военно-морских баз, а в августе 1939 года провела крупнейшие военные маневры у советской границы.

Граница между СССР и Финляндией проходила в 36 км от Ленинграда. Советское правительство предложило финскому руководству заключить оборонительный союз и отодвинуть границы на Карельском перешейке до Выборга в обмен на значительно большую территорию в Карелии. Но это предложение СССР Финляндией было отклонено. Тогда войскам Ленинградского военного округа была поставлена задача во взаимодействии с ВВС Красной Армии и Краснознаменным Балтийским Флотом овладеть укреплениями финнов на Карельском перешейке и выйти к Выборгу. 30 ноября 1939 года началась Советско-финская война. К боевым действиям был привлечен и личный состав гражданской авиации.

11 декабря 1939 года начальник Главного Управления ГВФ Герой Советского Союза комдив В. С. Молоков обратился к Народному Комиссару Обороны Союза ССР Маршалу Советского Союза К. Е. Ворошилову с предложением совершить рейды пилотам ГВФ на самолетах Дуглас DC-3 на территорию Финляндии в особо плохих метеоусловиях для разбрасывания листовок над городами Хельсинки, Виипури и другими. Кроме сбрасывания

листовок, эти самолеты в трудных метеорологических условиях могут быть применены как бомбардировщики [1]. Разрешение было получено.

Часто полеты совершались ночью с использованием средств радионавигации, и не было случая, чтобы экипаж не вышел в заданный район в расчетное время. 12 декабря 1939 года вышел приказ № 101 по Главному Управлению Гражданского воздушного флота за подписью начальника Главного Управления ГВФ В. С. Молокова и начальника Политуправления ГВФ И. С. Семенова. В нем говорилось, что в целях обеспечения в районе действующих частей РККА работ по доставке раненых с линии фронта, переброске медикаментов, крови для переливания, боеприпасов, горючего в северные районы, комсостава и медперсонала к линии фронта, газет, связи между воинскими соединениями, а также других заданий «создать в Северном Управлении ГВФ дополнительно три авиационных отряда: отряд № 1 в г. Петрозаводске, отряд № 2 в Ухте, отряд № 3 в г. Мурманске» [2]. Все пассажирские рейсы в Северном управлении в этот период были отменены.

Большое внимание уделялось доставке бойцам в районах боевых действий корреспонденции и центральных газет. В связи с этим был издан Приказ по Главному Управлению Гражданского Воздушного Флота № 12с от 15.02.1940 г. «Об организации специального отряда скоростных самолетов по доставке центральных газет и почты в район боевых действий частей РККА Ленинградского Военного Округа». На обратном пути пилоты должны доставлять письма бойцов, служебную корреспонденцию из районов боевых действий частей РККА. Работу специальных скоростных самолетов организовать по минимуму погоды [3].

На имя начальника Главного Управления ГВФ В. С. Молокова направлялись справки от авиаотрядов ГВФ, работавших в районе боевых действий, о выполненной работе.

Работа пилотов гражданской авиации получила высокую оценку со стороны военного командования.

Политическим управлением Ленинградского военного округа была представлена характеристика о работе Северного Управления ГВФ по обслуживанию действующей Красной Армии за период военных действий. В ней говорилось, что Военным Советом была возложена задача на Северное управление ГВФ по доставке печати и другой корреспонденции самолетами для частей действующей Красной Армии. Несмотря на условия суровой зимы, плохие метеорологические условия, были разработаны схемы полетов, подобраны посадочные площадки. Фронт был обеспечен своевременной доставкой печати. 12 марта газеты с Правительственным сообщением о заключении мирного договора вышли из издательства поздно и были доставлены на аэродром за полтора часа до наступления темноты, но благодаря оперативности Командования и высокого чувства долга перед Родиной всего личного состава, газеты были доставлены в действующую Красную Армию в тот же день. За время боевых действий личный состав ГВФ перевез в части действующей Красной Армии: печати 15 500 000 экз., писем 12 500 000 шт., посылок 80 000 шт. Необходимо этот богатый опыт тщательно изучить и проработать вопрос об использовании ГВФ в будущем [4].

Начальником Главного управления ГВФ Молоковым В. С. в адрес Центрального комитета ВКП(б), Совета Народных Комиссаров СССР, Наркомат обороны при Совете Народных Комиссаров СССР в апреле 1940 года был направлен рапорт о работе авиационных групп по обслуживанию действующих частей Красной Армии на Карельском перешейке.

Во всех группах работало 149 самолетов. За период боевых действий с 10 декабря 1939 года по 20 марта 1940 года гражданские авиаторы перевезли: раненых – 21 166 человек, командно-политического состава и бойцов – 11 645 человек, медицинского персонала – 1034 человека. За этот период перевезено грузов: боеприпасов, медикаментов, продуктов питания, обмундирования, снаряжения, амуниции, газет, почты и других специальных грузов 2 664 тонны. Из 100 календарных дней работы не летали только два дня. За время работы на фронте из числа личного состава ГВФ раненых и убитых не было. Пропало без вести 3 человека. Эта работа показала, что Гражданский Воздушный Флот является действительным помощником Рабоче-Крестьянской Армии [5].

Вскоре после Финской кампании гражданских летчиков привлекли к работе по передислокации частей Красной Армии на Западной границе на территории Литвы, Латвии, Эстонии, а также при освобождении Бессарабии и Северной Буковины. В рапорте об итогах работы говорилось, что отряды ГВФ были сформированы в течение 24 часов. С 14 июня по 3 июля 1940 г. перевезено: командно-политического состава и бойцов 3077 человек; грузов (почты, газет, литературы, оружия, боеприпасов и других спецгрузов) – 480,9 тонн. Работа отрядов протекала бесперебойно. Отряды налетали безаварийно 3904 часа, покрыв расстояние около 600 000 км. Весь личный состав отрядов выполнял задания командования Красной Армии вне зависимости от метеорологических условий, в любое время дня и ночи [6].

Таким образом, специально созданные подразделения ГВФ приняли участие во всех вооруженных конфликтах 1936–1940 гг., проявив мужество и героизм, профессионализм и умение работать в сложных боевых условиях. Руководство ГУГВФ получило опыт формирования в кратчайшие сроки военно-транспортных и санитарных авиационных подразделений для обслуживания действующей армии, который пригодился в годы Великой Отечественной войны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Российский государственный архив экономики (РГАЭ). Ф.9527. Оп.5. Д.58. Документы о действиях авиаотрядов ГВФ по обеспечению войск Красной Армии в 1939-1940 гг. Исх. от 11.12.1939. ГУГВФ – НКО. «О рейдах в Финляндию по разбрасыванию листовок». Л.23.
2. Там же. Приказ ГУГВФ № 101сс от 12.12.1939 г. «О создании авиаотрядов для обеспечения действующих частей Красной Армии в Северном УГВФ.» Л.1-3.
3. Там же. Приказ ГУГВФ № 12 сс от 15.02.1940 г. «Об организации специального отряда скоростных самолетов по доставке центральных газет и почты в район боевых действий частей РКК Лен ВО». Л.6-7.
4. РГАЭ. Ф.9527. Оп.5. Дополнительная (секретариат, управления, отделы, инспекции, центральная бухгалтерия). Д. 70. Отзыв командующего ВВС 8 армии о работе 1 авиаотряда ГВФ от 4.03.1940 г. Л.64.
5. РГАЭ. Ф.9527. Оп.1. Переписка с ЦК ВКП(б) и др. 1940 г. Д.1585. Рапорт Молокова В.С. Сталину о Финской войне Л.11.
6. Там же. Исх. № 02698 от 6.07.1940 г. Рапорт о работе ГВФ на территории Прибалтики и Бессарабии. Л.25.

УДК 130.2

О. Н. Левшина, Т. Т. Давыдова

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ОБРАЗ АВИАЦИИ В НРАВСТВЕННОЙ И ДУХОВНОЙ КУЛЬТУРЕ

Авиация, как одно из величайших достижений человеческой цивилизации, представляет собой не только технический прогресс, но и важный культурный феномен, который оказывает значительное влияние на нравственные и духовные аспекты жизни общества. С момента первых полетов, когда человек, преодолевая гравитацию, стремился к небесам, авиация стала символом человеческой мечты о свободе, исследовании и самовыражении. Однако, помимо своих практических функций, авиация также затрагивает более глубокие вопросы, связанные с моральными ценностями, этическими нормами и духовными исканиями. В данной работе

мы постараемся рассмотреть авиацию как культурное явление, которое формирует и отражает нравственные и духовные ориентиры современного общества.

Авиация на протяжении своей истории выступала не только как технологическое достижение, но и как культурное явление, затрагивающее различные аспекты общественной жизни и индивидуального самосознания. Ее образ формируется под воздействием истории, мифологии и современных реалий. С древних времен человеческие мечты о полетах находили отражение в мифах, где крылатые существа и божественные персонажи олицетворяли стремление к свободе и новым горизонтам. С появления первых летательных аппаратов в начале XX века эта мечта обрела материальную форму и стала доступной широкой публике, что открыло новые горизонты для культурного самовыражения и социального взаимодействия [1].

В 1910 году авиация начала активно интегрироваться в повседневную жизнь, преображая различные сферы, от бизнеса до искусства. Общественная реакция на возникновение авиации была неоднородной: от восторга до скептицизма, что порождало разнообразные культурные и философские размышления о полетах и их значении. Полеты становились не просто способом передвижения, но и настоящим зрелищем для множества людей, вызывая азарт и восхищение, порой сопоставимое с цирковыми представлениями [2]. Это впечатление находило отражение в литературе, живописи и кино, где авиация часто символизировала надежду, свободу и прогресс.

Современное состояние авиации требует от специалистов не только технических навыков, но и высокоразвитыми нравственными и культурными ценностями. На фоне растущих требований к безопасности полетов и ответственности летчиков, формирование нравственной культуры становится ключевым аспектом подготовки будущих авиаторов. Воспитание высоких моральных принципов у курсантов авиационных вузов способствует их профессиональной компетентности и ответственному подходу к выполняемым обязанностям [3].

Программирование на этические нормы при обучении будущих пилотов важно как с точки зрения личной безопасности, так и для защиты жизни пассажиров. Чтобы создать безопасную и ответственную среду в авиационном секторе, необходимо организовать процесс формирования новой популяции авиаторов, ориентированных не только на технические навыки, но и на достоинства характера, коллегиальный дух и доверие между членами экипажа [4].

Психологический аспект взаимодействия между летчиками также играет значительную роль. Уровень доверия среди членов экипажа напрямую влияет на эффективность их работы и безопасность полетов. В условиях стресса и критических ситуаций именно моральные и психологические качества определяют успешность выполнения задач [5]. Формирование качеств, таких как ответственность, готовность поддерживать друг друга и уважение, позволяет авиаторам успешно справляться с кризисами. Это, в свою очередь, создает фундамент для крепкой духовной культуры, которая становится основой устойчивости авиационной отрасли.

Культура безопасности в авиации требует вовлечения всех заинтересованных сторон. Создание системы, обеспечивающей культуру безопасности, требует объединения усилий как государственных органов, так и частных компаний. Это внимание не только к техническим аспектам, но и к социальным факторам, в том числе к культурным и нравственным, что в конечном итоге способствует формированию безопасной рабочей среды [6].

Развитие нравственной культуры относится также к постоянному обновлению учебных планов и программ подготовки, что обеспечит будущих пилотов актуальными знаниями и умениями. Примером этого может служить внедрение курсов, охватывающих темы этики и ответственности, как неотъемлемых элементов образовательного процесса. Целью данных программ должно быть не просто информирование, а формирование прочных нравственных ценностей, которые отразятся на профессиональной практике курсантов [7].

Критическая необходимость в высших нравственных стандартах становится особенно актуальной в условиях современного мира, где риски и требования растут. Каждый пилот, самолет или система управления поставлены перед вызовом представить нечто большее, чем просто средства для передвижения. Они должны стать символами доверия и безопасности, что невозможно без высокого уровня самосознания и ответственности [7]. В этой связи,

получается, что будущая авиация не только сохранит свою техническую составляющую, но и станет настоящим примером взаимодействия нравственной и духовной культуры.

Этические аспекты полетов также играют значительную роль в формировании нравственных ценностей. Мы проанализировали, как авиация затрагивает вопросы безопасности, ответственности за жизнь других людей и экологической устойчивости. Эти аспекты подчеркивают важность морального выбора в условиях, когда технологии развиваются стремительными темпами, и человек должен осознавать последствия своих действий. В этом смысле авиация становится символом не только технического прогресса, но и необходимости этического осмысления новых возможностей, которые она открывает.

Духовные аспекты авиационного опыта также заслуживают особого внимания. Полеты могут вызывать у человека чувство единства с миром, способствовать осознанию своей принадлежности к чему-то большему, чем он сам. Это может быть связано с религиозными и философскими размышлениями о жизни, смерти и предназначении человека. В условиях современного общества, где духовные ценности часто оказываются на втором плане, авиация может стать тем мостом, который соединяет материальный и духовный миры, помогая людям восстановить интерес к вопросам, касающимся их внутреннего мира.

Авиация, как культурное явление, представляет собой не только технический прогресс, но и глубокий философский и этический контекст, который затрагивает важнейшие аспекты человеческого существования. Авиация влияет на самосознание человека, формируя новые представления о жизни, свободе и ответственности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История авиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/история_авиации, свободный. – Дата доступа: 20.10.2024.
2. Рувики: Интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.ruwiki.ru/wiki/история_авиации, свободный. – Дата доступа: 20.10.2024.
3. К вопросу о нравственном и патриотическом воспитании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-nravstvennom-i-patrioticheskom-vospitanii-kursantov-aviacionnyh-vuzov>, свободный. – Дата доступа: 20.10.2024.
4. Стратегические направления решения проблемы человеческого... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psy.su/feed/10654/>, свободный. – Дата доступа: 20.10.2024.
5. Полет возвышает и нравственно, и духовно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aviatorguru.mirtesen.ru/blog/43356381182/polet-vozvyishayet-i-nravstvenno,-i-duhovno>. – Дата доступа: 20.10.2024.
6. Развитие сильной культуры безопасности в авиации требует... [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://repo.ssau.ru/bitstream/korolevskie-chteniya/rol-kultury-aviacionnoi-bezopasnosti-v-deyatelnosti-grazhdanskoi-aviacii-106849/1/978-5-7883-1957-5_2023-157-158.pdf, свободный. – Дата доступа: 20.10.2024.
7. К вопросу о нравственном и патриотическом воспитании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hsjournal.ru/k-voprosu-o-nravstvennom-i-patrioticheskom-vospitanii-kursantov-aviacionnyh-vuzov/>. – Дата доступа: 20.10.2024.

УДК 93/94+629.7

И. В. Лосич, С. Д. Сацкевич, С. Е. Станкевич

Белорусская государственная академия авиации

ОТ ВОЗДУШНОГО ШАРА ДО ДИРИЖАБЛЯ

Что такое воздушный шар, кто был первым создателем, какое название давали ему изобретатели? В чем заключаются особенности полета воздушного шара, почему он относится к аппаратам легче воздуха, и чем он отличается от дирижабля? Попробуем разобраться в этих достаточно непростых вопросах.

Воздушный шар – это первый летательный аппарат, заложивший основу, с которой и началось развитие гражданской авиации, так как именно он позволил осуществить мечту всего человечества и увидеть Землю с высоты полета птиц.

В современном мире воздушные шары относятся к аппаратам «легче воздуха», так как в них подъемная сила образуется за счет нагретого воздуха или газа, обладающего определенными свойствами быть легче воздуха. Несколько столетий назад воздух нагревали при помощи костра и над ним размещали воздушный шар, а в качестве газа использовали водород, добыча которого являлась достаточно сложным процессом для их создателей. Сегодня вместо костра используются специальные горелки, а в качестве газа вместо водорода применяется менее взрывоопасный гелий, он не является горючим и поэтому не способен спровоцировать как взрыв, так и пожар.

Конструктивно современный воздушный шар практически ничем не отличается от своих прародителей. Как в давние времена, так и сегодня основными элементами являются – купол, обеспечивающий создание подъемной силы, так как именно он наполняется теплым воздухом или газом; горелка, за счет которой поддерживается определенная температура, как при подъеме, так и во время полета; корзина, соединенная с куполом, позволяющая поместить небольшое количество пассажиров, а с наружной части к ней крепится балласт, при сбросе которого регулируется высота подъема.

Как и ранее воздушные шары не имеют механизмов управления, обеспечивающих целенаправленное движение в воздушной среде, а особенности полета заключаются в перемещении летательного аппарата только в ту сторону, в которую движутся воздушные потоки, то есть их направление и скорость движения зависят от направления и скорости ветра. В случае отсутствия даже слабого ветерка воздушные шары остаются неподвижными. Этот существенный недостаток проявился в их общем названии с дирижаблями – аэростаты.

Термин «Аэростат» получен из сочетания двух греческих слов «аэро» и «statos», при переводе первое означает «воздух», второе – «неподвижный», а вместе переводится как «неподвижный в воздухе». Таким образом, аэростат, который является неуправляемым – это и есть воздушный шар, а управляемый аэростат, имеющий элементы управления (двигатель и руль) принято называть дирижаблем.

Так кто же был первым создателем аэростатов? На этот вопрос попробует ответить, заглянув за много веков до истории нашей авиации.

Самые загадочные исторические артефакты, которые относятся к древним цивилизациям, обнаружены в Колумбии, Южной Америке, Республике Перу и в других странах. Многие находки практически доказывают существование авиации до того, как был изобретен первый воздушный шар, дирижабль, самолет и другие летательные аппараты. Об этом свидетельствуют гигантские изображения в виде геоглифов на плато Наска, наскальные рисунки и разные фигурки, обнаруженные в разных странах мира. До сих пор ученые выдвигают разные гипотезы об их происхождении, технологиях изготовления и обработки, а также их истинного назначения. Однако многие находки позволяют сделать вывод, что древние люди обладали неизвестными нам технологиями, и самыми высокими познаниями в области полетов летательных аппаратов в различных слоях атмосферы. Одна из таких находок была

обнаружена во время археологических раскопок, где ученые в Перу обнаружили на стене гробницы изображение пирамиды, парящей в воздухе, геометрически состоявшей из четырех граней с привязанной корзиной вместе с людьми [1]. Данный рисунок подвергся тщательному изучению в процессе, которого были произведены измерения и соответствующие расчеты, показывающие реальный размер изображенного летательного аппарата, который построили в натуральную величину. При его строительстве использовались материалы, которые, по мнению ученых, могли применять в древности перуанские индейцы. Полученное сооружение пирамиды в высоту составило десять метров, а основание, к которому была привязана корзина, составило тридцать метров. На этом ученые не остановились и перешли к экспериментальной проверке, заполнив купол, горячим воздухом от костра, пирамида, как современный воздушный шар поднялась в небо вместе с корзиной. Еще одна находка, обнаруженная во время раскопок в Перу, также является не менее уникальной, чем рисунок летающей пирамиды. Это маленькая фигурка летательного аппарата удлиненной формы, в задней части которого расположено что-то вроде двигателя, а в средней части сидящего человека, обеспечивающего управление при помощи элемента, напоминающего руль, а в современной авиации называемый штурвал, применяемый как в дирижаблях, так и самолетах. Что же это за фигурка? Вполне можно предположить, что это управляемый аэростат. Так как же люди из прошлого, могли обладать такими знаниями, ведь согласно теории Дарвина, они находились на самых ранних стадиях своего развития с примитивными орудиями труда? Это до сих пор остается самой актуальной загадкой нашего времени.

Следующим историческим фактом фантастических идей свидетельствует модель летучего корабля Франческо Лана де Терци, который в XVII веке представил свою работу «Истинные истории». В данной работе рассматривается модель «Летучей лодки», которая, по мнению итальянского священника, могла подняться и удерживаться в воздухе за счет четырех полых сфер, а также быть управляемой за счет трех основных элементов – это балласта, якоря и паруса. В своей работе гениальный математик высчитал и определил объем каждого шара и их диаметр, рассчитал подъемную силу с учетом двух человек на борту, экспериментально определил вес воздуха, и описал методы, позволяющие удалить воздух и сделать шары полые. Предложенная в 1670 году математическая модель Лана де Терци подверглась жесткой критике ведущими учеными того времени. Так Роберт Гук, проведя свои расчеты, отметил, что изобретатель ошибся в своих расчетах, так как полученные значения подъемной силы будут намного меньше, Иоганн Штурм и Готфрид Лейбниц в своих работах доказали о невозможности создания тонкостенных вакуумных сфер, выполненных из медной фольги. Так же под сомнением ставилось и управляемость «Летучей лодки». Утверждения и гипотезы итальянского ученого содержали ошибки, однако, теоретический подход был передовым для того времени, который позволил область воздухоплавания превратить в точную науку. Какой вклад в развитие воздухоплавания внес Франческо Лана де Терци, и кто продолжил развивать его идеи? Ответ на этот вопрос дает история развития воздухоплавания XVIII века.

В каждой стране назовут имя своего героя в истории авиации. В Италии гордятся изобретением вакуумного дирижабля итальянского священника Лана де Терци, а в Бразилии почитают бразильско-португальского священнослужителя Бартоломеу Лоренцо де Гусмао, считают его национальным героем, который изобрел свой воздушный аппарат «Пассарола» («Passarola»). В 1709 году Гусмао в своем письме, обращаясь к королю Португалии, сообщает о собственном изобретении, прилагает чертеж и описывает возможности воздухоплавательного аппарата и его конструктивные особенности. Развивая идеи Франческо Лана де Терци, Гусмао предлагал полеты на высоте воздухоплавательных аппаратов в виде лодки, покрытых тентом подобно транспортному вагону (аналог паруса) [2]. Проект вызвал ажиотаж в других странах и стал огромной сенсацией того времени. Достоверно известно, что 17 апреля 1709 года португальский ученый на свое изобретение получил патент, то есть королевскую привилегию, которая давала полное право Лоренцо де Гусмао как на изготовление, так и на применение данных воздушных кораблей, однако дальнейшая судьба «Пассаролы» не известна.

Идеи Лана де Терци вдохновили и других пионеров авиации, в том числе и всемирно известных изобретателей воздушного шара братьев Монгольфье, которые через 113 лет смогли поднять в небо свой первый аэростат. С самого детства братья проводили различные опыты и сначала экспериментировали с мешками, пытаясь наполнять их водяным паром и запускать как облака, однако пар быстро испарялся и эффекта от этого не происходило. Однажды совершенно случайно, сидя возле камина мальчишки, обратили внимание, как висевшая рубашка надулась и благодаря их наблюдательности созрела гениальная идея заполнить горячим воздухом мешки из бумаги. Сначала используя для костра шерсть и солому, свои эксперименты они продолжили, изменяя размеры сфер, выполняли их из разных материалов, таких как шелк и лен. Потребовалось немало времени, когда они создали свою первую экспериментальную модель, сфера которого была из хлопка, обклеенная бумагой. В ноябре 1782 году испытания первой модели воздушного шара объемом всего в двадцать кубических метров прошли успешно. Шар находился на привязи, однако после запуска под действием порыва ветра веревка, удерживающая шар оторвалась, что позволило летательному аппарату подняться на высоту практически триста метров. Следующий свой эксперимент братья Монгольфье провели 5 июня 1783 года как публичную демонстрацию своего изобретения. Эта дата в истории авиации позволила открыть страничку научных свершений и дальнейших возможностей покорения пятого океана, а воздушные шары, наполняемые горячим воздухом, получили название в честь своих изобретателей и именуется монгольфьерами. А 21 ноября этого же года на воздушном шаре братьев Монгольфье состоялся исторически дебютный полет первых аэронавтов, имена которых также вошли в историю воздухоплавания – эта честь выпала маркизу д'Арланду и Пилатру де Розье.

Однако во Франции кроме монгольфьеров, также были изобретены шарльеры – воздушные шары, получившие название в честь ученого, имя которого Жак Александр Цезарь Шарль. Его воздушный шар отличался тем, что оболочка была наполнена не горячим воздухом, а специальным газом – водородом. Как бы не спешил Жак Шарль, но опередить братьев Монгольфье ему не удалось. Его первый воздушный шар поднялся в воздух 27 августа 1783 года, чуть больше месяца его опередили братья Монгольфье.

Пилатр де Розье вошел в историю дважды. Именно он создал свой гибридный воздушный шар, в дальнейшем получивший название розьер. Пилатр де Розье трагически разбился 15 июня 1785 году вместе со своим изобретением.

За достижения в области воздухоплавания король Франции Людовик XVI наградил Этьена и Жозефа Монгольфье орденом Святого Михаила, пожаловал им дворянский титул и герб с девизом «Так поднимаются к звездам». Академией наук были отмечены и достижения Жака Шарля, приняв его в свои члены [3].

В настоящее время идеи первых изобретателей монгольфьеров, шарльеров и розьеров используются в области воздухоплавания во всем мире.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История воздухоплавания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://class-fizika.ru/vosd1.html>. – Дата доступа: 02.10.2024.
2. Бартоломееу Лоренсо де Гусмао (Гужмау), один из пионеров воздухоплавания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foto-history.livejournal.com/8648011.html>. – Дата доступа: 02.10.2024.
3. Все об авиации / авт.-сост. Л. Е. Сыгин. – М. : Астрель; СПб. : Полигон, 2011. – 656 с.

УДК 93.94

Н. В. Пяткова

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ ГРАЖДАНСКОЙ ВОЗДУШНОЙ АВИАЦИИ В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 1941–1945 ГГ.

Потребность в воздушных перевозках возникла еще до первой мировой войны. Партия большевиков, рассматривающая воздушный флот как перспективную отрасль народного хозяйства и важный фактор защиты Республики Советов, призывала трудящихся страны незамедлительно приступить к созданию советской авиации. Потребность значительно выросла и с окончанием мировой войны. 24 мая 1918 года Управление воздушного флота было преобразовано в Главное управление Рабоче-Крестьянского Красного воздушного флота (далее – Главвоздухфлот). Необходимо было установить связь с дальними населенными пунктами. С этой целью создается Инспекция гражданского флота при Главвоздухфлоте, ставшая организационной основой гражданской авиации России.

9 февраля 1923 г. Совет Труда и Оборона СССР принял постановление об организации при Главном управлении воздушного флота Совета по гражданской авиации. Это закрепило ГА в качестве самостоятельной отрасли транспорта народного хозяйства страны, а 9 февраля 1923 г. стало официальной датой рождения ГА СССР.

Для создания советского воздушного флота требовались квалифицированные, научные и летно-технические кадры.

В 1920-е годы основным источником пополнения гражданского воздушного флота специалистами разных категорий стала военная авиация. Пополнение в ГА поступало также из учебных заведений. Кадры для авиации готовили Академия воздушного флота имени Н.Е. Жуковского, Московское техническое училище имени Н.Э. Баумана, Ленинградский институт инженеров путей сообщения, Киевский политехнический, Харьковский технологический и некоторые других институтов [1].

Таким образом подготовка летного, технического состава со средним образованием, инженеров для воздушного транспорта в значительных масштабах велась в предвоенные годы.

Здесь надо заметить, что летные училища давали навыки пилотирования и конкретные знания авиационной техники. Однако их выпускники имели слабую теоретическую и управленческую подготовку [2].

С вероломным вторжением фашисткой Германии перед ГВФ встали еще большие задачи государственной важности. Аэрофлот стал подчиняться Наркомату обороны и быстро пришлось перестраиваться на выполнение других задач. Большое число различных специалистов, в том числе и инженеров передавалось в ВВС. Задачи, поставленные перед авиационными специалистами, отличались от задач мирного времени. Срочно потребовалось овладение новыми навыками и знаниями.

Решению такого вопроса было посвящено одно из совещаний начальника ГУГВФ в 1942 году Генерал-лейтенанта Федора Алексеевича Астахова.

Обсуждали, что выпуск инженеров в Академии Жуковского есть, а необходимы инженеры-механики и надо установить – какой он должен быть в авиационных частях. И вместе с этим вопросом могут решиться и другие проблемы, и вопросы. А можно ли выпускать нужных ГВФ и ВВС инженеров-механиков?

Ленинградский Институт инженеров – тоже не то. Вопрос технической эксплуатации не получал того объема, который нужен. Не могут дать того профиля, который нужен для инженера-механика нашей системы.

Задача инженера-механика – эксплуатационное управление - должно бороться не только за выполнение оперативных задач, а также и за сохранность мощности для оперативной информации и планирования. Как следствие – выполнение возложенных задач.

Каким должен быть инженер-механик – инженер, который в совершенстве знает материальную часть, организацию эксплуатации и уход за материальной частью, является не только обслуживанием материальной части, но и продлением жизни материальной части с точки зрения задач технического восстановления. Инженер-механик ГВФ и ВВС должен являться и технически развитым инженером, знающим материальную часть, самолетомоторный парк, эксплуатацию и организацию эксплуатации, а также вопросы обслуживания эксплуатации и восстановление материальной части.

Как следствие, были сделаны выводы о том, какой должен быть инженер-механик ГВФ:

1) Какого развития должны готовить инженера-механика, и какую работу с него требовать;
2) Инженер-механик должен быть воспитан и в академии, и в частях, он должен быть не белоручкой, не пустозвоном, выросший не в тепличных условиях, а в условиях суровой действительности, в условиях войны, и зимой, и летом, и в поле, и на своем аэродроме. Инженеры неграмотные – это зло, они отошли на задний план. Нужен инженер образованный, ибо техника каждый день шагает вперед, если инженер не работает над собою сегодня и завтра – грош цена такому инженеру, такому технику;

3) Нужен инженер способный в любую минуту приготовить технику для боя, чтобы он приготовил самолет. Нужно, чтобы он сам умел посмотреть и сделать, и не только знать, как это делается, а сделать самому. Надо требовать от инженера, чтобы он умел подготовить порученную ему технику и всю связанную с этим другую технику для боя;

4) Инженер должен быть решительный, смелый, храбрый, мужественный, способный принять ответственность за выпуск машины после боя опять в бой. Его задача обеспечить живучесть самолета;

5) Инженер должен уметь руководить своими подчиненными и может их научить, организовать их работу. У инженера много специалистов и грамотных и неграмотных, нужно уметь организовать их работу, нужно научить их работать и правильно руководить – это не малые условия;

6) Инженер должен уметь отремонтировать самолет в любых условиях, любыми материалами, любым инструментом при известной изворотливости и сноровке;

7) Инженер должен двигать авиационную науку вперед, дерзать, изобретать, творить не застывать на одном месте ни на минуту;

Вот кратко те основные данные, которые предъявляли к инженеру-механику. На основе этого очень просто построить работу, составить план и распределить практическую работу, как результат инженер должен пользоваться авторитетом.

А в условиях военного времени нет возможности рассуждать и считать долго, надо взять и действовать, ремонтируя машину, возможно, даже под пулями и бомбами [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История гражданской авиации СССР [Текст]: научно-популярный очерк / [П. Г. Авдеенко, В. И. Артамонов, Н. И. Васильев и др.]; под общ. ред. Б. П. Бугаева – Москва : Издательство «Воздушный транспорт», 1983. – 376 с.

2. Булкин, А. К. Технический прогресс в гражданской авиации и становление системы подготовки специалистов высшей квалификации в 50-е гг. XX в / А. К. Булкин // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. – 2008. – № 4–2. – С. 29–36.

3. Российский государственный архив экономики. – Ф. 9527. Оп.1. Д. 1865. Л. 1–10.

УДК 358.43

С. В. Синявская, А. С. Бирилло, Н. А. Сокарева

*Белорусская государственная академия авиации***КОРОЛЕВЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА**

Глядя в небо, человек всегда мечтал о полете, и женщины в том числе.

Мечты начали осуществляться еще до войны, наряду с юношами сотни девушек занимались в аэроклубах. В годы Великой Отечественной войны женщины из аэроклубов вступали в ряды Красной Армии и наравне с мужчинами, сражались с фашистскими захватчиками.

В начале октября 1941 года, прославленная летчица Герой Советского Союза Раскова Марина Михайловна сформировала три женских авиаполка, которые получили наименования: 586-й истребительный, 587-й бомбардировочный и 588-й ночной легкомбомбардировочный, в них женщины были на всех должностях: механики, летчики, санитарки, наземный состав и ремонтные бригады, средний возраст девушек составлял 22 года. На вооружении полк имел самолеты По-2.

За время Великой Отечественной войны около шести сот тысяч женщин сражались с фашистами, свыше девяноста из них были удостоены звания Героя Советского Союза и более ста тысяч женщин были награждены орденами и медалями.

За период боевой деятельности летчицы произвели 23672 боевых вылета и сбросили на врага 2902980 кг бомбового груза и 26000 ампул с горючей жидкостью.

Имена женщин-авиаторов внесли большой вклад в историю Великой Отечественной войны:

- Раскова Марина Михайловна – во время Великой Отечественной войны командовала бомбардировочным полком, погибла в авиационной катастрофе, а ее имя присвоено 125-му Гвардейскому бомбардировочному авиаполку, Тамбовскому ВВАУЛ, пассажирскому теплоходу на Волге;

- Бершанская Евдокия Давыдовна – Гвардии подполковник, была командиром женского 588-го (46-го Гвардейского Таманского) ночного легкомбомбардировочного полка;

- Литвяк Лидия Владимировна – самая результативная женщина – авиатор, воевала в составе 586-го, 437-го, 9-го Гвардейского, 296-го (73-го Гвардейского) истребительных авиаполков, совершила около ста пятидесяти боевых вылетов, в воздушных боях сбила лично шесть самолетов и один аэростат наблюдения, еще шесть самолетов противника уничтожила в группе с товарищами;

- Никулина Евдокия Андреевна – герой Советского Союза, Гвардии майор, воевала в составе 588-го (46-го Гвардейского Таманского) НБАП, была командиром эскадрильи, совершила семьсот семьдесят четыре ночных боевых вылета;

- Буданова Екатерина Васильевна – Гвардии старший лейтенант, воевала в составе 586-го, 437-го, 296-го (73-го Гвардейского) истребительных авиаполков, была командиром звена, совершила двести шестьдесят шесть боевых вылетов, в воздушных боях сбила лично шесть и в группе пять самолетов противника, 19 июля 1943 года погибла;

- Зеленко Екатерина Ивановна – старший лейтенант, на фронтах Великой Отечественной войны воевала в составе 135-го ББАП, была заместителем командира эскадрильи, совершила сорок боевых вылетов, провела двенадцать воздушных боев, погибла 12 сентября 1941 года при таране вражеского истребителя, ее именем названа малая планета Солнечной системы, установлены памятники в Курске и селе Берестовка.

- Тимофеева (Егорова) Анна Александровна – старший лейтенант, воевала в составе сначала 130-й отдельной авиационной эскадрильи связи, затем в составе 805-го штурмового авиационного полка, была штурманом полка, совершила двести семьдесят семь боевых вылетов.

В послевоенное время XX века женщины не стояли в стороне, они продолжали свой героический путь:

- Джеки Кокран – становится первой женщиной, преодолевшей звуковой барьер 18 мая 1953 года;

- Молли Рейли – первая канадская женщина, ставшая гражданским пилотом в 1959 году;

- Жаклин Кокран – стала первой женщиной, перелетевшей на реактивном самолете через Атлантический океан в 1962 году;

- Бетти Миллер – была первой женщиной, совершившей самостоятельный перелет через Тихий океан в 1963 году;

- Джеральдин Мок – стала первой женщиной, совершившей кругосветный полет в 1964 году;

- Валентина Владимировна Терешкова – становится первой в мире женщиной, совершившей полет в космос 16 июня 1963 года в течение трех суток на космическом корабле «Восток-6».

- Светлана Евгеньевна Савицкая – с 1969 года по 1977 год установила три мировых рекорда по парашютному спорту, работала летчиком-испытателем на самолетах МиГ-21, МиГ-25, Су-7, Ил-18, Ил-28. В августе 1980 года была зачислена в отряд летчиков-космонавтов, а в 1982 году в качестве космонавта-исследователя совершила полет на кораблях «Союз Т-5», «Союз Т-7» и орбитальной станции «Салют 7».

25 августа 1984 года Светлана Евгеньевна Савицкая первой в истории среди женщин вышла в открытый космос, она единственная женщина дважды Герой Советского Союза (1982, 1984);

Елена Владимировна Кондакова – совершила 4 октября 1994 года в составе экспедиции «Союз ТМ-20» свой первый космический полет, провела пять месяцев на орбитальной станции «Мир», была награждена званием Герой Российской Федерации 10 апреля 1995 года, а 15 мая 1997 года совершила свой 2-й полет в космос на американском корабле «Атлантис» в качестве специалиста экспедиции STS-84 к орбитальной станции «Мир».

Плеяда знаменитых женщин-пилотесс и космонавтов продолжилась и в XXI веке:

- Протасова Светлана Вадимовна – единственная в мире женщина-пилот истребителя МиГ-29;

- Серова (урожденная Кузнецова) Елена Олеговна – 26 сентября 2014 года совершила космический полет на пилотируемом корабле «Союз ТМА-14М», после чего провела 5,5 месяцев на Международной Космической Станции, 15 февраля 2016 года награждена званием Герой Российской Федерации;

- Екатерина Орешникова – единственная в России женщина – пилот санитарной авиации, летчица доставляет пострадавших в авариях и тяжелобольных детей в больницы из труднодоступных районов;

- Мария Федотова – самая молодая летчица, получившая штурвал пассажирского судна всего в 23 года, пилотирует Superjet с конца 2016 года;

- Ольга Грачева – командир Боинга 767 с 2009 года;

- Татьяна Рыманова – командир Боинга 737;

- Елена Новичкова – командир воздушного судна Аэробуса А320;

- Дарья Синичкина – пилотирует Sukhoi Superjet-100 с 2015 года;

- Ларина Евмурзаева – первая пилотесса среди чеченских женщин.

Марина Витальевна Василевская - первая белорусская женщина-космонавт 23 марта 2024 года на корабле «Союз МС-25» была запущена в космическую экспедицию на 14 суток. На магистральной космической станции белорусская космонавтка выполняла научную программу, которая была разработана Национальной академией наук вместе с «Роскосмосом» и Российской академией наук. Программа включала в себя пять научно-исследовательских экспериментов и два образовательных. 6 апреля 2024 года, через 13 суток после начала экспедиции Марина Василевская и Олег Новицкий вернулись на Землю. В результате космической экспедиции Марина Василевская была удостоена ордена Гагарина за вклад в развитие космонавтики. Также получила звание Героя Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аронова, Р. Е. Ночные ведьмы: военные мемуары / Р. Е. Аронова. – М. : Советская Россия: Вече, 1980. – 338 с.
2. Симонов, А. А. Женщины – героини Советского союза и России: военные деятели / А. А. Симонов, С. В. Чудинова. – М. : Фонд «Русские витязи», 2017. – 352 с.
3. 46-й гвардейский ночной бомбардировочный авиационный полк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?curid=1260693&oldid=125652429>. – Дата доступа: 24.10.2024.
4. Капанина Светлана Владимировна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?curid=581425&oldid=125548639>. – Дата доступа: 24.10.2024.

УДК 93/94+629.7

В. А. Язубец, К. А. Шостак, С. Е. Станкевич

Белорусская государственная академия авиации

ОТ ФАНТАСТИКИ ДО РЕАЛЬНОСТИ – ГЕЛИКОПТЕР

Что такое вертолет, кто его изобрел? Какие модели были предшественниками, какое название давали ему изобретатели, и какое отношение имеет к нему вертолет? Попробуем разобраться в этих достаточно непростых вопросах.

Вертолет представляет собой воздушную машину тяжелее воздуха, то есть летательный аппарат, который способен вертикально подняться в воздух при помощи специальных воздушных винтов. Данный термин появился в конце XIX века и имеет французские корни, в свою очередь французское слово «hélicoptère» образовано сочетанием двух греческих слов ἑλίκος, при переводе – это спираль или винт, и πτερόν – это крыло. Другими словами, опираясь на перевод, можно сказать, что вертолет – это винтокрылая воздушная машина, создание которой являлась мечтой человека, преследовавшая его с древних времен.

Фантастические идеи летающего корабля под названием «Альбатрос», который именно при помощи винтов совершает кругосветное путешествие, описаны в романе «Робур-Завоеватель», опубликованный в 1886 году. Автором данного научно-фантастического произведения является французский писатель Жюль Габриель Верн всемирно известный, как Жюль Верн. Основой всех приключенческих историй служит богатое воображение писателя, которого смело можно назвать провидцем, так как описанные с высокой точностью им аппараты являются сегодня уже не фантастикой, а настоящей реальностью, как будто он мог заглянуть в будущее и предсказать изобретения, которые появятся спустя некоторое время. Жюль Верн был почитателем авиации и в своем произведении он предвидел, что в будущем небо будет принадлежать аппаратам тяжелее воздуха таким как «Альбатрос», приводимый за счет многочисленных винтов в вертикальное и горизонтальное движение. Таким образом, французский писатель в своем произведении описал вертолет, предсказав тем самым изобретение вертолета.

История создания таких летающих машин началась с желания человека подражать свободному полету пернатым, и на протяжении многих веков стремление подняться в воздух не покидало человечество. Почему являясь разумным существом человек, был лишен такой возможности, и почему природа дала такой шанс и подарила крылья бабочкам, стрекозам и птицам, и как можно достичь свободного полета и тем самым исправить досадное природное недоразумение? На протяжении многого времени род человеческий пытался найти ответы на эти вопросы, кто-то так и остался мечтателем, а кто-то пытался воплотить свою мечту в реальную жизнь и решить достаточно сложную задачу, силой своей изобретательностью, путем наблюдения, анализов, а также расчетов, моделирования и конструирования.

Одним из таких людей был Роджер Бэкон. Он жил в XIII веке, занимался алхимией и прославился не просто как английский философ, а как человек, обладающий огромными знаниями в области точных наук, таких как химия, математика, физика, а также своими смелыми убеждениями, базирующимися на определенных законах природы, которые вызвали огромные разногласия в кругах философов-богословов. Их убеждения были основаны на церковных догмах и отрицании научных пониманий и познаний, которые противоречили их невежественным взглядам. Роджер Бэкон, будучи монахом-францисканцем, открыто критиковал современных исследователей, отрицал многие учения того времени, утверждал, что Земля круглая, разрабатывал и выдвигал новые теории в оптической физике, определял состав металлов и их происхождение, был удивительным доктором и применял алхимию в медицине. Роджер Бэкон в 1260 году подтвердил собственную концепцию и доказал путем проведения многочисленных опытов, что в закрытых сосудах именно из-за отсутствия воздуха прекращается горение тел.

Также он первый человек, который дал описание способа изготовления взрывоопасного вещества, которое в современном мире известно как порох, но из соображения безопасности формулу своего открытия он сохранил в тайне. В те времена его считали вернувшимся Мерлином и подозревали в черной магии.

Был ли Роджер Бэкон мечтателем или провидцем, но сегодня можно сказать, что в его написанных трудах соединены физические явления, математические истины реального мира, которые являются посланием из прошлого, переплетающиеся с магией из мира фантастики, которые сегодня являются основными направлениями в естественных и гуманитарных науках. Так, например, в своей работе «О тайных вещах в искусстве и природе» Бэкон писал: «Можно построить машины, сидя в которых человек, вращая приспособление, приводящее в движение искусственные крылья, заставлял бы ударять их по воздуху, подобно птичьим» [1]. Таким образом, гениальный ученый в середине XIII века (его основные работы датируются 1267 г., а многие написаны и позже) высказал идею создания орнитоптера, то есть летающей машины с крыльями, которые опираясь на воздух, создают движения птицы с машущими крыльями. Также он пророчил создание аппаратов, которые способны будут летать за счет наполнения сферы горячим воздухом. Эти аппараты, получившие название «воздушный шар» или другому неуправляемые аэростаты, были изобретены братьями Монгольфье и Жаком Шарлем, первый полет которых состоялся 1783 году. Роджер Бэкон высказывал мысль о возможности реализации таких изобретений, которые появятся в современном мире гораздо позже, но их описание провидец давал, как будто их видел своими глазами. Откуда свои поразительные озарения гениальный мыслитель черпал до сих пор остается загадкой.

Не менее гениальным ученым в эпоху Высокого Возрождения, которого также можно назвать пророком, является итальянский художник – это Леонардо да Винчи. Какой вклад в развитие авиации смог внести мыслитель XV века, который всемирно известен не только как художник, но и как гениальный изобретатель? Ответ на этот вопрос очень прост. Леонардо да Винчи можно назвать универсальным человеком, который разбирался в архитектуре, был скульптором и музыкантом, а также великим инженером. Он занимался различными научными исследованиями в области воздухоплавания, и на протяжении всей своей жизни был убежден в том, что «Человек, преодолевающий сопротивление воздуха с помощью больших искусственных крыльев, может подняться в воздух» [2].

Леонардо да Винчи был увлечен точными науками не менее чем Роджер Бэкон. Его интересовало все – это химия, физика, география, астрономия и он никогда ничего не воспринимал на веру. Изучая материальный мир вокруг себя, он проводил опыты снова и снова, экспериментируя на практике свои смелые мысли. Именно Леонардо да Винчи в 1483 году предпринял первые попытки изобрести вертолет. Сначала ему пришлось изучить теорию полета стрекоз, путем долгих наблюдений и анализа впоследствии он создал чертеж первого аппарата, предназначенного для вертикального взлета в виде проекта, имеющего воздушный винт. Созданный им механизм является впечатляющим изобретением того времени, так как инженерное решение было основано на третьем законе Ньютона, а с целью создания

подъемной силы был использован архимедов винт, который позволил бы лететь аппарату, так как он ввинчивался бы в воздух. Изобретатель искренне верил, что его теория может быть практична, даже несмотря на то, что винт должен был приводиться в действие за счет мускульной силы от трех до четырех человек.

Эксперты современного мира считают, что той энергии, вырабатываемой за счет мускульной силы людей, просто не хватило бы, чтобы поднять аппарат в воздух. Однако изобретение итальянского гения эпохи Высокого Возрождения являлось источником вдохновения для многих последователей, пытавшихся создать летательный аппарат, способный совершать вертикальный подъем и творить чудеса маневрирования в воздушном пространстве. Чертежи великого гения являются самыми узнаваемыми во всем мире. Это не только аппарат с воздушным винтом, который можно считать прообразом современного вертолета, но и многие другие его работы в области развития авиации, такие как орнитоптер, махалет и даже устройство для безопасного спуска, в современном мире называемый парашютом. Можно сказать, что идеи Леонардо да Винчи нашли свое время спустя не один век, хотя его идеи опередили свое время.

Прототипом создания современного вертолета в середине XVIII века заинтересовался гениальный русский ученый Михаил Ломоносов. Его исторический вклад в развитие многих наук колоссален, также этот вклад не исключается и в развитии авиации. Свое изобретение, предназначенное для метеорологических исследований, Михаил Васильевич назвал «Аэродинамической воздухобежной машиной». Он построил опытный образец на основании собственного проекта в виде небольшой модели, которую он представил на научной конференции 1 июля 1754 года. Устройство данного аппарата было достаточно сложным, так как имелись системы разных винтов и пружин, а также подвижные крылья, приводимые в действие за счет внутреннего механизма, что позволило подняться аппарату вертикально в воздух. Это успешно и продемонстрировал Михаил Васильевич на данной конференции и произошедшее событие официально запрототолировано и считается первым испытанием в мировой истории летательного аппарата, совершившего вертикальный подъем на несколько десятков метров в воздух. Однако дальнейшее практическое применение «Аэродинамическая машина» Ломоносова не нашла, так как вес ее усложнялся за счет приборов, предназначенных для исследований различных явлений земной атмосферы и преодолеть земную гравитацию в то время у изобретателя просто не получилось.

В середине XIX века французские изобретатели Гюстав Понтон д'Амекур, Феликс Надар и де Лаландель придумали аппарат вертикального взлета, дав ему название «Аэронэф». Разработанная модель геликоптера конструктивно имела два винта, которые осуществляли вращение в разные стороны, за счет энергии паровой машины. В 1862 году испытания данного аппарата, не увенчались успехом, пробыв в воздухе всего пару секунд «Аэронэф» опустился на землю, тем самым не позволив своим изобретателям обеспечить управление его полетом. Хоть и мечта французских конструкторов не смогла осуществиться, но их работа позволила экспериментировать в том же направлении многих исследователей.

И только в начале XX века лопастный геликоптер смог подняться в воздух.

В 1912 году изобретатель самоучка из Беларуси Федор Федорович Евстафьев получил официальный документ, подтверждающий право на его изобретение. В Российской национальной библиотеке в Санкт-Петербурге хранится привилегия (патент), выданный Ф. Ф. Евстафьеву, жителю города Гомеля, на изобретение геликоптера. Привилегия опубликована 28 августа 1912г. за номером 22272 [3].

Впервые термин «вертолет» появился в архивных документах в 1929 году. Основоположник данного термина является советский авиаконструктор Николай Ильич Камоу, создатель вертолетов типа «Ка» и с 1940 года геликоптеры принято называть вертолетами. Но это совсем другая история.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Невероятные инструменты в трудах философа Роджера Бэкона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Ws3Ex6gV8dD8Qldp>. – Дата доступа: 05.03.2023.
2. 20 самых знаменитых изобретений Леонардо да Винчи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://basetop.ru/20-samyih-znamenitih-izobreteniy-leonardo-da-vinchi/>. – Дата доступа: 06.03.2023.
3. Федор Федорович Евстафьев – первый белорусский изобретатель-самоучка. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rntbcat.org.by/belnames/F_НТМ/Evstafev. HTML – Дата доступа: 21.10.2023.
4. Все об авиации / авт.-сост. Л. Е. Сытин. – М. : Астрель; СПб. : Полигон, 2011. – 656 с.: ил.

УДК 338.47

А. И. Якелис

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

ВКЛАД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ И КОНСТРУКТОРОВ В МИРОВУЮ АВИАЦИЮ

Отечественные ученые и конструкторы внесли значительный вклад в развитие мировой авиации, формируя ключевые направления и создавая передовые технологии, которые оказали влияние на мировое авиастроение. Российские инженеры и ученые, такие как Николай Жуковский, Андрей Туполев, Михаил Миль и другие, совершили важные открытия в области аэродинамики, конструкций самолетов и двигателестроения. Давайте кратко поговорим о каждом из них [1].

Николай Егорович Жуковский, которого называют «отцом русской авиации», был одним из первых исследователей аэродинамики. В начале XX века он разработал теорию подъемной силы, которая заложила основы для создания летательных аппаратов. Его труды, такие как «О парении птиц» и работы по аэродинамическим трубам, стали важной частью мировой науки о полетах и привлекли внимание мировых инженеров. Вклад Жуковского нашел отражение в создании самолетов не только в России, но и за рубежом [2].

Не безызвестный Андрей Николаевич Туполев стал пионером в создании тяжелых самолетов. Он создал первый в мире серийный цельнометаллический бомбардировщик ТБ-1, а также первый сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144, что стало прорывом в авиации. Туполев также участвовал в разработке знаменитого Ту-95, одного из самых долговечных самолетов, использующихся до сих пор. Благодаря его достижениям миру были продемонстрированы возможности сверхзвуковой авиации [3].

Михаил Леонтьевич Миль сыграл значительную роль в развитии вертолетной техники. Его вертолеты серии Ми, такие как Ми-8 и Ми-24, признаны одними из самых надежных и многофункциональных в мире. Эти машины широко используются в гражданской и военной авиации во многих странах благодаря их высокой надежности, простоте в обслуживании и адаптации к различным условиям эксплуатации. Вертолеты Миля до сих пор остаются востребованными на мировом рынке, а его разработки послужили основой для создания новых моделей [4].

Среди современных разработчиков можно выделить Олега Кононенко и конструкторские бюро, такие как «Сухой» и «МиГ», которые продолжают традиции отечественного авиастроения, внедряя новые технологии и улучшая характеристики самолетов. Например, истребитель

Су-57, который является представителем пятого поколения, сочетает в себе невидимость и мощные боевые характеристики, что делает его конкурентоспособным на мировом уровне [5].

Таким образом, вклад отечественных ученых и конструкторов в мировую авиацию включает фундаментальные исследования, такие как труды Жуковского по аэродинамике, и новейшие разработки, которые нашли отражение в создании современных самолетов. Технические решения, предложенные российскими конструкторами, продолжают оказывать влияние на авиационную науку и способствуют развитию авиационной индустрии по всему миру [6].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жуковский, Н. Е. О парении птиц [Сообщ. в Моск. мат. о-ве 1891, окт. 22] / Н. Е. Жуковский. – [Москва 1891]. – 15 с.
2. Даффи Пол, Кандалов Андрей А.Н. Туполев – человек и его самолеты [Текст] / Даффи Пол, Кандалов Андрей – Москва : Московский рабочий, 1999. – 137 с.
3. Самусенко, А. Г. Вертолеты. Труды ОКБ МВЗ имени М.Л. Миля [Текст] / А. Г. Самусенко. – Москва : Машиностроение, 2010. – 392 с.
4. Алиян, Р. Жуковский Николай Егорович [Электронный ресурс] / Р. Алиян // Узнай Москву. – Режим доступа: https://um.mos.ru/personalities/zhukovskiy_nikolay_egorovich/ – Дата доступа: 12.11.2024.
5. Сулимов, И. Андрей Николаевич Туполев [Электронный ресурс] / Игорь Сулимов // Государственное управление в России. – Режим доступа: <https://deduhova.ru/statesman/andrej-nikolaevich-tupolev/> – Дата доступа: 12.11.2024.
6. Пешков, А. Семь вертолетов Михаила Миля, которые потрясли мир [Электронный ресурс] / А. Пешков, В. Кустов // Медиагруппа «Звезда». – Режим доступа: <https://tvzvezda.ru/news/201911221254-nSupb.html> – Дата доступа: 12.11.2024.



**СЕКЦИЯ 10.
СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
НАУКИ И ТЕХНИКИ,
ФИЛОСОФСКО-КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ АВИАЦИИ**



УДК 0004.8

Н. К. Рудаковский, Р. Ю. Дудаль

*Белорусская государственная академия авиации***К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

При рассмотрении применения искусственного интеллекта (далее ИИ) в научных исследованиях необходимо сначала разобрать ключевые понятия. В свою очередь под ИИ понимается система, способная обучаться и принимать решения в новых для себя условиях и ранее не встречавшихся сценариях, наряду с этим – это система, не осознающая себя, но принимающая решения с той же эффективностью, что и оператор (человек). На практике используется одна из технологий ИИ – нейронная сеть, представляющая собой математическую модель, в основу которой положены принципы функционирования человеческого мозга, где множество узлов (нейронов) взаимодействуют, создавая связи (синапсы) для обработки и передачи информации.

На основе потенциала нейронных систем создано большое количество сервисов, систем, программ с интегрированными внутри алгоритмами, способными значительно повысить эффективность при обработке данных. Такие системы способны проводить исследования, анализировать массивы данных, генерировать текстовые и графические материалы, с последующим формированием заключения [1].

При работе над собственными проектами с использованием нейронных сетей можно выделить пять основных этапов: проведение исследования, изучение полученной информации, редактирование и проверка, генерирование текста, визуализация данных (рисунок 1).



Рисунок 1 – Этапы работы с ИИ инструментами

С развитием множества новых моделей нейронных сетей открываются возможности выбора наиболее подходящей модели в зависимости от специфики задачи. Так, например, на этапе проведения исследования возможно повысить эффективность работы при использовании поисковых нейронных сетей, ввиду заложенных в них принципов работы (поиск и отбор статей по ключевым словам и авторам, поиск связанных статей, сортировка по заданным параметрам) они способны находить актуальные научные публикации, проводить анализ цитирований и тенденций в конкретной области. Отдельным классом поисковых систем с ИИ можно выделить системы, работающие в формате «вопрос-ответ», тем самым они предоставляют возможность находить ответы на поставленные вопросы, агрегировать мнения и выводы из научных работ, предоставлять рекомендации по принятию решений на основе исследований, к таким сервисам можно отнести «Semantic Scholar» и «Consensus».

В процессе изучения полученной информации и работе с большим объемом информации полезными являются модели нейронных сетей, способные проводить анализ, формулировать выводы и создавать сравнительные характеристики. Кроме того, их возможности не

ограничиваются только этим. Такие модели способны генерировать текст, перефразировать предложения, корректировать грамматику, улучшать ясность изложения, и даже переводить материалы, что делает их универсальными помощниками при решении широкого круга задач. К самым распространенным нейронным сетям с таким функционалом относятся: Elicit, Chat PDF или ChatGPT.

При взаимодействии с ИИ следует помнить о том, что для получения желаемого результата, например создания уникального текста или статьи, необходимо корректно и грамотно формулировать запрос к нейронной сети. Чем детальнее будет сформулирован запрос, тем более соответствующий и точный результат к желаемому будет получен. Это помогает не только задать структуру текста, но и улучшить его ясность и содержательность. Помимо этого, полезно уточнять дополнительные параметры, такие как объем текста, целевая аудитория и ключевые моменты, на которые нужно сделать акцент. Такой подход обеспечит более точное соответствие конечного результата вашим ожиданиям. При формировании запроса рекомендуется указывать желаемый стиль и тон текста (формальный, научный), а также разбивать большие задачи на более простые этапы [2].

Использование нейронных сетей позволяет облегчить процесс создания материала, но всегда присутствует вопрос этичности и авторства при его использовании. Возникает вопрос: кому принадлежит авторское право на произведение, созданное при помощи ИИ? Где находится граница между использованием ИИ как инструмента и плагиатом? Для того, чтобы разобраться в этих вопросах, следует понять, что является признаками авторства. Признаками авторства выделяют следующие аспекты: материал должен быть создан человеком, присутствует воля на создание произведения, в работе проявляется новизна. Из этого возникает вопрос о методах, с помощью которых осуществляется регулирование использования инструментов искусственного интеллекта. Правила использования регулируются в трех направлениях: законодательство места их создания, законодательство места их использования, соглашения самих нейронных сетей, которые предлагаются пользователю к ознакомлению до начала использования [5].

В качестве примерам регулирования можно выделить случай компании «Open AI», которая передает пользователю права на все, что он создал: входные запросы, выходные данные – результаты работы нейронной сети. Напротив, иные сервисы признают пользователем права на результаты работы в той мере, в которой это признается действующим законодательством. Поэтому осознание методов регулирования авторского права помогает пользователям понимать свои права и обязанности, что способствует более ответственному использованию в своих разработках.

Помимо вопросов регулирования, особое внимание следует уделить проблеме плагиата при использовании ИИ. Определение плагиата в этом контексте становится сложным, поскольку ИИ не воспроизводит текст путем прямого копирования, но может генерировать материалы, которые стилистически или концептуально близки к существующим источникам.

Тонкие стилистические совпадения могут не быть очевидным плагиатом, но все же могут нарушать авторские права или этические нормы.

Одним из четырех крупнейших научных издательских домов мира – «Elsevier» были выпущены рекомендации по использованию ИИ в своих научных работах. В случаях, когда авторы прибегают к генеративным и вспомогательным технологиям в процессе написания, эти инструменты должны использоваться исключительно для повышения читабельности и качества языка работы. Применение технологий должно происходить под внимательным контролем человека, и авторы обязаны тщательно проверять и редактировать полученные результаты. Это необходимо, так как автоматизированные решения могут привести к созданию достоверного, но в то же время неверного, неполного или предвзятого контента. Полная ответственность за содержание работы лежит на авторах. Они не должны указывать ИИ и связанные с ним технологии в качестве авторов или соавторов, а также ссылаться на ИИ как на автора. Таким образом нет какого-либо прямого запрета на использование таких инструментов и необходимости подчеркивать его использование в своих работах [4].

Этические аспекты использования искусственного интеллекта в научных публикациях и работах играют ключевую роль в современном исследовательском процессе. Она служит ориентиром для принятия моральных решений и помогает действовать в соответствии с общепринятыми нормами. При работе с ИИ существует риск непреднамеренного заимствования чужого стиля, что может затронуть вопросы авторских прав. Поэтому крайне важно придерживаться этических принципов, таких как прозрачность, справедливость, ответственность, конфиденциальность и безопасность данных. Прозрачность требует понимания того, как работают алгоритмы и используются данные. Справедливость исключает предвзятость в работе с технологиями. Ответственность возлагает на исследователей обязательства за результаты, а конфиденциальность защищает личные данные. Соблюдение этих принципов повышает доверие к исследованиям и способствует развитию науки [5].

В заключение, стоит подчеркнуть, что искусственный интеллект кардинально меняет научную коммуникацию, делая ее более эффективной – благодаря ускорению публикаций и улучшению поиска информации. Он также способствует доступности и открытости, преодолевая языковые барьеры и визуализируя данные. Таким образом, ИИ становится мощным вспомогательным инструментом, одновременно ставя перед нами новые этические и юридические вопросы. При его использовании важно найти баланс между его использованием и защитой авторских прав, поэтому необходимо создание четких правил, которые будут справедливы как для людей, так и для искусственного интеллекта.

В связи с этим возникает необходимость пересмотра концепции авторства, разработки этических принципов взаимодействия с искусственным интеллектом в сфере науки, а также формирования правовых норм, которые будут регулировать авторские права на произведения, созданные с использованием ИИ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Artificial intelligence in higher education [Electronic resource]. – Mode of access: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-023-00392-8>. – Date of access: 21.10.2024.
2. The potential of learning with AI in education [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.frontiersin.org/journals/artificial-intelligence/articles/10.3389/frai.2022.903051/full>. – Date of access: 19.10.2024.
3. AI Tools in Teaching and Learning [Electronic resource]: Technology-enhanced, Policy, Artificial Intelligence (AI) . – Mode of access: <https://teachingcommons.stanford.edu/news/ai-tools-teaching-and-learning>. – Date of access: 21.10.2024.
4. Generative AI policies for journals [Electronic resource]: The use of generative AI and AI-assisted technologies in scientific writing. – Mode of access: <https://www.elsevier.com/about/policies-and-standards/generative-ai-policies-for-journals>. – Date of access: 15.10.2024.
5. Ethical AI for Teaching and Learning [Electronic resource]. – Mode of access: <https://teaching.cornell.edu/generative-artificial-intelligence/ethical-ai-teaching-and-learning>. – Date of access: 23.10.2024.

УДК 101.1:004.8

Н. К. Рудаковский, А. С. Журавский

Белорусская государственная академия авиации

К ВОПРОСУ ДИАЛЕКТИКИ ТЕХНИКИ, ЧЕЛОВЕКА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Как отмечают исследователи, сегодня философия техники переживает нелегкие времена, связанные с кризисом мировоззренческих установок и неспособностью дать адекватные ответы на вызовы современности проблему устойчивого научно-технического развития, принципы перехода информационного общества в общество знания, проблему глобализации техносферы, как результата развития технонауки и информатизации общества, проблему дегуманизации культуры.

Попытки изменить ситуацию неоднократно предпринимались. Тем не менее, ожидания идеологов этой дисциплинарной области на сближение методологических позиций гуманитарной и «инженерной» философии техники оправдались. В. Н. Порус, характеризуя кризисное состояние предметной области философии техники на рубеже XX–XXI вв. как не способной адекватно реагировать на вызовы времени, отмечал, что философия техники «не может рассчитывать ни на выдохшиеся импульсы «технизм» и «сциентизм» (technicism and scientism), ни на утопии «обуздания» и «гуманизации» технического цунами, захлестнувшего жизнь на планете. Вопрос стоит так: либо философия техники ответит на вызов времени, либо она уйдет с интеллектуальной сцены как статист, участие которого в драме совсем не обязательно».

Основные вопросы философии техники остаются прежними, еще сформированные в XX веке: определение самого понятия «техника», статус техники в системе человеческой деятельности и культуры, является ли техника угрозой для существования природы и человека. Актуальность этих вопросов обусловлена тем, что наука не стоит на месте, развиваются и технология, и техника. Не последнюю роль здесь играет возрастающая популярность искусственного интеллекта.

Сегодня искусственный интеллект (artificial intelligence) рассматривается не только в качестве предмета одной из научных дисциплин, но и как ключевая технология будущего, представляющая собой совокупность методов, предназначенных для решения проблем в трудно формализуемых областях деятельности человека. Именно методы искусственного интеллекта (далее – ИИ) дают возможность решать многочисленные сложные задачи, поскольку обладают большим числом степеней свободы с числом вариантов поиска решений, которые приближаются к бесконечности. Апологеты ИИ считают, что интеллектуальные системы и организации смогут справиться с решением сложных проблем, которые стоят перед человеком в XXI столетии [1].

Что касается опасностей, исходящих от ИИ, то идеи Хайдеггера сегодня остаются актуальными, так же как полвека назад, сегодня проблема заключается не в том, что машина может стать Человеком, а в той степени подчинения человека законам механосферы, к которой мы приходим.

Сегодня основной опасностью, которая приводит к неверному пониманию того, что есть ИИ, является существующая в рамках большинства исследовательских программ явная или неявная установка даже не приблизить машину к человеку, а в каком-то смысле «превратить» Человека в Машину. При этом основные доказательства возможности возникновения у ИИ сознания делаются именно через попытки признания.

При внимательном рассмотрении становится возможным построить достаточно четкие аналогии между тем миром техники, о котором писали Хайдеггер, Ортега-и-Гассет и Симондон, и положением дел сегодня, с возникновением таких феноменов, как ИИ. К таковым относится, прежде всего сродство концепций добычи энергии и бурного роста таких направлений, как Data Science (которое исторически вобрало в себя Data Mining и Data Processing). Сегодня

процессы обработки информации все больше начинают не принадлежать сферам научного исследования и познания, а включаться в производственный процесс машинами (то есть средствами орудиями) и разного рода интеллектуальными системами, основанные на машинном обучении и т. д. Человек в этом процессе из активного исследователя-изобретателя превращается в рабочего-оператора. Кроме того, анализ того, как именно сегодня используются интеллектуальные системы, в какой степени они в действительности являются автономными при выполнении тех или иных задач, может служить основанием для понимания реального положения дел. Современное прочтение некоторых идей этих философов может в значительной степени помочь в понимании того, что есть сегодня техника и ИИ в частности.

Со всей очевидностью, напрашивается вывод о том, что невозможно понять сущности техники как того, что принадлежит вещному миру (и ИИ, если он является именно технической вещью) вне понимания всех тех видов вины, которые послужили ее началом. И здесь же находится исходная точка, от которой необходимо отталкиваться на пути поиска ответов на вопросы о том, какова возможная степень автономности ИИ, о достижимости тех пределов, которые позволят или нет создать в будущем действительно полноценную искусственную личность, тот сверхразум, который сегодня ожидают увидеть многие приверженцы этой идеи.

Все, что произведено, должно быть в распоряжении. М. Хайдеггер определяет это как «состояние-в-наличии». И именно этот факт состояния-в-наличии и определяет дальнейшую несамостоятельность машины и того, что она производит, «ибо она держится только тем, что поставлена на предоставление поставляемого ею» [2]. Определяя сущность техники через понятие «поставка», он ставит человека и природу на один уровень, оба они становятся частью технических процессов. Философ определяет характер техники как производящий выведение из потаенности. «Это поставляющее раскрытие всего может осуществляться только в той мере, в какой человек со своей стороны заранее сам уже вовлечен в извлечение природных энергий» [2].

Именно за человеком философ оставляет возможность видения и саму возможность осуществления изменений. Из чего можно сделать вывод, что Человек в отношении техники и ИИ как технической вещи остается творцом (*causa efficiens*). В этом кроется начало понимания сущности и места ИИ в мире [3].

Но постав, являясь сущностью техники, выходит далеко за рамки поставляющего производства. Естественнаучный способ исследований, по его мнению, становится таким же поставляющим процессом, в котором теория заставляет природу представлять себя как расчетную силу. На наш взгляд, сложившаяся сегодня картина в таких областях, как Data Science, имеет прямую аналогию с картиной мира, описываемой немецким философом. Сегодня выводы, сформированные в результате работы формализованных алгоритмов, начинают формировать поведение людей. Расчетным становится не только представление природы, но уже сам человек начинает представляться как расчетная сила. При этом поле деятельности современного человека может сужаться до размеров экрана телефона. Сама жизнь человека уже начинает определяться правилами этого формализованного, по сути, виртуального или игрового мира, в котором и ресурсы, и процессы их добычи и воспроизводства замыкаются в рамках дополненной реальности. Впрочем, это отдельная тема обсуждения, которая выходит за рамки настоящей работы.

Предлагаемые аналогии можно и развивать, и оспаривать, но если принять их, то с достаточной степенью уверенности можно сделать шаги к обоснованию следующих выводов:

- во-первых, о том, что сегодня техника остается инструментальной и подручной человеку и не имеет собственной самостоятельности;
- во-вторых, о том, что ИИ принадлежит к технике исходя как из условий его возникновения, так и из возможности его существования в мире;
- в-третьих, о том, что угроза превращения человека в ресурс возникла не сегодня. Сегодня эта проблема становится более наглядной, но и только. При этом мысль Хайдеггера можно продлить в том отношении, что Человек сегодня это не только часть процесса, но и, подобно природе, источник ресурсов.

И здесь, казалось бы, можно построить первый мостик между ИИ и Человеком. Ведь ИИ также представляет собой программу, которая выполняется машиной, заставляя ее функционировать, в том числе совершать мыслительные акты. Понимая человека как программу, сторонники сильного ИИ сразу должны были получить в лице Ортеги-и-Гассета долгожданное подтверждение своих идей, присовокупив к этому тезис Тьюринга Чёрча, гипотезу Ньюэлла Саймона и ряд других теорий [4].

Что касается опасностей, то идеи Хайдеггера сегодня остаются актуальными, так же как полвека назад, сегодня проблема заключается не в том, что Машина может стать Человеком, а в той степени подчинения человека законам механосферы, к которой мы приходим. Об этой же опасности говорили большинство философов техники в XX в., таких как Мишель Серр, Бернар Стиглер, Жиль Делёз, Феликс Гваттари. Природа этого рабства заключается не в самих Машинах, а в человеческой пластичности, тяге к удобству и излишествам, которые позволяют нам встраиваться в существующую технику, подчиняясь ее законам, следуя той миссии техники, которую сам же Человек и создал. Человек, словами Ортеги-и-Гассета, с легкостью отдает право желать за него другим.

Также, в рамках рассуждения о возможности замены человека ИИ, можно отметить, что научно-техническая интеллигенция, ученые, инженеры и педагоги должны обладать соответствующими способностями, знаниями, навыками и умениями, и развитым интеллектом. Развитый интеллект человека характеризуется способностью и умением извлекать позитивный опыт из своей жизнедеятельности, разумно приспосабливаться к неожиданным ситуациям и адаптироваться к окружающей среде. Таким образом, пока можно утверждать, что никакой искусственный интеллект, даже самый «умный» компьютер не заменит творческого ученого, инженера и педагога [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хайдеггер, М. *Время и событие* / М. Хайдеггер. – М.: Республика, 1993. – 280 с.
2. Является ли искусственный интеллект чем-то большим, чем техника? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/yavlyaetsya-li-iskusstvennyy-intellekt-chem-to-bolshim-chem-tehnika/viewer>. – Дата доступа: 19.10.2024.
3. «Artificial intelligence» philosophical aspects of understanding [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cyberleninka.ru/article/n/artificial-intelligence-philosophical-aspects-of-understanding>. – Date of access: 21.10.2024.
4. Artificial Intelligence as an Old Technology [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cyberleninka.ru/article/n/artificial-intelligence-as-an-old-technology>. – Date of access: 30.10.2024.

УДК 355.01

В. А. Ксенофонов

Военная академия Республики Беларусь

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ УКРЕПЛЕНИЯ ВОЕННОЙ СФЕРЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛАРУСИ

Современный мир вступил в стадию кардинальных геополитических трансформаций, затрагивающих экономические, социальные, военно-политические, духовно-мировоззренческие и иные изменения, которые характеризуются высокой интенсивностью и динамичностью процессов. Объективно продолжающийся переход от однополярного мироустройства к многополярному, дальнейший рост потенциалов новых центров силы резко обострили соперничество государств за перспективные модели общественного и мирового развития. Проблемы собственной

безопасности ряд глобальных игроков на международной арене пытаются решить за счет других стран и народов.

Конфликтное состояние международных отношений (далее – МО) и военно-политической обстановки (далее – ВПО) отражается на непрерывном совершенствовании технологий ведения военно-силового противоборства. Появляются новые виды и технологии войн, которые никто не объявляет, они трудно идентифицируемы (ментальная война и гибридная война) [1]. Меняется парадигма войны с классической на неклассическую. Несмотря на понимание человечеством перспектив использования ядерного оружия, возрастает количество государств, стремящихся к его обладанию.

Устроители нового мирового порядка продолжают внешнее вмешательство во внутренние дела суверенных государств. Нарастает цивилизационное противостояние между западной и иными локальными человеческими цивилизациями (А. И. Подберезкин) и продолжается мировая гибридная война (А. А. Бартош). Мир находится у опасной черты глобальной социальной и природной деградации. В сложившихся обстоятельствах роль и значение индивидуальной, общественной и национальной (государственной) безопасности существенно возрастают и становятся приоритетом политического и военного управления.

Республика Беларусь – независимое, суверенное и исключительно миролюбивое государство. В силу своего геополитического положения и открытости республика в полной мере объективно включена в мировые процессы глобального противостояния [2]. Белорусский народ свое право на безопасность доказал предшествующей историей, а проблемы военной безопасности (далее – ВБ) в сознании граждан воспринимаются с особой остротой. В условиях усиления военно-силового противоборства в МО значительно возрастает роль военной подсистемы национальной безопасности (далее – НБ), обеспечивающей нейтрализацию военных опасностей (угроз).

Особое место в жизни общества принадлежит военной сфере национальной безопасности (далее – ВС НБ), которая органично вплетена во все сферы общественной жизни. Мы убеждены, что ВС НБ пронизывает всю социальную систему, следовательно, ее состояние, а также качество функционирования играют важную роль в развитии общества и надежности государства. По нашему мнению, она (ВС НБ) является системообразующим компонентом в системе НБ государства.

Полагаем, что основными потребностями (национальными интересами) белорусского государства в контексте развития его ВС НБ являются:

- постоянный анализ международной, военно-политической и стратегической обстановки в интересах выявления формирующихся опасностей (угроз) системе НБ;
- развитие военной организации государства (далее – ВОГ) и всех ее компонентов в соответствии с требованиями военно-политической практики;
- пресечение на ранних стадиях любых актов формирующейся агрессии в отношении страны, откуда бы она не исходила;
- формирование оборонного сознания у граждан республики на основе идеологии обеспечения ВБ как части идеологии белорусского государства;
- гарантированное обеспечение ВБ и вооруженной защиты страны в любых условиях ВПО;
- совершенствование системы коллективной безопасности в рамках Союзного государства, а также с другими дружественными для нашей страны государствами;
- активное участие в формировании нового качества МО, основанных на неделимости безопасности и справедливого мироустройства, гармоничной и сбалансированной архитектуры международной безопасности в интересах всех участников;
- реконструкция взаимного доверия в региональном и мировом масштабах, а также транспарентности МО.

Современное состояние военной составляющей НБ характеризуется негативными тенденциями в регионе Восточной Европы. Усилия военно-политического руководства направлены на гарантированное обеспечение ВБ Республики Беларусь в любых условиях обстановки.

При классификации источников угроз ВБ, обычно их выделяют на внутреннем и внешнем контуре. В военной сфере основными внутренними источниками угроз, по нашему мнению, являются:

- деятельность западных государств и их спецслужб по дестабилизации социальной стабильности и наращиванию в обществе протестных настроений, способных привести к внутреннему гражданскому противостоянию;
- недостаточное понимание гражданами страны специфики технологий непрямого воздействия и парадигмы неклассической войны, и как следствие возможность втягивания населения в хаотизацию социального пространства;
- снижение в обществе исторического и патриотического сознания, культуры коллективизма, девальвация традиций по безупречному выполнению гражданского и воинского долга в условиях эскалации военно-политического конфликта;
- снижение возможностей структурных элементов ВОГ по решению задач мирного и военного времени в результате значительного наращивания военных потенциалов недружественных стран.

В условиях насильственного мира должно быть сформировано понимание каждого человека, что забота о функционировании ВОГ – это забота о собственной безопасности.

По нашему мнению, к наиболее значимым внешним источникам угроз в военной сфере относятся:

- неспособность международных институтов ВБ обеспечить равную безопасность для всех субъектов МО и стратегическую стабильность;
- происходящий передел мира и нарастание агрессивного геополитического и цивилизационного давления со стороны западной локальной человеческой цивилизации на государства, придерживающиеся иной парадигмы собственного развития и перспектив МО;
- расширение блока НАТО, усиление его агрессивности и присвоение им функций по разрешению международных военно-политических противоречий в собственных интересах;
- использование западными стратегами в отношении суверенных государств ментальной агрессии и гибридных технологий военного насилия, трансформирующих социальное пространство страны в серую зону (А.А. Бартош);
- увеличение в мире военного насилия как основного средства решения международных и внутренних проблем;
- наращивание военного потенциала непосредственно вблизи государственной границы Республики Беларусь ударно-наступательной направленности, осуществление провокационной военно-политической деятельности;
- формирование за рубежом антибелорусских организаций и центров, в том числе вооруженных, призывающих к применению военной силы и смене конституционного строя;
- снижение возможностей военно-политических союзов с участием Республики Беларусь по обеспечению коллективной безопасности.

Идеология обеспечения ВБ заключена в Военной доктрине Республики Беларусь (далее – ВД), которая имеет сугубо оборонительный характер [1, с. 64–128]. Исходя из геополитического положения, исторических традиций, собственного потенциала, основываясь на национальных интересах и приоритетах внешней политики, Беларусь осуществляет коалиционную военную политику в рамках строительства Союзного государства. Разрешая противоречие между системой обеспечения НБ и современными технологиями военного насилия, важно понимать характер военных конфликтов, которые четко обозначены в ВД Союзного государства [3].

Диалектика обеспечения НБ такова, что выделение черт современных и перспективных военных конфликтов позволяет государству рационально определять: параметры военного строительства; перспективы развития ОПК; задачи подготовки органов государственного и военного управления; количественно-качественные показатели ВОГ и ее основы ВС; основы подготовки войск (сил); развитие системы территориальной обороны; проблемные вопросы формирования народного ополчения; подготовку экономики страны; критерии развития

системы военного образования; вопросы подготовки населения страны и других структурных компонентов ВС НБ, а в итоге всего государственного организма.

Таким образом, вероятность применения военной силы в комплексе с другими деструктивными мерами в отношении государства обязывает нас осуществлять непрерывный анализ возможных форм насильственных действий, а также методов и технологий использования военного насилия. Решение данной научно-практической задачи будет способствовать принятию обоснованных мер в области НБ, а также своевременному уточнению параметров военной сферы.

Подчеркнем, что как Беларусь, так и Россия стремятся к справедливому мироустройству, без насилия и диктата, поэтому в ВД Союзного государства отмечается, что «применение военной силы рассматривается как крайняя мера только после исчерпания политических, дипломатических, правовых, экономических, информационных и других мер невоенного характера, если их применение представляется невозможным для обеспечения военной безопасности» [3, ст. 15].

В условиях геополитических трансформаций и усиления военно-силового давления на Беларусь именно ВС НБ становится гарантией сохранения государства и перспектив его развития. Система обеспечения ВБ направлена на нейтрализацию как внутренних, так и внешних военных опасностей (угроз) национальным интересам страны. Принимаются системные меры по обеспечению готовности государства к отражению возможной агрессии в различных вариантах ее зарождения и развития. Проводится комплекс мер по созданию условий в целях недопущения военного конфликта с участием Республики Беларусь. Особое внимание уделяется надежному функционированию всех элементов ВОГ и ее ядра – ВС.

Исходя из насильственной динамики современного мира и увеличения количества военных конфликтов, их постоянной трансформации, правомерно ставить и решать научную проблему по философии безопасности и ее военной составляющей, направленной на сбережение и сохранение человека, а также мира на планете.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ксенофонтов, В. А. Военная сфера национальной безопасности: монография / В. А. Ксенофонтов. – Минск : ВА РБ, 2024. – 365 с.
2. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь. Военная доктрина Республики Беларусь. – Минск : Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2024. – 128 с.
3. Военная доктрина Союзного государства. [Электронный ресурс]: утв. постановлением Высш. Гос. Совета Союзного государства, 04.11.2021 г., № 5. – Режим доступа: <https://www.postkomsg.-com/documentation/document/1899/>. – Дата доступа 02.02.2022.

УДК 004.7

А. А. Левицкий, Н. К. Рудаковский

Белорусская государственная академия авиации

ЭВОЛЮЦИЯ ПОНИМАНИЯ ТЕХНИКИ

Техника как сфера человеческой деятельности привлекает внимание философов на протяжении веков. Мыслители Древней Греции и Рима, эпохи Возрождения и Нового времени исследовали теоретические и философские аспекты техники. Однако еще недавно, в конце XX века, философия техники считалась периферийной областью в рамках современной философской науки. Ситуация изменилась в начале XXI века с возникновением проблематики конвергентных технологий (нано-, био-, инфо- и других).

В философских работах до сих пор не существует единого определения термина «техника». На протяжении исторического развития это понятие претерпело изменения, что

отразилось в различных определениях. Техника обозначалась как: 1) ремесло, мастерство, искусство; 2) система орудий и машин; 3) правила и методы для выполнения определенной деятельности; 4) средства труда; 5) система искусственных органов в человеческой деятельности; 6) система механических устройств для выполнения задач. Количество таких определений велико, но все они подчеркивают главное: техника связана с принципом преобразования. В сущности, техника – это то, что позволяет человеку изменять природу, себя и общество [1].

Немецкий философ Карл Ясперс описывает эволюцию техники следующим образом: «Техника как умение использовать орудия труда существует с тех пор, как существуют люди. На основе простых физических законов техника действовала в ремесле, военном деле, а также при использовании колес, лопат, плугов, лодок, силы животных, парусов и огня – мы видим эту технику во все времена, доступные нашей исторической памяти. В великих культурах древности, особенно на Западе, развившаяся механика позволяла перевозить тяжелые грузы, строить здания, прокладывать дороги и создавать корабли, а также конструировать осадные и оборонительные машины.»

Однако эта техника оставалась в рамках того, что было соразмерно человеку и доступно его образованию. Все изменилось с конца XVIII века, когда произошел резкий скачок в развитии техники, охвативший все стороны человеческой жизни [2]. «В чем же заключалось это новшество? – задается вопросом философ. – Самый убедительный ответ заключается в том, что были изобретены машины – устройства, автоматически производящие продукты потребления. То, что раньше выполнял ремесленник, теперь делает машина. на прядет, ткет, пилит, стругает и так далее.»

Периодом зарождения философии техники считается конец XIX – начало XX века. Почти одновременно в Германии и России философия техники появилась как результат саморефлексии, укрепляющей свое место в обществе инженерного сословия. Термин «философия техники» был введен Эрнстом Каппом, чья книга «Основания философии техники» вышла в Германии в 1877 году. Его вклад в развитие этой области трудно переоценить, о чем будет сказано далее.

Философия техники – это направление и область философии, которые исследуют феномен техники в целом как сложного, целостного, динамического и противоречивого феномена современной цивилизации. Сегодня философия техники изучает:

- общие закономерности развития техники, технологии, инженерной и технической деятельности, технических наук;
- место техники, инженерной и технической деятельности в культуре общества;
- отношение человека и техники, техники и природы, этические и эстетические, глобальные проблемы современной техники и технологии [3].

В широком смысле слова философия техники представляет собой особую область знания, исследующую сущность, закономерности, основные этапы развития техники, ее место в системе культуры, характер и механизм взаимодействия. В собственном смысле слова философия техники обозначает совокупность философских школ, учений, рассматривающих технику через призму человеческой культуры и цивилизации, одновременно исследующих мировоззренческие и методологические аспекты проблем и противоречий, которые порождаются современным научно-техническим прогрессом. Таким образом, философия техники дает более широкий, гуманитарный взгляд на технику.

Огромную роль в популяризации техники и осмыслении ее роли в жизни общества сыграли так называемые немецкие «философствующие инженеры». «Не покидая инженерной профессии, они тоже стали задумываться над тем, что такое техника» (Петр Энгельмейер). Дискуссии о месте техники в современной культуре и о значении инженерной профессии в обществе были начаты в Германии раньше, чем где-либо. Среди немецких «философствующих инженеров» стоит отметить следующих:

- Эрнст Гартиг (1836–1900) – известный технолог, многолетний член Германского Патентамта; окончил Дрезденский политехникум. Первый ректор Дрезденской высшей

технической школы (1890). Внес вклад в формирование категориального аппарата технических наук и развитие общей технологии.

- Иоганн Генрих Мориц Поппе (1776–1854). Был учеником Бекманна, развивал его идеи и учение. Первоначально часовщик, затем преподаватель физики и математики в гимназии, с 1818 г. профессор Тюбингенского университета. В 1821 г. опубликовал свой главный труд «Руководство к общей технологии», работал над вопросами истории техники.

- Франц Рело (1829–1905) был не только ученым, но и практиком: его отец был основателем первой фабрики машин в Германии (оба его деда тоже были техниками), и Франц работал на заводе отца учеником. Учился в Политехническом институте в Карлсруэ, а также в университетах Бонна и Берлина. Работал на Кельнской фабрике машин, преподавал в технических учебных заведениях, был ректором Берлинской высшей технической школы. Автор книг «Конструктор» (образцовая работа по конструированию машин), «Теоретическая кинематика», «Техника и культура». В последней, он решает три вопроса. Во-первых, «какое собственно положение занимает техника наших дней в общей работе над задачей культуры». Во-вторых, он ищет метод, который должен быть основой изобретательской деятельности, в-третьих, это вопрос о техническом преподавании [3].

Философия техники действительно претерпела значительные изменения и расширения в своем понимании, особенно в свете научно-технического прогресса. Концепции манганизма и натурализма, предложенные Францем Рело, подчеркивают важные аспекты европейской и традиционалистской культур, а также их отношение к технике. Манганизм как метод предполагает активное познание законов природы и использование этих знаний для управления ею. Это понимание техники как инструмента, позволяющего человеку изменять окружающий мир, стало основой для культурного расцвета европейской цивилизации. В этом контексте техника рассматривается не только как набор инструментов и машин, но и как способ взаимодействия человека с природой [3]. Натурализм, в свою очередь, может быть рассмотрен как более традиционное, возможно, даже консервативное восприятие техники, которое акцентирует внимание на гармонии с природой и уважении к ее законам. В этом контексте техника не должна нарушать естественные процессы, а должна служить их поддержанию и улучшению.

Важным моментом является то, что философия техники начала активно развиваться в XX веке благодаря усилиям различных сообществ и организаций, таких как Союз немецких инженеров. Это стало основой для более глубоких исследований, которые включали этические аспекты и ответственность инженеров за свои действия. Появление международных обществ и журналов, таких как «Технэ», способствовало распространению идей и практик, связанных с философией техники [4].

В США концепция «Наука, техника, общество» (STS) также сыграла важную роль в формировании философии техники как самостоятельной дисциплины. Здесь акцент делается на взаимосвязи между научными достижениями, технологическими инновациями и их влиянием на общество [5].

Современное восприятие техники расширилось до охвата не только механических и электронных устройств, но и биологических технологий, что указывает на необходимость пересмотра традиционных представлений о том, что такое техника. Включение биотехнологий и сельскохозяйственной техники в это поле демонстрирует, что техника теперь охватывает более широкий спектр взаимодействий с природой — как органической, так и неорганической.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Миронова, В. В. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук: учебник для аспирантов и соиск. ученой степени канд. наук / В. В. Миронова. – М. : Гардарики, 2006. – 350 с.

2. Яхно, В. Н. Философия техники: специализированный модуль: пособие по одноименному курсу для студентов техн. спец. днев. и заоч. форм обучения / В. Н. Яхно. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 103 с.

3. Философия техники как направление современного философского знания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/filosofiya-tehniki-kak-napravleniesovremennogo-filosofskogo-znaniya/viewer>. – Дата доступа: 21.09.2024.

4. Современная философия техники: предмет, проблемы, гуманистический смысл и предназначение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [cyberleninka.ru https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-filosofiya-tehniki-predmetproblemy-gumanisticheskiy-smysl-i-prednaznachenie/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-filosofiya-tehniki-predmetproblemy-gumanisticheskiy-smysl-i-prednaznachenie/viewer). – Дата доступа: 21.09.2024.

5. Философия техники в XXI веке: современное состояние и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://discourse.elpub.ru/jour/article/view/83/96>. – Дата доступа: 15.09.2024.

УДК 355.23 Г64

М. М. Мезенцев

Военная академия Республики Беларусь

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ КАДРОВ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

События, имевшие место после проведения в августе 2020 года выборов Президента Республики Беларусь и объявления их итогов, появление военной техники блока НАТО вблизи от Государственной границы Республики Беларусь, наглядно свидетельствуют о том, что западным сообществом было предпринято деструктивное информационное воздействие с целью осуществления информационного влияния на политические и социально-экономические процессы, а также на физических и юридических лиц в целях ослабления обороноспособности государства. Откровенное вмешательство западных стран в ситуацию в Беларуси (круглосуточное вещание англо-, польско- и белорусско-говорящих контентов), призывающих к дальнейшим жестким деструктивным действиям протестующих в отношении власти, принятие крайне тенденциозной резолюции Евросоюза в отношении нашей страны дают основание полагать, что актуальность, практическая направленность и прикладной характер данной проблемы автору публикации представляются логичными.

Республика Беларусь определяет вектор своего дальнейшего развития, что особенно актуально в преддверии очередных президентских выборов. Происходит это событие в чрезвычайно сложной военно-политической обстановке в мире. Под прикрытием лозунга о нарушениях демократических норм обострились глубинные, коренные причины войн и вооруженных конфликтов, усилилось деструктивное влияние на все слои общества. В складывающихся условиях большое значение имеет обучение и воспитание военных кадров, – защитников Республики Беларусь, формирование мировоззрения средствами социально-гуманитарного знания, привитие высоких духовно-нравственных ценностей.

Важно отметить, что одним из наиболее существенных преимуществ советской системы образования, цементирующей духовные основы государства, был фундаментальный характер преподавания общественных дисциплин, который обеспечивал на протяжении многих лет высокий уровень гуманитарного знания. Автор согласен с позицией В. Н. Бусловского, что эту работу следует строить на прочном историческом фундаменте, в том числе опыте, накопленном в советские годы. Мы не должны уподобляться «Иванам, не помнящим родства» [1, с. 62]. В этой связи целесообразно акцентировать внимание на необходимости опираться на культурные и духовные традиции нашего народа, его тысячелетнюю историю, на ценности,

составляющие нравственную основу нашей жизни, ибо «...опираясь на опыт прошлого – мы вместе создаем и будем создавать будущее» [2, с. 64].

Известно, что без знания прошлого нет будущего, невозможно подготовить офицера без прочных исторических знаний, которые способствуют формированию научного мировоззрения и расширению военно-исторического кругозора. И сегодня, по образному выражению Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко «Историю надо знать, а ее уроки – помнить. Кто этого не делает, тот обрекает себя на повторение самых трагических ошибок» [3, с. 8].

В предвоенный период все высшие учебные заведения подчинялись Всесоюзному Комитету по делам Высшей Школы при Совете Народных Комиссаров СССР. Принимались меры по комплектованию высшей военной школы профессорско-преподавательским составом высокой квалификации. С началом Великой Отечественной войны профессорско-преподавательский состав кафедр основ марксизма-ленинизма занимался организацией учебы в условиях военного времени. Их деятельность была полностью подчинена интересам и нуждам фронта.

В послевоенный период задачи кафедр общественных наук расширились. Большие изменения произошли в содержании и материально-техническом обеспечении занятий. Вводилось обязательное преподавание истории КПСС, политической экономии, диалектического и исторического материализма, теории научного коммунизма, а также партийно-политической работы в Советской Армии и Военно-Морском Флоте. Профессорско-преподавательский коллектив кафедр основ марксизма-ленинизма в рассматриваемый период успешно решал образовательные и воспитательные задачи [4, с. 17]. Вместе с тем, в период усиления конфронтации между двумя общественно-политическими системами требовалось улучшить политическую и организаторскую работу в массах военнослужащих, сосредоточив основные усилия на дальнейшем повышении боеготовности Вооруженных Сил.

В формировании профессиональных качеств военнослужащих решающая роль принадлежала общественным наукам, так как именно эти науки определяют конкретное содержание и направленность всей деятельности защитников Отечества. В обучении и воспитании слушателей и курсантов одно из ведущих мест занимало формирование профессионального умения работать с личным составом. В этой связи уделялось большое внимание мировоззренческой и методологической подготовленности для работы с подчиненным личным составом. Отмечалось, что в борьбе двух мировоззрений не может быть места нейтралитету и компромиссам. Здесь нужна высокая политическая бдительность, активная, и убедительная пропагандистская работа, своевременный отпор враждебным идеологическим диверсиям. Таким образом, за годы своей деятельности кафедры общественных наук вузов Министерства обороны СССР достойно реализовали поставленные перед ними цели и задачи по подготовке военных кадров.

Перестроечные процессы 80-х годов XX века, проходящие в СССР, затронули все сферы общества. Проводимый политический курс определил политику перестройки и в Вооруженных Силах государства. Начался процесс постепенной подмены идеалов социализма другими идеалами и ценностями. Был сделан антинаучный вывод о том, что советская система не подлежит реформированию, а потому должна быть разрушена. Это в полной мере коснулось и системы подготовки военных кадров, особенно ее идеологической составляющей.

Исторический опыт идеологической составляющей имеет особое значение для современной образовательной системы. Актуальность ее совершенствования обусловлена следующими обстоятельствами:

- во-первых, необходимостью объективного анализа, имеющегося опыта формирования мировоззрения военных кадров и определения приоритетных направлений в соответствии с требованиями Концепции национальной безопасности и Военной Доктрины Республики Беларусь, принятыми в 2024 году Всебелорусским народным собранием;

- во-вторых, необходимостью повышения уровня педагогической подготовки преподавательского состава, для качественного решения образовательных и воспитательных задач в процессе получения обучаемыми профессионального образования;

- в-третьих, высокой значимостью военно-патриотической составляющей профессиональной подготовки военнослужащих, направленной на дальнейшее укрепление в обществе и армии чувства патриотизма, готовности к защите национальных интересов Республики Беларусь;

Главной целью преподавания социально-гуманитарных наук на современном этапе является формирование у курсантов мировоззренческих ценностей, личностных качеств и мотиваций, необходимых для будущей профессиональной и социальной деятельности. «Программа обучения в вузе должна быть направлена не только на подготовку узкопрофильного, пусть даже высокопрофессионального специалиста, но и на формирование у него жизненных ценностей, идеалов и ориентиров, соответствующих управленцу-государственнику, формирование понимания национальных интересов Беларуси, готовности к их защите, умения их отстаивать» [5, с. 10].

Исходя из изложенного, представляется возможным выделить общие для всех специальностей наиболее важные профессионально значимые и личностные качества будущих военных специалистов, связанные с профессиональной деятельностью. Во-первых, это высокая духовность и умение противостоять деструктивному влиянию, готовность к защите Родины, чувство патриотизма, офицерской чести и воинского долга. Во-вторых, уважение к историческому наследию, воинским и трудовым традициям. В-третьих, владение культурой межнационального общения и толерантность к другой культуре, умение сплачивать личный состав, укреплять дружбу между воинами различных национальностей. В-четвертых, способность ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры. В-пятых, взаимодействие на основе принятых моральных норм. Формирование этих качеств, – это и есть насущная задача социально-гуманитарного знания.

Таким образом, одним из несомненных преимуществ системы высшего образования в Республике Беларусь, ярко выражающем своеобразие и ее гуманистическую сущность, является фундаментальный характер социо-гуманитарного образования, позволяющий формировать у выпускников высших учебных заведений социально-профессиональные компетенции, основанные на гуманитарных знаниях в контексте идеологии белорусского государства. В условиях возрастания идеологического и информационного противоборства, как и прежде, национальную безопасность государства олицетворяет и обеспечивает духовный и интеллектуальный потенциал Вооруженных Сил Республики Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бусловский, В. Н. Преимущество системы воспитания в Вооруженных Силах СССР и Российской Федерации / В. Н. Бусловский // Военная мысль. – 2014. – № 5. – С. 60–72.
2. КПСС о Вооруженных Силах Советского Союза: Документы. 1917–1981. – М., – 447 с.
3. Лукашенко, А. Г. Вечный огонь. // А. Г. Лукашенко // СБ. Беларусь сегодня. – 8 мая 2015 г. – С. 2.
4. Кафедра гуманитарных дисциплин (1939–2015 гг.): Исторический очерк. – СПб., 2015. – 207 с.
5. Гура, А. Н. Основы обороны страны / А. Н. Гура // Белорусская думка. – 2012. – № 10. – С. 3–10.

УДК 371.72

О. Г. Петровская, С. А. Дулич, Е. О. Рабченко

Белорусская государственная академия авиации

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ГРУППАХ

Управление учебно-воспитательным процессом (далее – УВП) – это вид деятельности, позволяющий решать проблемы организации учебного процесса путем повышения мотивации, стимулирования и разумной организации взаимодействия курсантов и преподавателя. Основной проблемой УВП является не поиск ошибок, как цель, а поиск причин и способов их решения.

Учебно-воспитательный процесс при проведении занятий по предмету «Физическая культура и здоровье» с курсантами, отнесенными к специальной медицинской группе (далее – СМГ) – это процесс усвоения учащимися системы научных знаний, умений и навыков, овладение способами их применения на практике и опыте социального поведения с учетом ограничений и противопоказаний, обусловленных медицинскими рекомендациями.

Организация и управление УВП предполагает:

1. Постановку цели УВП.
2. Конкретизацию задач УВП.
3. Разработку содержания УВП.
4. Применение процессуальных основ УВП: методов, средств, форм организации.
5. Определение психолого-педагогических механизмов реализации.
6. Контроль результатов.

Преподаватель:

- Определяет цель, содержание и задачи УВП;
- конструирует методы, средства и формы организации;
- воздействует на психолого-педагогические механизмы реализации учебно-воспитательного процесса;
- диагностирует результат.

Педагогический процесс физического воспитания, как творческая деятельность способен вызывать внешние и внутренние противоречия, затрагивающие интересы как педагогов, так и курсантов.

Внешние противоречия учебно-воспитательного процесса:

1. Консервативный подход к подготовке подрастающего поколения (устаревшие методики организации работы; недостаточное материально-техническое оснащение; традиционно формальное отношение к физической культуре в обществе);
2. Противоречие между требованиями общественной жизни и уровнем готовности курсантов к ней (обществу нужны здоровые дееспособные личности, а процесс их формирования ограниченно эффективен);
3. Противоречие между активно-деятельной природой молодежи и недостатком индивидуального опыта, знаний умений и навыков для реализации этого стремления: при отсутствии индивидуального подхода к личности курсанта и педагога традиционное построение УВП скорее ограничивает стремление к инициативе, чем развивает ее.

Внутренние (субъективные) противоречия учебно-воспитательного процесса: разница между тем, какими знаниями, умениями и навыками курсант и педагог обладают, и каких качеств им недостает – наоборот служат внутренним стимулом активности в личностном формировании.

Учебно-воспитательный процесс с курсантами, отнесенными к СМГ, имеет ряд особенностей:

1. Целенаправленность;

2. Многофакторность (что объясняет эффект неоднозначности результатов);
3. Личность курсанта;
4. Личность педагога;
5. Отдаленность результатов от момента непосредственного воздействия;
6. Непрерывность (непрерывное взаимодействие педагог-курсант).

Можно выделить несколько моделей педагогического подхода к учебно-воспитательному процессу.

Модель формирующего (традиционного) педагогического подхода к УВП:

- Формирующее воспитание (курсанты целенаправленно присваивают социально заданные и педагогически ориентированные качества);
- Курсант – объект педагогических воздействий, а преподаватель – исполнительный субъект с ограниченной инициативой в рамках директивных указаний управленческих органов;
- Функциональное взаимодействие в педагогическом процессе, когда каждому из его участников предписываются определенные ролевые обязанности, отход от которых рассматривается как нарушение нормативных основ поведения и деятельности;
- Внешняя обусловленность поведения и деятельности курсанта, которая становится основным показателем его дисциплинированности, исполнительности и которая приводит к игнорированию внутреннего мира личности при осуществлении педагогического воздействия;
- Прямой (императивный) стиль управления деятельностью курсанта, для которого характерно монологизированное воздействие, пресечение инициативы, творчества обучаемых;
- Стандартизация образовательного процесса, при котором содержание и технологии обучения ориентированы на возможности среднего обучаемого.

Модель личностно-ориентированного (гуманистического) УВП:

- воспитательный процесс направлен на выработку личного знания, собственного мнения (человек не объект воспитания, а его суть);
- педагог реализует себя и представляемую им культуру через воспитание личности курсанта, таким образом, УВП – естественный процесс удовлетворения потребностей двух объектов (преподаватель-курсант);
- цель учебно-воспитательного процесса разрабатывается с учетом трех источников: запроса общества, запроса курсанта и педагога;
- реализация педагогической ситуации через включение индивидуальности педагога в структуру учебно-воспитательной технологии;
- простейшая форма учебно-воспитательного процесса – диалог (обмен потенциалами).

В связи с подразделением учебного контингента на занятиях по предмету «Физическая культура и здоровье» на основную, подготовительную и специальную медицинские группы, различны и подходы к организации и управлению учебно-воспитательным процессом.

Если в процессе обучения основной и подготовительной медицинских групп целью УВП становится формирование физической культуры студентов, содействие в совершенствовании их профессионально значимых и личностных качеств, приобретение знаний по основам теории и методики самостоятельных занятий, то при работе с курсантами отнесенными к группами СМГ на первый план выходит укрепление здоровья, устранение функциональных отклонений, развитие компенсаторных функций.

Из различия в целях сразу возникает различие задач, содержания учебного процесса, методик реализации и контроля. Общим остается одно: чем более индивидуален подход к курсанту, при качественном построении учебного процесса, тем выше его эффективность.

Задача преподавателя – побудить курсантов с активным осознанием участвовать в учебно-воспитательном процессе и в результате воздействовать на их личностные качества, физические кондиции и профессиональную подготовку.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Петровская, О. Г. Организация и управление учебно-воспитательным процессом на кафедре физической культуры / О. Г. Петровская // Актуальные проблемы физической культуры и спорта: сб. науч. ст. / Чуваш. гос. пед. ун-т; под ред. Г. Л. Драндрова. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2013. – Вып. 4. – С. 614–619.
2. Петровская, О. Г. Внедрение модульной системы в организацию учебного процесса в вузе / О. Г. Петровская // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: материалы 5 международной научно-практической конференции / под ред Л. А. Деминской; ДГИЗФВиС. – Донецк, 2011. – С. 124–129.
3. Тимошенко, В. В. Физическое воспитание студентов, имеющих отклонения в состоянии здоровья / В. В. Тимошенко, С. Н. Богданова., Ю. Т. Жуковский. – Минск, 1995. – 104 с.

УДК 355.23

В. Ю. Пискун¹, С. А. Савик², М. И. Капкович²

¹Главное управление командующего внутренними войсками Министерства внутренних дел Республики Беларусь,

²Белорусский национальный технический университет

КОНЦЕПЦИЯ ВОЕННОГО ЛИДЕРСТВА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Введение: Важность данной темы обусловлена событиями, происходящими вокруг границ Республики Беларусь (далее – РБ). Соседние страны ускоренными темпами проводят мероприятия по увеличению численности и перевооружению своих национальных вооруженных сил. Продолжающееся усложнение военно-политической обстановки вокруг Республики Беларусь вынуждает принимать меры по защите своего суверенитета и территориальной целостности, повышать уровень технической оснащенности организаций, обеспечивающих военную безопасность, активнее внедрять в практику боевой подготовки военнослужащих опыт использования вооружения и систем управления, полученный на полях боев в Украине.

Проведение таких мероприятий в короткие сроки невозможно без эффективного управления и поддержания достаточного уровня мотивации личного состава, способности командира и начальника вести за собой, показывая пример.

Основная часть: В целях консолидации усилий и повышения эффективности деятельности государственных органов и иных организаций, граждан РБ по защите национальных интересов, в РБ создана и функционирует система подготовки военных кадров, необходимых для обеспечения национальной безопасности РБ.

Вместе с тем, отдельным проблемным вопросом является отсутствие связей между личностными и профессиональными качествами военнослужащих, четкой структуры, в соответствии с которой необходимо их развивать, а также стандартизированных и универсальных ценностей, которые были бы одинаковы для всех военнослужащих вне зависимости от их места в системе, уровня образованности, воспитания и взглядов [1, с. 56].

Пунктом, в котором могли бы сойтись все аспекты воспитания и подготовки военнослужащего с учетом его служебного положения, уровня в системе управления (тактический, оперативный, стратегический), может стать Концепция военного лидерства военнослужащих Республики Беларусь (далее – Концепция).

Конечную цель реализации Концепции можно сформулировать так: «Организации, обеспечивающие военную безопасность, составляют мотивированные, компетентные, активные лидеры-профессионалы, мыслящие критично и креативно, способные адекватно реагировать на вызовы Республике Беларусь в XXI веке».

Предназначением же Концепции является определение и внедрение системы унифицированных идей, мировоззрения, профессиональных требований, взглядов и принципов военнослужащих, стандартизация процессов формирования и поддержания их лидерских компетенций, а также указание направлений реализации данной системы на тактическом, оперативном и стратегическом уровне управления при выполнении задач по предназначению и в повседневной деятельности.

Исследование лидерства как феномена привлекает значительное внимание научных, управленческих и предпринимательских кругов, однако и на сегодняшний день определение лидерства найти достаточно проблематично. Это мощное и в то же время нематериальное понятие позволяет создавать и мотивировать коллективы достигать общих целей.

В контексте военного дела лидерство обретает еще больший вес. Здесь лидерство превращается в набор конкретных действий и знаний, направленных на эффективное управление личным составом, развитие мышления и возможности принятия быстрых и взвешенных решений в критических ситуациях.

Выражаясь более четко, **военное лидерство** – это процесс влияния военнослужащих на личный состав, который осуществляется на основе морального авторитета, компетентности и практического опыта с целью успешного выполнения поставленных задач и, в конечном итоге, достижения общей цели. Влияние может осуществляться: непосредственно – путем отдачи приказов и распоряжений, через контроль за их соблюдением, стимулирование и мотивацию; опосредованно – собственным примером, с помощью настроенной внутренней коммуникации, путем формирования организационной культуры и традиций подразделения (части, соединения, объединения, организации).

Суть военного лидерства, а также саму Концепцию в концентрированном виде можно изложить посредством четырехфакторной ценностно-компетентностной модели формирования лидера, раскрывающая качества, компетенции и основные ценности военнослужащего-лидера в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Четырехфакторная модель формирования лидера-военнослужащего

Военнослужащий-лидер	Личные ценности	Честь
		Стойкость
		Профессионализм
		Единство
	Личностные компетенции	Интеллектуальная компетентность
		Эмоциональная компетентность
		Коммуникативная компетентность
		«Цифровая» компетентность
		Управленческая компетентность
	Компетентности по специальности	Понимание взаимодействия с другими родами войск, знание тактики (оперативного искусства, стратегии)
		Знания и умения по специальности в рамках разделения военного труда
		Боевые навыки и физическая готовность
		Знания и умения в области техники
	Опыт	Повседневная деятельность
		Стремление к изучению и внедрению в практику подготовки боевого опыта
		Активное участие в учениях, тренировках, занятиях с целью получения опыта

Данная модель дает неизменную отправную точку в развитии на протяжении всего периода службы, позволяет не только определить единые направления в обучении военных кадров, но и оценить качественное состояние подготовки военнослужащих при создании надлежащей системы оценки входящих в него параметров.

Раскрытие основных понятий, входящих в данную схему, будет осуществлено автором дополнительно при наличии необходимости и заинтересованности в Концепции в рамках дальнейших исследований.

Опыт боевых действий в ходе проведения СВО (далее – специальная военная операция) подтверждает, что военное лидерство играет важную роль в достижении военных целей и обеспечении эффективности военных операций. Оно требует определенных навыков и качеств, таких как стратегическое мышление, коммуникационные способности и способность принимать решения в сложных ситуациях. Военное лидерство также имеет этические аспекты, и военные лидеры должны быть готовы принимать ответственность за свои действия. Взаимодействие военного и политического лидерства также играет важную роль в определении стратегии и целей военных операций. В целом, военное лидерство является неотъемлемой частью военной деятельности и имеет значительное влияние на успех военных операций [2, с. 112].

Заключение. В заключение хотелось бы отметить, что на данном этапе развития системы обеспечения военной безопасности Республики Беларусь, назрела необходимость внедрения законодательно закрепленного института военного лидерства, что обусловлено возросшей информационной нагрузкой на военнослужащих, технической оснащенностью войск, общей потребностью в возможности командира, а в нужных случаях и подчиненного, брать на себя ответственность, вести за собой личный состав, руководить боем и операцией, проводить качественные изменения профессиональной культуры военнослужащих и улучшать Вооруженные силы и иные воинские формирования в целом.

Практическая реализация положений Концепции при ее принятии и понимании военнослужащими позволит поднять уровень их профессионально-должностной подготовки, развить морально-психологические качества личного состава, поддерживать психологическую готовность к ведению боя и эффективно выполнять задачи по предназначению, в полной мере раскрыть и реализовать потенциал боевых традиций белорусского народа и его стремление к сохранению мира и отстаиванию своих интересов.

Лидерами не становятся – их воспитывают.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Юнель, С. А. Личность военнослужащего и его лидерские качества / С. А. Юнель // Научные исследования и разработки. социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2021. – Т. 10, № 2. – С. 53–58.

2. Головлёв, М. Клаузевиц и пустота. Политологический анализ операции и боевых действий / М. Головлёв. – М. : Книжный мир, 2023. – 160 с.

УДК 37

В. Н. Сивицкий

Белорусская государственная академия авиации

КУЛЬТУРА И ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ

Человек, как существо историческое, действует, живет, «функционирует» в обществе как в социальном политико-экономическом, так и сугубо субъективно-духовном индивидуально-личностном измерениях, с поправкой не только на изменяющуюся окружающую среду (природу), но и с учетом всего того, что было с ним, его семьей – родом, его Родиной-обществом и всем человечеством с начала времен до сего дня. Иначе говоря, человек пребывает в этом мире в контекстах исторической (культурно-исторической) памяти. В этом смысле *история – это принципиально то, что призвано учить индивида накопленному жизненному опыту всех людей, обеспечивая позитивное прогрессивное развитие через преемственность поколений – как близких, так и отдаленных от нас во времени и пространстве.*

Но где эта учительная база истории, к которой необходимо обращаться? Как и в чем она хранится? Мы видим, что физически может уйти в инобытие человек, может быть физически уничтожен народ, может исчезнуть цивилизация с ее идеями, смыслами и практиками, но то, что достигнуто, человеком – народом – цивилизацией, невидимо-неслышимо, несмотря ни на что, все равно сохраняется и прорастает в веках так или иначе, в то или иное благоприятное время пробиваясь на свет. Может исчезнуть бесследно все, что было, но через много веков потом живущие историки-археологи или другие исследователи истории раскопают то, что бесследно исчезло, и все равно будет доказано, что это бесследное было на самом деле.

Очевидно, следует всегда иметь ввиду, что *история как феномен культуры существует, минимум в трех измерениях:*

- история как объективная реальность, т. е. содержательный поток времени, неисчерпаемая река накапливаемых событий, смыслов, идей – ни от кого не зависящая историческая память человечества;

- история как интерпретация и среда жизни, т. е. то, что позволяет индивиду-личности и социуму исторически комфортно обосноваться в этом мире – и ученому, реализующему в исторической науке ту или иную концепцию, и князю-властителю, дающему приказ какому-нибудь Нестору-летописцу внести поправки в летопись – хронику, и простому смертному, выгодно подающему себя в потоке жизненных событий и обстоятельств;

- история как инструмент моделирования прошлого, настоящего и будущего, т. е. как способ освоения-переработки времени, в том числе как средство научно-оправданной мифологизации событий и личностей.

Принципиально значима для любого индивида и любого объединения людей – история как объективная реальность, историческая память человечества. Именно история как средоточие накапливаемых смыслов, идей и образцов существования, как историческая память народа, общества, мирового сообщества – это та самая наиболее убедительная учительная база информации, сохраняющая указания, адресации к позитивным потенциалам и векторам развития.

Проблемы современного компьютерно-информационного общества, периода развития, когда «человеческий мир стал глобальной, подлинно космической силой, располагая научно-техническим потенциалом, не имеющим аналога в предыдущей истории» [1, с. 6], в первую очередь обусловлены оторванностью человека от фундаментальных смыслов исторической памяти, нарушением связи поколений, преемственности передачи от поколения к поколению накопленного опыта существования и выживания на нашей планете.

Во-первых, дело в том, что приобщенность к исторической памяти человечества лежит в основе чувства ответственности индивида и всего общества за каждое свое действие, в то время как современный человек пребывает во власти локальных потребностей и намерений.

Во-вторых, крайняя рационализация личности не позволяет человеку видеть сакральные смыслы происходящего, скатываясь исключительно к профанно-утилитарному выстраиванию жизнедеятельности.

В-третьих, оторванность от исторического опыта человечества порождает дегуманизацию личности и общества, забвение возможностей мирного сосуществования и атомизацию человека и общества, сосредоточение на индивидуально-особенном и эгоистическом.

В-четвертых, по замечанию В. Ф. Мартынова, «актуальность системной трансляции мирового культурного опыта определяется процессом массового разрушения оптимистического взгляда на мир, обострением трагического мироощущения» [1, с. 7].

Стратегическая и операциональная основа трансляции учительной базы исторической памяти – культура, т. е. некая внебиологическая, позитивная, созидательная среда, в отличие от негативно направленной, деструктивной стихии антикультуры.

Три важнейших смыслообразующих компонента культуры: обработка – возделывание, обучение – воспитание и духовно-религиозный культ, – сегодня в первую очередь должны быть направлены на формирование духовных ценностей человека, создание базиса его духовности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мартынов, В. Ф. Культурология. Теория культуры: учеб. пособие / В. Ф. Мартынов. – Минск : АСАР, 2008. – 848 с.
УДК 351.814.4

3. В. Смирнов

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

МАЛАЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ МОЛОДЕЖИ К РАБОТЕ В АВИАЦИИ

В авиационной отрасли представлено множество различных специальностей, включая пилотов, бортпроводников, инженеров, диспетчеров и специалистов по техническому обслуживанию. Это дает возможность выбрать подходящее направление в зависимости от интересов и навыков. Но по данным статистики приблизительно 100 000 человек в России работает в этой отрасли. Для примера в ОАО «РЖД» работает около 700 000 человек. С чем может быть связана эта проблема? На мой взгляд, одним из основных препятствий является малая осведомленность населения в сфере авиации. Многие молодые люди не имеют достаточной информации о возможностях карьеры в авиации. В результате чего они могут не рассматривать эту сферу как вариант для профессиональной деятельности. Недостаток осведомленности об авиации среди людей может быть обусловлен несколькими факторами:

1. **Отсутствие доступной информации:** В СМИ и общественном обсуждении темы авиации не всегда представляется достаточно информации. Часто внимание сосредоточено на крупных инцидентах или новостях, тогда как повседневная работа и достижения авиационной отрасли остаются вне фокуса.

2. **Недостаток образовательных программ:** В школьных и вузовских учебных планах часто не хватает курсов, посвященных авиации, что препятствует формированию интереса к данной области.

3. **Сложность тематики:** Авиация охватывает множество технических и научных аспектов, которые могут быть сложны для понимания, что также может приводить к недостатку интереса и понимания со стороны широкой аудитории.

4. **Стереотипы и мифы:** Существуют определенные стереотипы о профессиях в авиации, что может приводить к предвзятости и неправильным представлениям о том, что именно включает в себя работа в этой сфере.

5. **Ограниченный доступ:** Большинство людей не имеют возможности побывать в авиационной сфере или познакомиться с ее работой изнутри. Многие не были близко к авиации, что ограничивает их понимание и интерес.

6. **Географические ограничения:** В некоторых регионах авиация может быть менее развитой или менее доступной, что также ограничивает возможности людей узнать о ней подробнее.

7. **Фокус на других отраслях:** В обществе может существовать ярко выраженный интерес к другим профессиональным сферам, таким как технологии или медицина, что также отвлекает внимание от авиации [1].

Привлечение внимания к авиации требует усилий, в том числе через образовательные программы, открытые мероприятия, выставки и активное присутствие в медиа, чтобы раздвинуть границы осведомленности об этой интересной и важной индустрии. Как мне кажется, начать стоит с учебных заведений. Ведь именно здесь появляются новые рабочие кадры. Более активная агитация в школах, так же может дать положительный эффект, дети, узнавая новое об этой интересной отрасли, будут рассказывать про нее родителям, которые в свою очередь так же могут задуматься о переквалификации, и смене места работы, что тоже положительно скажется на развитии авиации. Как говорить: «Дети – наше всё».

Популяризация авиационных вузов может быть достигнута через несколько стратегий и мероприятий:

1. **Улучшение информационной доступности:** Создание и продвижение информативных веб-сайтов, социальных медиа и других платформ, которые объясняют особенности обучения, карьерные возможности и достижения выпускников. Важно акцентировать внимание на востребованности специалистов в авиационной отрасли.

2. **Проведение мероприятий для школьников:** Организация дней открытых дверей, мастер-классов и открытых лекций для старшеклассников, где они могут ознакомиться с авиационными профессиями, пообщаться с преподавателями и выпускниками, а также увидеть технику и оборудование.

3. **Коллаборации с авиакомпаниями и отраслевыми компаниями:** Установление партнерств с авиаперевозчиками и авиационными фирмами поможет обеспечить стажировки и практику для студентов, а также более тесное сотрудничество между вузами и промышленностью.

4. **Реклама на учебных выставках:** Участие в образовательных выставках и ярмарках, где вузы могут представить свои программы и возможности, а также взаимодействовать с потенциальными абитуриентами.

5. **Создание видео и мультимедийного контента:** Разработка привлекательных видеороликов о жизни в вузах, учебном процессе, карьерных перспективах и успехах выпускников, которые можно размещать в соцсетях и на платформах с высоким трафиком, таких как YouTube.

6. **Поощрение успешных выпускников:** Привлечение известных выпускников, добившихся успеха в авиационной сфере, к участию в рекламных и образовательных мероприятиях, что может повысить доверие к вузам и их программам.

7. **Создание стипендий и грантов:** Финансовая поддержка для талантливых студентов может привлечь больше абитуриентов, особенно из регионов, где обучение может быть недоступным по причине высоких затрат.

8. **Привлечение внимания к современным технологиям:** Акцентирование на том, что обучение в авиационных вузах включает изучение современных технологий, таких как беспилотные летательные аппараты, электрическая авиация и инновационные системы управления [2].

Эти меры помогут создать позитивный имидж авиационных вузов, привлечь внимание молодежи и сформировать устойчивый интерес к авиационным специальностям [3, 4].

Одним из ярких примеров удачного маркетинга в сфере авиации, рассмотрю сервис по продаже авиабилетов «Авиасейлс». Я думаю, все мы так или иначе встречали их рекламу, будь то социальная сеть «Тик Ток», «ВКонтакте», или «Телеграмм» и прочие. Подход к пиару прост, но тем он и гениален, «быть близкими к народу» отсюда доверие, и популярность, лаконичность и приятный дизайн сайта тоже играет компании на руку. Этим, казалось бы, простых деталей, так не хватает другим авиапредприятиям. Вузам в том числе, сейчас у крайне малого числа учебных заведений можно найти красивый и понятный сайт, на мой взгляд, это проблема, которую надо решать. Как и активное ведение социальных сетей, в этом направлении есть прогресс, например введение групп в «ВКонтакте», или Тик Ток аккаунты, как у Белорусской государственной академии авиации, все это будет привлекать интерес абитуриентов к учебным заведениям, связанных с авиацией, и последующей работе в этой сфере после обучения. Но пока что вузы не так сильно развиты в этих направлениях, что является проблемой, но начало уже положено, и надо дальше развиваться в этом направлении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 50 крупнейших работодателей России – 2023. Рейтинг Forbes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.ru/biznes/503310-50-krupnejsih-rabotodatelej-rossii-2023-rejting-forbes> – Дата доступа: 12.11.2024.

2. Анализ рекламной стратегии Авиасейлс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deziign.com/project/1a20e5ddba2d4f3f92a70f62934276e9> (дата обращения: 12.11.2024).
3. Авиасейлс-поиск самых дешевых билетов на самолет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aviasales.ru/?params=LED1> – Дата доступа: 12.11.2024.
4. Авиакомпания Аэрофлот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aeroflot.ru/ru-ru>. – Дата доступа: 12.11.2024.

УДК 001.18

О. Л. Сташкевич

Институт философии Национальной академии наук Беларуси

К ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА В БЕЛОРУССКОМ ОБРАЗОВАНИИ

В современном обществе меняются подходы и запросы к высшему и поствысшему образованию, к его формам, программам, институциональной организации и т. д. XX век считался веком классического дисциплинарного университета, но к нашим дням данная стратегия себя исчерпала, появились сложные комплексные проблемы, которые невозможно разрешить в рамках отдельных дисциплин. Поэтому перед современным образованием возникла задача подготовки специалистов трансдисциплинарной направленности, а также создания специальных образовательных курсов, в которых сохраняется академическая глубина, но в то же время представляется широкий выбор стратегий обучения для формирования специалиста с обширным образовательным бэкграундом.

Разработать общую для всех стратегию трансдисциплинарного образования достаточно сложная задача, потому что уровень обучения, затраты на организацию образовательного процесса, подготовку профессиональных высококвалифицированных кадров значительно возрастают. Также вузы столкнутся с необходимостью отбора кандидатов для получения такого образования, потому что будущий трансдисциплинарный специалист должен обладать разнообразными способностями, чтобы освоить учебный курс.

В трансдисциплинарном образовании нельзя просто ограничиться дополнительными курсами из других дисциплин. К примеру, М. Ван Вурде предлагает внедрять «ценные дисциплины в совершенно новую среду – физику в биологию, химию в медицину, робототехнику в биоинженерию и т. д. Точный выбор не имеет решающего значения; только противопоставления разожгут новую культуру, но желательно сочетание биологических и физических / инженерных наук с математическими навыками в качестве неотъемлемой части» [1]. Результатом такого дисциплинарного смешения, по его мнению, будет выпускник – специалист, который усвоил дисциплины из других научных областей, а также и преподаватель, который может выстроить трансдисциплинарную траекторию обучения.

Большие возможности для реализации трансдисциплинарного образования представляют магистрантские и аспирантские программы, в рамках которых обучающиеся смогли бы углубить свои знания в области трансдисциплинарности, развить системное мышление и восприятие, научиться справляться с разнообразными вызовами и угрозами современного мира.

Основной задачей в рамках реализации трансдисциплинарной стратегии в вузовском и послевузовском образовании будет формирование новой мировоззренческой позиции, развитие способностей рассматривать и обобщать отдельные дисциплинарные знания посредством применения универсальных законов и закономерностей, а также формирование умений использовать трансдисциплинарный подход в решении сложных проблем, как универсальных, лежащих во взаимоотношении природы, общества и человека, а также узкоспециальных, профессиональных. Некоторые исследователи полагают, что для получения

положительного эффекта от высшего образования необходимо трансдисциплинарность вводить в образовательный процесс в качестве отдельного предмета [2, 3].

Российские исследователи М. С. Мокий и В. С. Мокий, продвигающие идеи трансдисциплинарности в высшем образовании, полагают, что в настоящее время назрела необходимость кардинальных изменений в вузовском образовании, путем создания в них специализированных подразделений, занимающихся трансдисциплинарной проблематикой [2], целью которых будет: «– анализ и обобщение концепций и методологий, существующих в науке, видов и форм трансдисциплинарности; – формирование научно-методической базы для преподавания трансдисциплинарного подхода...; – разработка учебных программ, подготовка соответствующей учебно-методической литературы...; – организация программ трансдисциплинарной переподготовки и повышения квалификации специалистов и административных работников...; организация межвузовского сотрудничества в области поиска эффективных путей внедрения трансдисциплинарного подхода в систему высшего образования...» [2], что, в конечном итоге, позволит перевести дискурс о необходимости внедрения трансдисциплинарности в систему высшего образования в практическое русло и апробацию нового подхода в практической среде. До настоящего времени трансдисциплинарные практики в высшем образовании применяются точно и скорее исключительно на энтузиазме отдельных лабораторий и кафедр.

Разработка новых образовательных программ, внедрение в учебный процесс современных образовательных технологий, пересмотр и увеличение форм организации образовательного процесса с применением идей трансдисциплинарности позволит сблизить и углубить исследования в специализированных дисциплинарных областях.

Создание разнообразных трансдисциплинарных программ позволило бы сформировать новое качественное профессиональное мышление, которое сможет синтезировать знания из различных дисциплинарных и вездисциплинарных областей, формировать новые познавательные и когнитивные модели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вурде, М. Ван Де Университетское образование в условиях кризиса. Трансдисциплинарные подходы в искусстве и гуманитарных и технических науках [Электронный ресурс] / М. Ван Де Вурде. – Режим доступа: <https://clck.ru/RjuCe> – Дата доступа: 04.02.2024.
2. Мокий, М. С. Трансдисциплинарность в высшем образовании: экспертные оценки, проблемы и практические решения [Электронный ресурс] / М. С. Мокий, В. С. Мокий. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14526> – Дата доступа: 22.10.2024).
3. Колесникова, И. А. Трансдисциплинарная стратегия исследования непрерывного образования / И. А. Колесникова // Непрерывное образование: XXI век. – 2014. – Вып. 4 (8) – С. 14–36.

УДК 37.026+502/504

А. И. Чмуневич, И. А. Селезнева

Белорусская государственная академия авиации

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИГР В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ КУРСАНТОВ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ

Проблема экологического кризиса – одна из особо важных проблем в современном обществе. Многочисленные факторы влияют на изменение климата, загрязнение воздуха, уничтожение природных ресурсов. Так, например, в авиации применение авиационного

топлива приводит к образованию конденсационных следов, к выбросу вредных веществ в атмосферу, загрязнению воды и почвы при разливе топлива на земле. В этой связи актуализируется проблема формирования экологической грамотности у будущих специалистов в области гражданской авиации.

Анализ научной литературы показал, что существуют различные подходы к определению сущности понятия «экологическая грамотность» (А. Н. Захлебный, В. А. Ермоленко, В. А. Бибиков, О. К. Маладаева, Ш. Ф. Фарахутдинов, Л. П. Симонова и др.). В нашем исследовании это понятие уточнено с учетом специфики будущей профессиональной деятельности курсантов, под которой мы понимаем готовность к экологически целесообразной профессиональной деятельности, включающей ценностное отношение к природным ресурсам, комплекс знаний о воздействии авиации на окружающую среду (климат, здоровье и биоразнообразии) и знаний в области экологии (принципы управления авиационными отходами, мероприятия по защите природы, стандарты экологической безопасности, оптимальный выбор топлива и т. д.), способность принимать экологически обоснованные профессиональные решения [1].

По мнению В. М. Назаренко, основными методами формирования экологической грамотности обучающихся являются практические работы («учебный эксперимент»), демонстрации, экскурсии, решение практико-ориентированных задач, связанных с экологическими проблемами, проведение игр – применение игровых технологий позволяет в интерактивной форме изучать экологические проблемы [2].

Важную роль в формировании экологической грамотности курсантов играют дидактические игры, поскольку они создают интерактивную среду, способствующую усвоению знаний. Они не только делают процесс обучения более увлекательным, но и активизируют внимание курсантов, развивают их мышление и креативность. Через игру обучающиеся могут освоить сложные концепции, которые порой труднопонимаемы в традиционных формах обучения.

Включение дидактических игр в учебный процесс способствует формированию командного духа и улучшает коммуникационные навыки. Они позволяют курсантам работать в группах, обмениваться мнениями, обсуждать и решать задачи совместно. Это способствует созданию дружеской атмосферы, где каждый обучающийся чувствует себя частью команды и стремится внести свой вклад в общее дело.

В ходе исследования нами были разработаны две дидактические игры экологической направленности: «Экологическая мозаика», «Эко-рейс».

«Экологическая мозаика» представляет собой не просто увлекательное занятие, но и важный инструмент для осознания экологических проблем (рисунок 1). На изображении мозаики – катастрофа, в которой самолет, потерпевший аварию, выбрасывает радиоактивные продукты, загрязняющие окружающую среду. Этот трагический момент заставляет задуматься о последствиях человеческой деятельности и о том, как быстро может быть нарушен хрупкий баланс природы.



Рисунок 1 – «Экологическая мозаика»

Собирая мозаику, участники не только развивают свои навыки концентрации и командной работы, но и погружаются в обсуждение негативных последствий, таких как загрязнение водоемов, почвы и атмосферы. В процессе игры возникают вопросы о том, как предотвратить подобные трагедии в будущем.

Игра «Эко-рейс», предлагает курсантам погрузиться в мир экологических приключений, где они становятся исследователями (рисунок 2). Игроки проходят через различные уровни, изучая влияние человеческой деятельности на окружающую среду и принимая решения, способствующие ее сохранению. Каждое действие в игре обосновано реальными экологическими проблемами, в нашем случае такими как загрязнение парниковыми газами, исходящих от авиационных промышленных предприятий, влияние шума от самолетов на окружающую среду, изменение климата и охрана окружающей среды.



Рисунок 2 – «Эко-рейс»

Игроки перемещаются по заранее установленному маршруту, на котором их ждут различные вопросы, связанные с экосистемой и влиянием авиационной промышленности на окружающую среду. Каждый раз, попадая на специальное поле, игрок сталкивается

с вопросом, который требует не только знаний, но и способности к логическому мышлению. Верный ответ позволяет продвигаться вперед, в то время как ошибка оставляет его на месте, имитируя реальную ситуацию, когда неправильные действия приводят к негативным последствиям для экосистемы.

Игра включает в себя различные категории вопросов: от названия экологических проблем, связанных с авиацией до обсуждения вклада, который могут внести в экологию курсанты нашей академии, что обогащает не только игровой процесс, но и знания участников. Каждый игровой момент – это шанс не только развлекаться, но и учиться, осознавая связь между человеческой деятельностью и состоянием планеты. Победа в этой игре – это не только финишная отметка, но и понимание важности сохранения природы для будущих поколений.

Разработанные нами в ходе исследования дидактические игры («Экологическая мозаика», «Эко-рейс») легко интегрируются в учебный процесс и способствуют развитию практических навыков, необходимых для действий в реальных условиях профессиональной деятельности, способствуют развитию у курсантов экологического мышления, формированию ценностного и ответственного отношения к природе, стремлению к сохранению природных ресурсов и активному участию в этом процессе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гордеева, И.В. Теоретико-методические основы формирования экологической грамотности обучающихся / И. В. Гордеева, А. И. Чмуневич // Научные труды РИВШ. Исторические и психолого-педагогические науки. – 2024. – Вып. 24, Ч.4. – С. 32–37.

2. Назаренко, А. В. Активные формы и методы экологического образования [Электронный ресурс] / А. В. Назаренко, Н. А. Юганова // Пед.-психол. и медико-биол. проблемы физ. культуры и спорта. – 2014. – Т. 9, № 4. – Режим доступа: <https://journalsport.ru/images/vipuski/9-4/1.pdf>. – Дата доступа: 13.02.2024.

УДК 355.01

И. Н. Чмыхун

Военная академия Республики Беларусь

ФЕНОМЕН ВОЙНЫ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ КАРЛА КЛАУЗЕВИЦА И СОВРЕМЕННОСТЬ

Теоретические изыскания Карла фон Клаузевица в течение вот уже почти двух столетий во многом определяют характер дискуссий о сущности войны, о соотношении политики и стратегии, о влиянии морального фактора на войне. И это не случайно.

Труда, подобного книге Клаузевица «О войне» (1832), мировая история не знала ни до, ни после него. Многие видные мыслители и военные деятели рассматривали это произведение не просто как специальный трактат на военную тему, а как цельный философский труд, в котором раскрывается сущность войны, а самого автора определяли, как «философа в военной форме».

Прежде чем приступить к анализу содержания воззрений Клаузевица, необходимо отметить, что под «сущностью» в философии понимается категория, обозначающая общее и необходимое начало в объектах, их устойчивую основу [1, с. 440]. Отражая внутреннее, необходимое в вещи, категория «сущность» возникает, формируется и развивается вместе с категорией «явление». Явление – это внешняя, более подвижная сторона предмета или события, это обнаружение внутреннего в вещи на поверхности. Сущность органически связана с явлением, раскрывает свое содержание только в нем, через него. Явление же, в свою очередь, тоже неразрывно связано с сущностью, не может существовать без нее.

Взаимосвязь явления и сущности выражается известной формулой: «сущность является, явление существует».

Начинает свои размышления о войне Клаузевиц с констатации того, что война – это акт насилия, целью которого является заставить противника выполнить нашу волю [2, с. 35]. В качестве наглядного примера войны военный теоретик приводит схватку двух борцов, каждый из которых стремится при помощи физического насилия принудить другого выполнить его волю [2, с. 34–35]. При этом война характеризуется радикализацией средств насилия и высшей степенью их применения, разрешением спора противников силой оружия.

Одно из наиболее важных утверждений Клаузевица состоит в том, что война представляет собой не нечто самостоятельное, она есть продукт и орудие государственной политики. Война – это политика, сменившая перо на меч. Более того, война есть столкновение крупных интересов, которое разрешается кровопролитием, и только этим она отличается от других конфликтов. Кровавое разрешение кризиса, по мнению Клаузевица, – это первородный сын войны. В этой связи он отмечает: «Мы и слышать не хотим о тех полководцах, которые будто бы побеждали без пролития человеческой крови. Если кровопролитное сражение представляет ужасное зрелище, то это должно служить основанием лишь тому, чтобы смотреть на войну более серьезно, а не тому, чтобы из чувства человеколюбия дать своим мечтам мало-помалу притупиться, пока, наконец, не появится вновь кто-нибудь с отточенным мечом и не отрубит нам руки» [2, с. 303].

Из построений Клаузевица можно сделать следующий вывод: содержание войны, формы и способы вооруженной борьбы предопределяются политической целью. Но нельзя сказать, что политическая цель становится абсолютным законодателем; ей приходится считаться с природой средства, которым она пользуется, и в соответствии с этим самой часто подвергаться существенному изменению. В силу этого Клаузевиц отмечает, «политические вожди не должны быть чужды известному пониманию военного дела» [2, с. 380]. Эта заповедь в полной мере сохраняет свое значение и в наши дни.

Размышляя о политической стороне войны и отдавая должное другим формам применения военной силы, Клаузевиц постоянно возвращается к тезису о том, что сердцевиной войны является бой. «Бой есть подлинная военная деятельность, все остальное – лишь ее проводники» [2, с. 251]. О центральном значении боя следует помнить и сегодня. Соответственно главным объектом внимания государственного руководства и военного командования должен быть военнослужащий: рядовой солдат, командир отделения, взвода, роты (батареи), батальона (дивизиона) и т. д. Политические цели и задачи в войне реализуются в конечном счете этими людьми. Поэтому необходима максимальная забота об индивидуальной экипировке и защищенности воина, связи в тактическом звене, социальной защищенности в первую очередь этой категории военнослужащих, об их адекватном поощрении за реальные боевые и служебные заслуги.

Большое значение в учении Клаузевица принадлежит морально-психологическим силам, влияющим на ход вооруженной борьбы. К таким силам он относил талант полководца, воинскую доблесть армии и дух народа. Именно твердая воля духа находится в центре военного искусства: все, что происходит на войне направлено на ее укрепление со своей стороны и подавление со стороны противника.

События конца XX и начала XXI в. еще раз показали, что человек был и остается главной фигурой любой войны. Следовательно, мотивация, «подготовка голов и душ» людей, которые или уже ведут вооруженную борьбу или должны будут вести такую борьбу, была и остается весьма актуальной и значимой проблемой государств – как потенциальных агрессоров, так и миролюбивых.

Взаимосвязь войны и политики представляет собой сложную проблему. Она характеризуется как воздействием политики на войну, так и влиянием войны на политику. Клаузевиц, исследуя данную проблему, был убежден в том, что война имеет свою грамматику, но не имеет своей логики, она пользуется логикой политики. Война детерминируется политикой.

При этом Клаузевиц видит только в политике (правительстве) истинного субъекта, адаптирующего насилие, и рассматривает войну исключительно сквозь призму политики. Отсюда и его определение войны: «Война – это продолжение государственной политики иными средствами» [2, с. 27].

Данное положение стало впоследствии отправным пунктом при анализе социально-политической сущности войны, причин и источников ее возникновения. Оно как в фокусе собирает все важнейшие связи и отношения процесса войны. Политика с ее экономическими основами составляет «родовой» элемент понятия войны. Это понятие включает также и нечто специфическое, особенное, «видовой» элемент. Такими специфическими «видовыми» элементами сущности войны является вооруженная борьба. Оба эти элемента представляют собой две неразрывно связанные стороны сущности войны. Поэтому сущность войны нельзя сводить ни только к политике, ни только к вооруженному насилию. Она существует именно в единстве этих двух элементов или сторон. Более того, главной определяющей стороной является политика, а подчиненной – вооруженное насилие. При этом вооруженная борьба не исключает, а предполагает использование других насильственных и ненасильственных средств и соответствующих им форм борьбы.

Появление ядерного оружия потребовало переоценки многих традиционных воззрений на войну и ее взаимосвязи. В частности, пришлось отвечать на вопрос не устарела ли в новых условиях формула Клаузевица о примате политики по отношению к войне. Ответ был однозначным – ядерная война является продолжением и орудием политики [3, с. 11, 20, 24].

Однако в последнее время ряд ученых и военных экспертов, среди которых М. А. Борчев, В. П. Гулин, И. С. Даниленко, Л. С. Мальцев, А. А. Дремков, М. М. Курочко, М. Либицкий, Р. Софранский, отмечает, что мир вступает в полосу войн нового поколения, направленных не столько на непосредственное уничтожение противника, сколько на достижение политических целей войны без сражений вооруженных сил. При этом подчеркивается, что сущность войны изменилась и необходима новая трактовка этого понятия.

Автор статьи солидарен с позицией тех исследователей, которые утверждают, что и в современную эпоху сущность войны не изменилась, а определение войны, предложенное Клаузевицем, не утратило своей актуальности.

Так, доктор философских наук В. В. Серебрянников с полным основанием утверждает, что и в современных условиях «сущность войны кардинальных изменений не претерпела. В силе остается формула Клаузевица: «Кровавое разрешение кризиса, стремление к уничтожению неприятельских вооруженных сил – первородный сын войны». В этом состоит специфическая особенность, отличающая ее от других общественных явлений, форм социальной борьбы за достижение политических целей...». **Указание на обязательное наличие вооруженной борьбы – центральное звено в определении войны** [4, с. 64].

Отечественный военный эксперт, доктор военных наук Н.Е. Бузин подчеркивает, что заявления сторонников пересмотра сущности войны и отказа от формулы К. фон Клаузевица не имеют под собой оснований [5, с. 29].

«Хотя мы живем в двадцать первом веке – в технологическом плане совершенно отличном от времени Клаузевица, – его фундаментальные определения все еще верны», – отмечает в своей статье Ясмин Чаич [6, с. 87].

Американский специалист Джеймс Дубик убедительно обосновывает, что информационная эпоха и информационные технологии как таковые не изменяют сущности войны. Противоположные суждения, по его мнению, являются не только ложными, но и опасными, особенно для военных и гражданских стратегов [7, с. 46–50].

Перечень подобного рода цитат можно продолжить. Достаточно сказать, что большая часть участников расширенного заседания ученого совета Академии военных наук Российской Федерации, проведенного 16 апреля 2013 г., высказалась за традиционное восприятие категории «война» [8, с. 19–20].

Все сказанное позволяет сделать вывод о том, что идеи Клаузевица не утратили своей актуальности. Они учитываются представителями науки, политики, военными, побуждая к

размышлению, выступая фундаментом и давая необходимые импульсы для понимания войны, дальнейшего развития военной теории и практики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Философия: учеб. для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / Ю. А. Харин [и др.]; под ред. Ю. А. Харина. – 9 изд. – Минск : Тетра Системс, 2008. – 448 с.
2. Клаузевиц, К. О войне / К. Клаузевиц. – М.: Логос, 1997. – 448 с.
3. Военная стратегия / Под ред. Маршала Советского Союза В. Д. Соколовского – 2-е изд. – М. Воениздат, 1963. – 504 с.
4. Серебрянников, В. В. О понятии «война» / В. В. Серебрянников // Воен. мысль. – 2004. – № 10. – С. 61–65.
5. Бузин, Н. Е. Особые правовые режимы и военная безопасность государства: моногр. – Минск : ГУ «НИИ ВС РБ», 2014. – 216 с.
6. Чаич, Я. Применимость теории войны Клаузевица к разрешению современных конфликтов / Я. Чаич // Консорциум «Партнерство ради мира» воен. акад. и ин-тов по изучению вопросов безопасности. – 2016. – № 1. – С. 81–88.
7. Попов, И. М. Война будущего: взгляд из-за океана: военные теории и концепции современных США / И. М. Попов. – М.: АСТ : Астрель : Транзиткнига, 2004. – 444 с.
8. Копытко, В. К. К вопросу о сущности войны / В. К. Копытко // Вестн. Акад. воен. наук. – 2017. – № 1(58). – С. 19–21.

УДК 656.7

Ш. П. Шекили

Национальная академия авиации Азербайджана

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ЛИЦ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

В связи с политической нестабильностью в мире рост террористической угрозы неуклонно растет, что является своего рода ключевым фактором в сфере повышения уровня защиты стратегически важных объектов. Не без внимания остается и транспортный сектор.

Гражданская авиация также является наиболее уязвимой, требующая постоянного совершенствования мер безопасности. Сами угрозы в адрес гражданской авиации имеют достаточно изменчивый характер и лица реализующие незаконные деяния постоянно выискивают новые способы в реализации своих целей.

Одной из важных проблем это разработка эффективных мер защиты объектов гражданской авиации от прямых и потенциальных угроз. Ключевым фактором в данном случае является точное понимание того, кто может представлять потенциальную угрозу в совершении актов незаконного вмешательства. Необходимо отметить, что современные исследования, равно, как и исследования прошлого века, не дают всеобъемлющего понимания того, кем может быть потенциально опасное лицо для гражданской авиации. Исследования в области авиационной безопасности, как правило, рассматривают такие понятия как «потенциально опасные пассажиры» и «инсайдерские угрозы» совершенно раздельно. При этом отсутствует классификация потенциально опасных лиц для аэропорта.

Изучения этого вопроса позволяют сделать некоторые выводы, согласно которым можно сделать более широкие умозаключения по поводу такого понятия как «потенциально опасное лицо» для гражданской авиации. Предлагаем вашему вниманию следующую классификацию, представленную на рисунке 1.

Как видно из рисунка, потенциально опасными лицами для гражданской авиации могут быть не только пассажиры и сотрудники гражданской авиации (инсайдерская угроза), но и встречающие/провожающие пассажиров лица, а также лица, которые не относятся ни к одной из предыдущих категорий.

Согласно данной классификации, а также исследованиям [1] инцидентов, связанных с актами незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации, пассажиры, участвовавшие в совершении незаконных деяний, можно разделить на две категории: осведомленные и неосведомленные. В данном случае осведомленные пассажиры это те, которые совершают преступные действия намеренно, в то время как неосведомленными являются те, которые могут использоваться террористическими организациями в качестве орудия или средства преступления. Эти пассажиры изначально не располагают предварительной информацией о своем участии в преступлении. Случай, происшедший с беременной пассажиркой в 1986 г. (дело Хиндави) является наглядным примером [2].

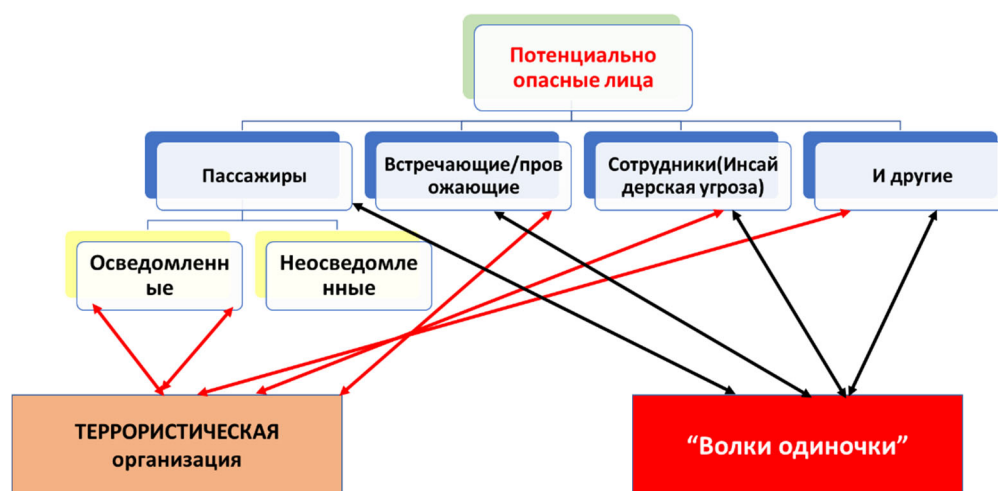


Рисунок 1 – Классификация потенциально опасных лиц

Особое внимание в исследованиях как ИКАО, так и специалистов уделяется инсайдерским угрозам, рост которых неизменно наблюдается во всем мире. Крупные теракты в Брюссельском аэропорту, на борту Airbus A321-211 авиакомпании Daallo Airlines, совершавшего рейс D3 159 из Могадишо в Джибути еще раз доказывают серьезную озабоченность по поводу инсайдерских угроз в деятельность гражданской авиации [3].

Под названием «другие» указываются лица, которые очень часто могут находиться на территории аэровокзального комплекса исключительно для сбора разведанных. Такие «гости» чаще всего приходят в международные аэропорты, поскольку здесь очень легко слиться с пассажирами, их никто не знает (в маленьких городах чужаков очень легко можно обнаружить), среди огромного количества людей они едва заметны и чаще всего ими бывают пожилые лица (пожилые относятся к категории наименьшего риска, они меньше всего способны совершить преступные деяния). Наблюдения последних лет показывают, что «необычные посетители» – «гости» все чаще приходят на территорию стратегически важных объектов, вызывая меньше всего подозрений и что самое интересное, такая тенденция больше всего наблюдается в странах с нестабильной политической обстановкой или там, где ведутся военные действия.

Все четыре разновидности потенциально опасных лиц (схема1) – «Пассажиры», «Встречающие/провожающие», «Сотрудники (инсайдерская угроза)», «И другие» – для гражданской авиации могут быть либо напрямую, либо косвенным способом связанными с террористическими организациями. Также эти люди могут представлять собой категорию

так называемых «одиноких волков». «Одинокие волки» представляют собой наиболее опасный класс преступных элементов и является одной из важных тенденций современного терроризма в мире.

Термин «одинокий волк» был популяризирован в конце 1990-х годов сторонниками превосходства белой расы Томом Метцгером и Алексом Кертисом в качестве части поощрения коллег-расистов действовать в одиночку при совершении насильственных преступлений по тактическим соображениям [4]. «Одинокий волк» представляет собой человека, который действует самостоятельно, без приказов от организации или даже связей с ней.

По сравнению с террористами, действующими в составе групп, террористы-одиночки уделяют меньше времени на планирование и подготовку к терактам, а также выбирают менее сложные способы осуществления преступлений.

Терроризм «одинокого волка» не оставил без внимания и гражданскую авиацию. Примером тому является нападение одного из известных террористов Теодора Качинского 15.11.1979. Еще одним фигурантом нападения на авиалинии был Мухарем Курбегович, известный как «Алфавитный взрыватель». Этот человек, югославский инженер (работавший в авиации), заложил 11-фунтовую бомбу в терминале Pan American World Airways в международном аэропорту Лос-Анджелеса 6 августа 1974 года. Другой террорист-одиночка, Рамзи Юсэф, взорвал самолет Philippine Airlines в 1994 году.

Тенденция роста количества террористов-одиночек стала причина запуска проекта CLAT (Countering Lone-Actor Terrorism) для анализа комплексных данных о случаях со всей Европы. Этот восемнадцатимесячный проект совместно финансируется Программой Европейского Союза по предотвращению и борьбе с преступностью и реализуется консорциумом под руководством RUSI.

Подводя итоги анализа потенциально опасных лиц для гражданской авиации, считаю необходимым отметить, что для гражданской авиации наиболее опасной была бы ситуация, когда сотрудник гражданской авиации являлся бы террористом-одиночкой.

Преимущество вышеуказанной схемы позволяет более широко рассмотреть существующие угрозы, исходящие не только от пассажиров и сотрудников гражданской авиации, но требует более совершенного подхода в разработке мер противодействия в системе безопасности аэропортов, который позволит добиться большей эффективности и качества в работе гражданской авиации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Эриашвили, Н. Д. Профайлинг. Технологии предотвращения противоправных действий / Н. Д. Эриашвили, И. И. Аминов. – Москва, 2017. – 224 с.
2. Террор и борьба с ним. «Дело Хиндави» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/137677-terror-i-borba-s-nim-delo-hindavi.html>. – Дата доступа: 25.09.2024.
3. Мощный взрыв в столице Сомали Могадишо: 16 погибших [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bbc.com/russian/news-38279485>. - Дата доступа: 25.09.2024.
4. D Feldman – IV, Understanding the target selection process of lone wolf. Terrorists and the corresponding threat to the aviation, Jschoolarship, 2020.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

В. Д. Ерёмов, А. О. Крыштон, А. Н. Леончик, К. А. Шерemet <i>Открытое акционерное общество «Авиакомпания «Белавиа»</i> РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ «АФИНА» В ОАО «АВИАКОМПАНИЯ «БЕЛАВИА»	4
Д. И. Лобода, Р. М. Мухтаром <i>Национальная академия авиации Азербайджана (г. Баку, Азербайджанская Республика)</i> АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ВНУТРЕННИМИ УГРОЗАМИ В СИСТЕМЕ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	7
К. Ю. Пономарев <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> НЕЙРОСИСТЕМЫ В ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ	9
Б. Б. Сафоклов, С. А. Серебрянский, А. Б. Бельский <i>Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)</i> ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРЕГАТОВ ВИНТОКРЫЛЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	12
Ю. Ф. Яцына, А. А. Щавлев, Ю. И. Семак, С. С. Щербаков <i>РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси</i> О СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ НА ПЕРИОД ДО 2035 ГОДА	15

СЕКЦИЯ 1.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В АВИОНИКЕ, СИЛОВЫХ УСТАНОВКАХ И КОНСТРУКЦИЯХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А. М. Абдувалиев <i>Ташкентский государственный транспортный университет (г. Ташкент, Республика Узбекистан)</i> АВТОМАТИЗИЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ МЕХАНООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА СТАНКАХ С УСТРОЙСТВОМ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ	19
С. Е. Белова, Р. Р. Дехьян Нахджаван Тапэ, А. Н. Сутягин <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ СПИРАЛИ АРХИМЕДА С ЦЕЛЮ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТУРБУЛИЗАТОРА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ	21

Д. Е. Бичуков, В. Л. Николаенко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ «СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ» В АВИАЦИИ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	24
С. В. Василевич, С.О. Стойко, К. Б. Подболотов <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ	27
В. А. Волков <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> ТЕНДЕНЦИИ К ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК	30
Ю. А. Грибков, В. П. Гончаренко <i>Военная академия Республики Беларусь</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ КЕРАМИКИ В ГОРЯЧИХ УЗЛАХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	32
А. С. Гринюк, А. В. Косицын <i>Военная академия Республики Беларусь</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	34
С. О. Стойко, Б. В. Манько, В. М. Ашкин, Н. С. Дыдик, Е. А. Шапорова <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКА	37
А. Е. Жулев <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОНОМНОСТИ ВОЗДУШНОГО СУДНА	42
С. В. Синявская, Е. А. Суконкина, Д. Р. Карбышев <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОЛЕТОВ AIRBUS A320 И АН-26	45
М. А. Каучакова <i>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ (г. Казань, Российская Федерация)</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИНГЛЕТОВ С ПЕРЕМЕННЫМ УГЛОМ ОТКЛОНЕНИЯ	47
Н. Н. Ковалева, А. А. Давыдов <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СКВОЗНОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОБРАБОТКЕ ИСПЫТАНИЙ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	50

Р. В. Козловский, Г. В. Козловский, В. А. Юшкова <i>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С НЕПОДВИЖНЫМИ НЕВЫСТУПАЮЩИМИ ПРИЕМНИКАМИ НАБЕГАЮЩЕГО ПОТОКА.....	53
А. В. Комлач, В. Л. Николаенко <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В АВИАЦИИ.....	58
С. А. Коршак, Р. В. Шиман, П. В. Виноградова <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ПАРАМЕТРАМ БОРТОВЫХ УСТРОЙСТВ РЕГИСТРАЦИИ.....	61
С. А. Коршак, А. А. Цапелик <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
ДИАГНОСТИКА АВИАЦИОННОГО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПО АНАЛИЗУ ФОРМЫ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ	64
В. А. Костин, А. С. Луканкин <i>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
ИСПЫТАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СДВИЖНОЙ ГРУЗОВОЙ ДВЕРИ ВЕРТОЛЕТА АНСАТ.....	66
Е. А. Шапорова, С. О. Стойко, А. А. Мазуренко <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ САМОВОСТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ КОМПОЗИТОВ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ.....	69
Д. А. Максименко <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКУЩЕГО И ПЕРСПЕКТИВНОГО ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ АВИАКОМПАНИИ «БЕЛАВИА» МЕТОДОМ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	75
В. В. Малеронок, Е. Л. Кохановский, С. А. Анюховский <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ И КОММУТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	77
П. В. Лашевский, М. Д. Манкевич, И. А. Пищук <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ПОРШНЕВЫХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ: ВЫБОР ЛУЧШЕГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВИАЦИИ	79
С. Е. Николаев, О. А. Лебякина, Е. И. Николаев <i>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
НЕЙРОМОДЕЛЬ УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА ВТУЛКИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА «АНСАТ»	81

С. А. Одиноков, С. А. Луканкин <i>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С МОДЕРНИЗАЦИЕЙ МАЛОНАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ЗАМЕНЫ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПЛАНЕРА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	84
В. И. Одинцов, А. Е. Ремизов <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i>	
АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРЫ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА СОПРЯЖЕННОГО ТЕПЛООБМЕНА.....	87
А. Г. Капустин, А. А. Олейникова <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ.....	88
Э. Ж. Павлушкин, В. А. Мехедко, В. А. Красковский <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
БОРТОВАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА BOEING-777.....	90
А. М. Покидько, В. В. Вятков, Н. Н. Ковалева <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i>	
К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ СМЫКАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЛОПАТОЧНЫХ ВЕНЦАХ ТУРБИНЫ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОМЕРНОГО ПОТОКА НА ВХОДЕ.....	93
Н. В. Романчук, В. С. Николаенко <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
УЛУЧШЕННАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ.....	95
Е. Л. Русакович, А. А. Санько <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
НАТУРНЫЙ СТЕНД БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	98
И. А. Соколов, А. Е. Ремизов <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i>	
ОЦЕНКА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОПЛОВОГО АППАРАТА С ВНЕДРЕННЫМИ В ЕГО КОНСТРУКЦИЮ ЭЛЕМЕНТАМИ СТОЕЧНОГО УЗЛА.....	100
Е. А. Шапорова, С. О. Стойко, Д. М. Кислюк <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЯЗКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ СМАЗОЧНОГО СЛОЯ.....	103

Я. А. Тараканов <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ: ТЕХНОЛОГИИ И ВЫЗОВЫ	107
А. Г. Капустин, Д. И. Тарасик <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ АВИАНИКИ И МЕХАТРОНИКИ САМОЛЕТА MORE ELECTRIC AIRCRAFT	109
П. И. Тихонов <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ: НОВАЯ ЭРА В АВИАНИКЕ	111
Д. Е. Шельпяков <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АВИАЦИИ РОССИИ НА 2024 ГОД	114
С. Ф. Шикуть, В. Л. Николаенко <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ	115

СЕКЦИЯ 2.

РОЛЬ И МЕСТО БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Н. А. Александров <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
РОЛЬ И РАЗВИТИЕ БАК (БПЛА) В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	120
И. П. Аниськов, А. А. Щавлев, П. И. Савелов, И. С. Маркова <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси</i>	
РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЕСПИЛОТНОГО АВИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ	122
Р. А. Барткевич <i>Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ИНТЕРЕСАХ ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК ПО ОПЫТУ СОВРЕМЕННЫХ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ	124

С. Е. Белова, Р. Р. Дехьян Нахджаван Тапэ, А. Н. Сутягин <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i>	
ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ВОЛНООБРАЗНО ДВИЖУЩЕГОСЯ КРЫЛА.....	127
К. С. Валентей ¹ , Д. А. Дьяков ² , С. А. Серебрянский ³ ¹ <i>Национальный детский технопарк,</i> ² <i>Белорусская государственная академия авиации,</i> ³ <i>Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	129
В. П. Гончаренко, Ю. А. Грибков, К. В. Чепурко <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ВЗЛЕТЕ С ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ	131
В. С. Горбач, В. В. Копытков <i>Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь</i>	
МОНИТОРИНГ ПРИРОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЖАРООПАСНЫЕ ПЕРИОДЫ	134
А. В. Волчкович, А. И. Гринкевич, К. О. Нестерович <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ И БЕСПИЛОТНЫМИ АВИАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ	135
К. Э. Долматович, В. В. Копытков <i>Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь</i>	
ТУШЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ, ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИНГИБИТОРОВ	137
Н. В. Дрозд ¹ , И. О. Косенков ² , Д. А. Дьяков ³ ¹ <i>Национальный детский технопарк,</i> ² <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ПРОЕКТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА-ПСЕВДОСПУТНИКА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННОГО И СВЯЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СТРАТОСФЕРЕ	138
И. В. Рожков, Д. А. Дьяков <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ	139
Л. А. Иваницкий, А. А. Шейников <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
АЛГОРИТМ СЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ И КУРСА МАЛОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПО ВИДЕОПОТОКУ ОТ БОРТОВОЙ КАМЕРЫ	140

К. П. Какошкин, А. А. Петроченко <i>Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь</i> ОСОБЕННОСТИ БОРЬБЫ С МАЛОРАЗМЕРНЫМИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ В ЗОНЕ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ	143
М. И. Канапляник, И. И. Коваленко <i>Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь</i> ПРОВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ОБРУШЕНИИ ТОННЕЛЕЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	145
Д. И. Рокало, И. И. Коваленко <i>Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ	146
Е. С. Максимович ¹ , Ю. И. Семак ² ¹ <i>Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси»,</i> ² <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси</i> УВЕЛИЧЕНИЕ ЗАМЕТНОСТИ ОБЪЕКТА	147
И. С. Маркова ¹ , И.П. Аниськов ¹ , А. Р. Понтус ² ¹ <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси,</i> ² <i>Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси»</i> ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ХВОЙНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО АВИАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА	150
В. Ю. Подрез, Р. А. Вишневецкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ АЭРОПОРТОВ ОТ НЕЗАКОННОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	152
И. В. Гражевский, К. Е. Рогачевский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ ФОТОСХЕМ	153
И. В. Рожков ¹ , В. В. Новик ² ¹ <i>Белорусская государственная академия авиации,</i> ² <i>Национальный детский технопарк</i> РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО НЕСУЩЕГО ВИНТА С РЕВЕРСОМ ТЯГИ	154
М. В. Секержицкий, И. И. Коваленко <i>Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь</i> ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В ПОЖАРООПАСНЫЙ ПЕРИОД	157

А. П. Семенов <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	158
Н. С. Сенюшкин, Л. Н. Хасанова, П. Н. Скуратова <i>Уфимский университет науки и технологий</i> МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГИДРОБИОНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	161
А. Н. Султанова, И. В. Рожков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА КОНТУРА УГЛОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ	163
И. М. Фиалковский, А. А. Антаневич <i>Военная академия Республики Беларусь</i> УПРАВЛЕНИЕ УГЛОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	167
А. И. Кириленко, Д. Н. Смирнов, В. Г. Шуруй <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ	169
А. А. Щавлев, И. П. Аниськов, Ю. И. Семак, И. С. Маркова <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ), ПОЛУЧЕННОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ БЕСПИЛОТНОЙ ВОЗДУШНОЙ ПЛАТФОРМОЙ	173
А. А. Юрина <i>Гимназия города Фаниполя имени А. И. Гурина</i> РОЛЬ И МЕСТО БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ	175

СЕКЦИЯ 3.

ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ, БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

В. А. Белоусов <i>Академия управления при Президенте Республики Беларусь</i> ВЛИЯНИЯ ОШИБКИ ЧЕЛОВЕКА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ	179
З. В. Машарский, В. В. Дубовик <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРОЦЕДУРЫ И ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ	181
О. Г. Колошич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВЛИЯНИЕ ОДНОСТОРОННИХ САНКЦИЙ НА ДВУСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	184

А. И. Листопад, О. Н. Скрыпник <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ С-UAS ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	186
У. А. Лупеева <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ СТРЕССА	189
С. В. Минаев, Д. Ю. Мягков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> МОНИТОРИНГ ИСКУССТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕТНОГО ПОЛЯ АЭРОДРОМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ.....	191
М. В. Мнишко, Е. В. Кильдюшевская <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕТОВ НА ГРАЖДАНСКИХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ	193
Д. Ю. Мягков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ АЭРОДРОМНОГО КОМПЛЕКСА	195
С. Е. Потапова, А. В. Дормидонтов <i>Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева (г. Ульяновск, Российская Федерация)</i> КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ФРАКТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ	198
В. Н. Рудько, В. М. Алефиренко <i>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПИЛОТОМ В УСЛОВИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИВОЙ ИНФОРМАЦИИ	201

СЕКЦИЯ 4. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Д. В. Андреюк, А. Г. Капустин <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ MATLAB.....	205
С. С. Беленькая, Е. С. Максимович, В. С. Курило <i>Белорусский государственный университет</i> ОРИЕНТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА МЕСТНОСТИ.....	207

А. И. Кириленко, И. Л. Бурдин <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВОДОРОД В БЕЛАРУСИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ	210
И. В. Бутович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬСТВА САМОЛЕТОВ	212
В. М. Гулин, И. В. Кустова <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i> ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА В АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВМЕШАТЕЛЬСТВА В ПРОЦЕСС	214
А. С. Федорович, Д. О. Халитов, А. А. Чернухо, Ю. А. Гурвич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ДВА ВИДА НОВЫХ КРИТЕРИЕВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ	217
В. П. Дорошков, А. А. Кулешов <i>Военная академия Республики Беларусь</i> РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЯ СТРЕЛЬБЫ И БОМБОМЕТАНИЯ	221
А. И. Кириленко, Р. Ю. Дудаль, А. И. Балодис <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРОТИВОРЕЧИЕ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДОРОДА КАК ТОПЛИВА: КОГДА ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ ОБОРАЧИВАЕТСЯ ИСТОЧНИКОМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ	223
А. Г. Капустин ¹ , И. В. Кисель ² , Н. С. Карнаухов ² ¹ <i>Белорусская государственная академия авиации,</i> ² <i>ООО «Бриз» (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> КОНЦЕПТ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДВИГАТЕЛЕМ В СРЕДЕ MATLAB	226
О. А. Конопелько, Н. С. Земляков <i>Военная академия Республики Беларусь</i> ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ СИЛЫ ОТДАЧИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОЦИКЛОВЫХ АМОРТИЗАТОРОВ	228
А. А. Левицкий, В. Л. Николаенко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> КРАТКИЙ ОБЗОР РАБОТ КОМПАНИИ CISCO ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ	230
А. И. Кириленко, А. И. Листопад <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВЛИЯНИЕ ВИХРЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В АТМОСФЕРЕ НА КОНСТРУКЦИЮ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	232
В. В. Напрасников, Д. П. Кункевич, А. В. Бородуля <i>Белорусский национальный технический университет</i> ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕГКОВЕСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	234

И. А. Потапов, В. В. Пархамович <i>Военная академия Республики Беларусь</i> ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВ В ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ	237
И. В. Кисель, Н. С. Русецкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СЛЕД ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ В АВИАЦИИ.....	240
Я. А. Соловей, В. Л. Николаенко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ: ПРОРЫВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ.....	243
Е. И. Титов, С. А. Серебрянский, А. А. Больших <i>Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)</i> ОЦЕНОЧНОЕ ВЛИЯНИЕ ТИПА КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ПОСЛЕДСТВИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ОПОР ШАССИ.....	245
О. С. Филиппенко ¹ , О. С. Мироненко ² ¹ <i>Белорусская государственная академия авиации,</i> ² <i>Белорусский государственный университет</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОФИЛЬТРОВ В АВИАЦИИ ..	248

СЕКЦИЯ 5. РАДИОЛОКАЦИЯ, РАДИОНАВИГАЦИЯ И СВЯЗЬ В АВИАЦИИ

Е. Н. Буйлов, А. С. Солонар <i>ОАО «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации»</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	252
В. А. Красковский, И. Л. Бурдин, Г. А. Сенокосов <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ВТОРИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ.....	255
М. А. Буров, В. А. Захаренко <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси</i> СКАНИРУЮЩАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	258
В. А. Ветошкин <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И СОПРЯЖЕНИЯ СРЕДСТВ СВЯЗИ И РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОДРОМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ.....	260
Е. А. Закревский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНОМ АППАРАТАМ.....	262

Е. Н. Зуев ¹ , П. Ф. Приставка ² <i>¹Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь», ²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕТРАНСЛЯТОРОВ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ.....	263
С. А. Лещевич, Э. Ж. Павлушкин, В. А. Красковский <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ, ОТРАЖЕННЫХ ОТ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ	265
А. С. Маликов <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОМЕХОВЫХ СИГНАЛОВ НА РАДИОЛИНИЮ	266
В. В. Медведев ¹ , С. Л. Соколов ¹ , С. А. Серебрянский ² <i>¹Белорусская государственная академия авиации, ²Московский авиационный институт (г. Москва, Российская Федерация)</i>	
АНАЛИЗ АЛГОРИТМА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ НАВЕДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО РЕАКТИВНОГО СНАРЯДА НА ТОЧНОСТЬ ЕГО НАВЕДЕНИЯ	267
А. С. Мигель, Н. В. Любецкий, Е. С. Максимович <i>Белорусский государственный университет</i>	
РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНЫХ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	269
А. Г. Боровой ¹ , Д. В. Морозов ² <i>¹Белорусская государственная академия авиации, ²Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Республики Беларусь»</i>	
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	272
А. В. Писной ¹ , К. В. Михно ² <i>¹Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республики Беларусь», ²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СЕТЯХ ВОЕННОЙ СВЯЗИ	273
Т. В. Полуян, В. Ю. Цветков <i>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники</i>	
ДВУХУРОВНЕВАЯ САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ СЕТЬ АВИАЦИОННОГО БАЗИРОВАНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ	276
А. Г. Боровой, Е. А. Соколова <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОСИГНАЛОВ В УГЛОМЕРНОЙ СИСТЕМЕ	279

А. А. Сутько¹, П. В. Бойкачев², М. И. Полещук²
¹Белорусская государственная академия авиации,
²Военная академия Республики Беларусь
**МЕТОДИКА УВЕЛИЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОСТИ ФАЗЫ НА ЭТАПЕ
АППРОКСИМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
ФУНКЦИЙ ЧЕБЫШЕВА 281**

А.В. Толмачёв
*Факультет Генерального штаба Вооруженных Сил Военной академии
Республики Беларусь*
**ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ
МАЛОВЫСОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ..... 283**

**СЕКЦИЯ 6.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ
АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

И. Л. Коновальчик, М. Е. Алексеева
Белорусская государственная академия авиации
**ОСОБЕННОСТИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ
ЛОГИСТИКИ КАК ОТДЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ (ESP) 287**

E. M. Yildiz
Belarusian State Academy of Aviation
ENGLISH IS A VITAL COMPONENT OF WORLDWIDE AVIATION SAFETY 289

A. I. Listopad, E. P. Shvaiko
Belarusian State Academy of Aviation
**FEATURES OF THE APPLICATION AND FORMATION OF RADIOTELEPHONE
PHRASEOLOGY IN ENGLISH..... 291**

R. A. Logvin, A. E. Reut
Belarusian State Academy of Aviation
**FACTORS INFLUENCING THE EFFECTIVENESS OF COMMUNICATION
BETWEEN A PILOT AND AN AIR TRAFFIC CONTROLLER 293**

A. Mackevich, P. Razgulyayeva
Belarussian State Academy of Aviation
COMMON COMMUNICATION PROBLEMS IN AVIATION..... 296

А. Г. Капустин, А. С. Корнеева, З. В. Машарский, А. С. Федорович
Белорусская государственная академия авиации
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОТИВАЦИОННОГО АСПЕКТА
УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ 300**

D. S. Minchanka
Belarusian State Academy of Aviation
ENGLISH IS A VITAL COMPONENT OF WORLDWIDE AVIATION SAFETY 302

A. A. Oleinikova, A. E. Reut, D. I. Tarasik
Belarusian State Academy of Aviation
**TO THE QUESTION OF ENGLISH LANGUAGE PROFICIENCY
OF AVIATION SPECIALISTS..... 304**

I. P. Patrepka <i>Belarusian State Academy of Aviation</i> PILOT'S LANGUAGE TRAINING IS CRUCIAL FOR ENSURING THE SAFETY AND EFFICIENCY OF FLIGHTS	306
--	-----

СЕКЦИЯ 7.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

А. Д. Автухович, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИЗУЧЕНИЕ УРОВНЯ ВЫРАЖЕННОСТИ ИНФАНТИЛИЗМА КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ	311
Е. Д. Бойко, А. Д. Минаева <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ФОРМИРОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ ЛЕТНОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ	313
И. С. Вальюк, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОСОБЕННОСТИ МОТИВАЦИОННО-ПОТРЕБНОСТНОЙ СФЕРЫ У РАБОТАЮЩИХ И НЕРАБОТАЮЩИХ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ	316
А. С. Демичев, К. И. Крусь, Ю. С. Слижиков <i>Военная академия Республики Беларусь</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЦЕДУРНОГО ТРЕНАЖЕРА ЛЕТНОГО СОСТАВА И ЛИЦ ГРУППЫ РУКОВОДСТВА ПОЛЕТАМИ ПУТЕМ ИМИТАЦИИ СРЕДСТВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ АВИАЦИИ	318
А. С. Журавский, А. Г. Капустин, А. Д. Липень, А. А. Мартинкевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> UX-ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАТФОРМ КАНООТ, MOODLE, АЙРЕН	321
К. А. Земецкая, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ	324
С. А. Кольчев <i>Курсановский авиационный технический колледж – филиал МГТУ ГА (г. Курсанов, Российская Федерация)</i> О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ АВИАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА	326
И. В. Кустова, А. Ю. Яковлева <i>Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (г. Рыбинск, Российская Федерация)</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА НА БАЗЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ	329

А. Ф. Магсумова, Л. П. Шабалин, Э. Т. Якупов <i>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ (г. Казань, Российская Федерация)</i>	
ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ.....	332
А. А. Мазуренко, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
КОПИНГ-СТРАТЕГИИ КАК ФАКТОР ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СИНДРОМА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ.....	335
В. Н. Мелехин, О. И. Стороженко, Ю. А. Золотов <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ПО АВИАЦИОННОЙ ПСИХОЛОГИИ С КУРСАНТАМИ ЛЕТНОГО ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ АВИАЦИОННОГО ФАКУЛЬТЕТА: НЕКОТОРЫЕ АКЦЕНТЫ МЕТОДИКИ.....	338
Е. Н. Миронов, Д. Н. Топтун, А.С. Ишутин <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ БОРТОВЫХ АВИАЦИОННЫХ ТЕХНИКОВ ВЕРТОЛЕТА.....	341
Н. К. Рудаковский <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
САМООБРАЗОВАНИЕ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА	342
Г. А. Сенокосов, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИЗУЧЕНИЕ КОНФЛИКТНОСТИ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ.....	345
В. Н. Сивицкий, А. С. Гулецкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ЛИТЕРАТУРА И ИСКУССТВО В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ АВИАСПЕЦИАЛИСТОВ (НА ПРИМЕРЕ РОМАНА АРТУРА ХЕЙЛИ «АЭРОПОРТ»).....	348
В. В. Симонович, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО И ДЕСТРУКТИВНОГО ЛИДЕРСТВА СРЕДИ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ.....	350
Ю. С. Слижиков, В. И. Поддячий, В. Н. Мелехин <i>Военная академия Республики Беларусь</i>	
ПЕДАГОГ НА АЭРОДРОМЕ: ФОРМИРОВАНИЕ МОБИЛИЗОВАННОСТИ НА ПОЛЕТ В ХОДЕ ЛЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ.....	353
А. П. Товстик, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИЗУЧЕНИЕ АСОЦИАЛЬНЫХ ЧЕРТ ЛИЧНОСТИ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ	356

А. К. Томашева, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ	359
И. А. Фолынский, А. В. Белько <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ.....	361
Н. С. Русецкий, Е. П. Швайко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АВИАТРЕНАЖЕРОВ.....	364
А. Г. Шелудько <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> РАЗВИТИЕ СИМУЛЯТОРОВ И VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ	366
Г. В. Шурыгин, А. В. Найдович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ ПЕРФЕКЦИОНИЗМА И АКАДЕМИЧЕСКОЙ ПРОКРАСТИНАЦИИ У КУРСАНТОВ БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ.....	368

СЕКЦИЯ 8.

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ, БИЗНЕС-КОММУНИКАЦИИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. ЛОГИСТИКА АВИАЦИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК

О. В. Александров, А. В. Коваленко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ МАРШРУТОВ В НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ	372
Ю. Л. Гурецкая, О. Н. Скрыпник <i>Минский завод гражданской авиации № 407</i> РОЛЬ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ.....	375
Р. А. Вишневецкий, У.А. Козловская <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	378
Д. М. Котова <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> РАЗВИТИЕ ТУРИЗМА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ. ПРОБЛЕМЫ ДОСТУПНОСТИ ТРАНСПОРТА	379

А. Ж. Нимаева <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
КРЫЛЬЯ ДРУЖБЫ: МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ТУРИЗМА РОССИИ И БЕЛАРУСИ.....	382
Ю. В. Павлова, Д. Ю. Мягков <i>Белорусский государственный университет</i>	
АНАЛИЗ СУБЪЕКТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БОРТОВЫМ ПИТАНИЕМ АВИАРЕЙСОВ	384
Р. А. Вишневецкий, П. В. Разгуляева <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИОННОЙ ЛОГИСТИКИ, ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	386

СЕКЦИЯ 9. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И МИРОВОЙ АВИАЦИИ

В. А. Бубнова, В. А. Станкевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ВИНТОКРЫЛАЯ ЖИЗНЬ АВИАКОНСТРУКТОРОВ	390
В. И. Гнездилов <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ВКЛАД В ИСТОРИЮ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ И. И. СИКОРСКОГО	393
А. А. Гурецкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИОСИФ ГРИГОРЬЕВИЧ НЕМАН – ОДИН ИЗ ПЕРВЫХ СОЗДАТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА В СССР	394
Т. Т. Давыдова, А. Х. Даудов <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ДАШИ ИБРАГИМОВИЧ АКАЕВ: ЖИЗНЬ, ПОСВЯЩЕННАЯ НЕБУ	397
А. Т. Дзигасов <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ.....	400
М. О. Иванова <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО ФЛОТА В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ.....	403

Н. А. Иванова, Т. Т. Давыдова, А. Б. Риммер <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
СПЕЦИФИКА ПРОДВИЖЕНИЯ АВИАКОМПАНИЙ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ....	406
В. Н. Иванченко <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ ПИЛОТАМИ ГВФ КРАСНОЙ АРМИИ В ПРЕДВОЕННЫЙ ПЕРИОД	408
О. Н. Левшина, Т. Т. Давыдова <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ОБРАЗ АВИАЦИИ В НРАВСТВЕННОЙ И ДУХОВНОЙ КУЛЬТУРЕ	410
И. В. Лосич, С. Д. Сацукевич, С. Е. Станкевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ОТ ВОЗДУШНОГО ШАРА ДО ДИРИЖАБЛЯ.....	413
Н. В. Пяткова <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ ГРАЖДАНСКОЙ ВОЗДУШНОЙ АВИАЦИИ В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 1941–1945 ГГ.....	416
С. В. Синявская, А. С. Бирилло, Н. А. Сокарева <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
КОРОЛЕВЫ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА	418
В. А. Язубец, К. А. Шостак, С. Е. Станкевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ОТ ФАНТАСТИКИ ДО РЕАЛЬНОСТИ – ГЕЛИКОПТЕР.....	420
А. И. Якелис <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i>	
ВКЛАД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ И КОНСТРУКТОРОВ В МИРОВУЮ АВИАЦИЮ	423

СЕКЦИЯ 10.

СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ, ФИЛОСОФСКО-КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ АВИАЦИИ

Н. К. Рудаковский, Р. Ю. Дудаль <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	426

Н. К. Рудаковский, А. С. Журавский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> К ВОПРОСУ ДИАЛЕКТИКИ ТЕХНИКИ, ЧЕЛОВЕКА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	429
В. А. Ксенофонтов <i>Военная академия Республики Беларусь</i> ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ УКРЕПЛЕНИЯ ВОЕННОЙ СФЕРЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛАРУСИ	431
А. А. Левицкий, Н. К. Рудаковский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ЭВОЛЮЦИЯ ПОНИМАНИЯ ТЕХНИКИ	434
М. М. Мезенцев <i>Военная академия Республики Беларусь</i> АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ КАДРОВ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ	437
О. Г. Петровская, С. А. Дулич, Е. О. Рабченко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ГРУППАХ	440
В. Ю. Пискун ¹ , С. А. Савик ² , М. И. Капкович ² ¹ Главное управление командующего внутренними войсками Министерства внутренних дел Республики Беларусь, ² Белорусский национальный технический университет КОНЦЕПЦИЯ ВОЕННОГО ЛИДЕРСТВА ВОЕННОСЛУЖАЩИХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	442
В. Н. Сивицкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i> КУЛЬТУРА И ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ	444
З. В. Смирнов <i>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А. А. Новикова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)</i> МАЛАЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ МОЛОДЕЖИ К РАБОТЕ В АВИАЦИИ	446
О. Л. Сташкевич <i>Институт философии Национальной академии наук Беларуси</i> К ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА В БЕЛОРУССКОМ ОБРАЗОВАНИИ	448
А. И. Чмуневич, И. А. Селезнева <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИГР В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ КУРСАНТОВ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ	449

И. Н. Чмыхун

Военная академия Республики Беларусь

ФЕНОМЕН ВОЙНЫ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ

КАРЛА КЛАУЗЕВИЦА И СОВРЕМЕННОСТЬ 452

Ш. П. Шекили

Национальная академия авиации Азербайджана

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ЛИЦ

В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ 455

Для заметок

Для заметок

Научное издание

**АВИАЦИЯ:
ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Белорусской государственной академии авиации

Минск, 5 декабря 2024 г.

На русском, белорусском, английском языках

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 16.06.2025. Формат 60x84¹/₁₆. Гарнитура Таймс.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 27,60. Уч.-изд. л. 26,35.
Тираж 15 экз. Заказ 56.

Издатель и полиграфическое исполнение:
государственное учреждение «Национальная библиотека Беларуси».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/398 от 02.07.2014.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/157 от 02.07.2014.

Пр. Независимости, 116, 220114, г. Минск.
Тел. (+375 17) 293 28 10. Факс (+375 17) 368 97 23. E-mail: zav_izdat@nlb.by.