

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Белорусская государственная академия авиации»

АВИАЦИЯ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Сборник материалов
IV Международной научно-практической конференции
учреждения образования
«Белорусская государственная академия авиации».
Минск, 24 октября 2019 г.

Минск
2020

УДК 629.73(06) + 656.7(06) + 378.662.9
ББК 39.5я431 + 74.58
А20

Редакционный совет:

А. А. ЖУКОВА, к.т.н.,
О. М. БОРЗДОВА,
И. М. БЕРШОВА,
Т. И. КОЖЕМЯКИНА

Под научной редакцией

А. А. ШЕГИДЕВИЧА,
кандидата технических наук

Авиация: история, современность, перспективы развития : сборник материалов
А20 IV Международной научно-практической конференции учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации». Минск, 24 октября 2019 г. / [ред.: А. А. Жукова и др. ; под науч. ред. А. А. Шегидевича]. – Минск : Национальная библиотека Беларуси, 2020. – 328 с.

ISBN 978-985-7235-31-5

В сборнике представлены материалы исследований представителей академической, вузовской и отраслевой науки, посвященные анализу современных подходов к проблемам развития авиации, путей 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.

УДК 629.73(06) + 656.7(06) + 378.662.9
ББК 39.5я431 + 74.58

ISBN 978-985-7235-31-5

© Учреждение образования
«Белорусская государственная
академия авиации», 2020
© Оформление. Государственное
учреждение «Национальная
библиотека Беларуси», 2020

НАПРАВЛЕНИЕ

**«ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В АВИАЦИИ»**

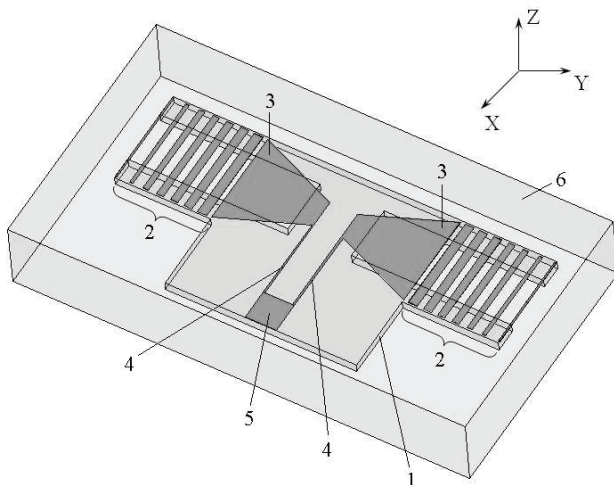
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

Оптический диапазон, видимый человеческому глазу – это очень узкий спектральный интервал частот, в то время как вся шкала электромагнитного излучения распространяется от гамма-излучения до радиоволн. Поэтому понятно, что для исследования различных объектов, существующих в природе, и открытия новых во Вселенной необходимо разрабатывать приборы как наземного, так и космического базирования, работающих и в других частотных диапазонах длин волн.

Электромагнитное излучение в интервале частот от 0,3 до 30 ТГц (длин волны 1 мм – 10 мкм), в последнее время называемый в литературе терагерцовым вплоть до последних лет был “terra incognita”. Этот частотный интервал занимает часть электромагнитного спектра между инфракрасным (ИК) и микроволновым диапазонами, поэтому его часто также называют дальним ИК или субмиллиметровым диапазоном.

Целью работы является разработка эффективного метода приема и детектирования терагерцового излучения, основанного на эффекте прямого преобразования энергии волнового поля в электрический сигнал и его схемотехническая реализация в интегральном исполнении.

Нами предложена планарная структура приемника излучения на резонансной частоте 1,82 ТГц, выполненного в виде прямоугольной аподизированной открытой микрорезонаторной структуры, связанной с волноводными линиями, выполненными в виде равнобедренных трапеций, и рассчитаны основные параметры, определяющие его практическую пригодность.



1 – подложка, 2 – аподизированные периодические металлические микрорезонаторные структуры, 3 – согласующие волноводные линии, 4 – входной волноводный тракт, 5 – входной порт, 6 – параллелепипед (ограниченная область пространства моделирования)

Рисунок 1 – Приемная структура

Размеры металлической части приемной структуры терагерцового излучения, расположенной на диэлектрической подложке 1, составляли: общая длина – 421 мкм, ширина – 105 мкм и толщина 50 нм. Диэлектрическая проницаемость подложки 1 равна 2,17, тангенс

потерь – 0,0009 и её толщина – 10 мкм. Моделирование проводилось в ограниченном пространстве, представляющем собой параллелепипед 6, на всех поверхностях которого задано граничное условие излучения волн во внешнюю среду. Минимальное расстояние между стенками параллелепипеда 6 и излучающей прямоугольной аподизированной периодической металлической микрорезонаторной структурой 2 составляет не менее одной четверти резонансной длины волны. Электромагнитная волна в электродинамическую систему поступает через входной порт 5. Возбуждение электромагнитных волн входным портом 5 осуществляется в одномодовом режиме. Расчет основных параметров рассматриваемой приемной структуры проводился с использованием программы HFSS [1, 2], которая обеспечивает моделирование сложных трехмерных конфигураций произвольной формы.

На рисунке 2 приведены рассчитанные частотные зависимости электромагнитного излучения, отраженного от электродинамической системы с приемными частями 2, выполненными в виде сплошного металлического прямоугольника (штриховая линия) и аподизированной открытой периодической металлической микрорезонаторной структуры (сплошная линия). Для данных структур оптимальное согласование по входу рассмотренных приемников происходит на частоте 1,82 ТГц при потерях на отражение -12,64 дБ и -14,9 дБ соответственно.

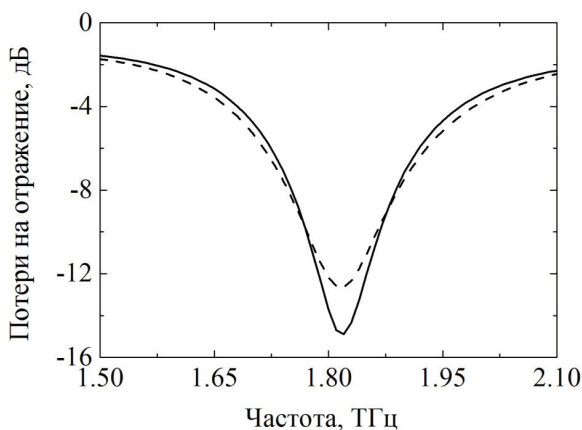


Рисунок 2 - Частотная зависимость потерь на отражение для приемников со сплошной (штриховая линия) и аподизированной (сплошная линия) металлической приемной частью

Разработанная система приема электромагнитного излучения терагерцового диапазона на основе связанных аподизированных периодических металлических структур прямоугольной формы и волноводных линий в виде равнобедренных трапеций позволяет повысить эффективность преобразования энергии излучения на резонансной частоте в энергию электронного потока до ~ 97 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Банков, С.Е. Расчет оптических и СВЧ задач с помощью HFSS / С.Е. Банков, Э.М. Гутцайт, А.А. Курушин. Москва: ООО “Оркада”, 2012, 250 с.
2. Obot, A.B. Design and Simulation of Rectangular Microstrip Antenna Arrays for Improved Gain Performance / A.B. Obot, G.A. Igwue, K.M. Udofia // International Journal of Networks and Communications. 2019. Vol. 9, Iss. 2. P. 73–81.

ВОЗМОЖНОСТИ FDM-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аддитивные технологии в настоящее время являются одним из наиболее динамично развивающихся направлений цифрового производства, имеющим большие перспективы при производстве беспилотных летательных аппаратов. Аддитивные технологии основаны на использовании 3D-принтеров. Из семи базовых принципов процесса 3D-печати сегодня наибольшее распространение имеет экструзия материала, который выборочно подаётся через сопло или жиклёр. Этот вид 3D-печати в технической литературе принято называть FDM-печатью (Fused Deposition Modeling) [4].

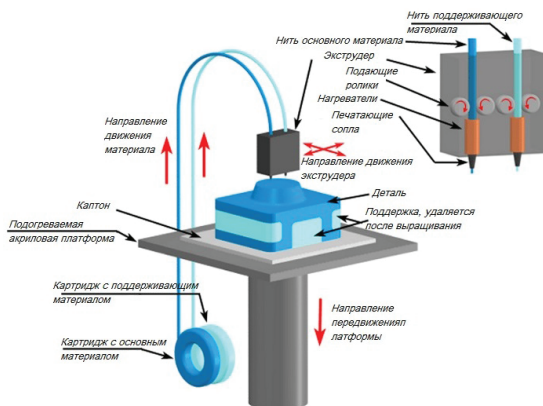


Рисунок 1 – Принципиальная схема печатающего 3D-устройства по FDM-методу

Таблица 1 – Преимущества и недостатки FDM-технологии

FDM-технологии	
Преимущества	Недостатки
Относительная простота процесса и доступность оборудования, в глобальной сети существует проект RepRap, который предоставляет в открытом доступе все схемы и комплектующие, позволяющие собрать принтер самостоятельно.	Необходимость использования поддержек
Невысокая цена производства. Исходные материалы относительно недороги и доступны. При наличии небольшого экструдера несложно наладить изготовление прутка;	Необходимость дополнительной обработки после окончания печати (удаление поддержек, механическая обработка)
Большой выбор исходных материалов. На рынке представлено множество цветов и оттенков ABS-пластика и других подходящих для этого метода материалов.	Механизм адгезии слоя делает детали полученные при помощи FDM-печати анизотропными

В эпоху инновационной экономики аддитивные технологии становятся ярким примером того, как новые разработки существенно улучшают традиционное производство, обеспечивая конкурентные преимущества изделий и открывая новые возможности для многих отраслей промышленности. Аддитивные технологии позволяют увеличить

производительность труда в 30 раз, довести коэффициент использования материала до 98 %, снизить массу конструкции на 50%. При этом до минимума сокращается длительность цикла «от чертежа до изделия», резко снижаются операционные и капитальные затраты, возрастает экологическая безопасность всех технологических переделов [2].

Аддитивное производство позволяет ускорить разработку нового поколения БЛА.

Специалисты российского КБ «Луч» рассматривают аддитивное производство в качестве метода создания беспилотных летательных аппаратов.

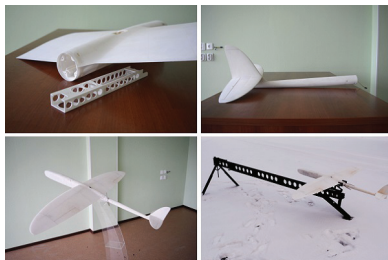


Рисунок 2 – Напечатанный на 3D-принтере БЛА ближнего действия

Лидер рынка 3D-печати **Stratasy Ltd** (США–Израиль) и компания **Aurora Flight Sciences** (США), занимающаяся разработкой экспериментальных летательных аппаратов, представили совместный проект – реактивный беспилотник, созданный с помощью аддитивных технологий. Устройство может развивать скорость до 240 км/ч. Размах крыла беспилотного летательного аппарата – три метра, а его масса – всего 15 килограммов, включая двигатель и топливные системы. БЛА на 80 % по массе состоит из напечатанных на промышленных 3D-принтерах элементов. Исключение составили реактивный двигатель, шасси и авионика [5].



Рисунок 3 – БЛА от Stratasy и Aurora Flight Sciences напечатанный методом FDM-технологии

Применение аддитивных технологий позволило вдвое сократить время, необходимое на разработку и производство БЛА.

Основные элементы конструкции аппарата сделаны с помощью FDM-технологии. Для изготовления применялся термопластик ULTEM 9085, который часто используется в авиастроении благодаря своим термическим, механическим и химическим характеристикам.

Материал не только легкий, но и очень прочный, что крайне важно при изготовлении деталей самолетов [5].

Прочностные испытания термопластика ULTEM 9085 показали:

- предел прочности на разрыв – 42–70 МПа;
- прочность при изгибе – 68–112 МПа;
- модуль упругости при изгибе – 2,5 ГПа;
- удлинение при разрыве – 5,8 %;
- ударная вязкость по Изоду (без надреза) – 613,8 Дж/м.

Уменьшение массы приводит к сокращению потребления топлива, – это касается и воздушного, и наземного, и водного транспорта. Кроме того, благодаря использованию аддитивных технологий повышаются коэффициенты использования материалов, что приводит к снижению конечной цены, поскольку снижаются объемы отходов и затраты на утилизацию и переработку.

Аддитивное производство позволяет ускорить разработку нового поколения БЛА. Внедрение и использование аддитивных технологий в проектировании и производстве деталей беспилотного летательного аппарата представляется актуальной задачей, поскольку при этом достигается высокий технико-экономический эффект.

Аддитивные технологии позволяют значительно снизить затраты на расходные материалы, уменьшить временные и финансовые затраты. Появляется возможность получить конечные детали высокого качества благодаря наличию этапа моделирования опытного образца из дешевого материала, выявлению и устранению недостатков. И только после этого осуществление печати из дорогостоящих материалов.

В Учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации» на базе научно-исследовательской лаборатории имеется и используется профессиональное оборудование для изготовления моделей, и деталей беспилотных летательных аппаратов методом FDM-технологии, а также проводятся эксперименты деталей БЛА из различных филаментов.

Таким образом, применение аддитивных технологий для проектирования, производства и ремонта деталей беспилотных летательных аппаратов можно считать перспективным и своевременным направлением повышения эффективности производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие / А. А. Ляпков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 56 – 57с.

2. Cubicprints [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://www.cubicprints.ru/3d-pechat/asa-plastic>. - Дата доступа: 22.10.2019

3. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / Зленко М. А; ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». – Москва, 2015.

4. Аддитивные технологии: журнал об аддитивном производстве/ Режим доступа: <https://additiv-tech.ru/publications/3d-pechat-v-aviastroenii-rasskaz-inzhenera-boeing.html> . – Дата доступа: 18.10.2019

5. Новости аддитивных технологий/ Режим доступа: <http://fea.ru/news/6305> . – Дата доступа: 21.10.2019

6. 3DToday [Электронный ресурс]/ Режим доступа: https://cnc3d-printer.com/index.php?TM_TC=1&TM_TX=Modelirovanie_metodom_posloynogo. – Дата доступа: 17.10.2019

УДК 666.3

А.Ф. Заико, А.В. Кузьменков, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий

Белорусская государственная академия авиации

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЕССОВАНИЕМ

Цели исследования:

Отработка технологии прессования SiC.

Предмет исследования:

Образцы SiC изготовленные прессованием.

Актуальность темы:

Создание защитных тепловых экранов для авиационной и аэрокосмической промышленности.

Карбид кремния (SiC) является неорганическим бинарным химическим соединением кремния и углерода, при взаимодействии, образующих непрямозонную полупроводниковую кристаллическую структуры.



Рисунок 1 – Образцы SiC

Таблица 1 – Физико-химические свойства карбида кремния

Физико-химические свойства SiC	
Молекулярный вес	40,09
Содержание углерода в весе	29,05
Плотность, г/см(кубический)	3,2
Температура плавления в градусах Цельсии	2600
Теплоёмкость при 20 градусах Цельсии в кал/моль	12,13 при 1000 градусах Цельсии
Теплопроводность в кал/см при 20 градусах Цельсии	0,098
Микротвердость	от 3000 до 3200 кгс/мм ²
Предел прочности при растяжении	34,8 кгс/мм ²
Предел прочности на изгиб	19,2 кгс/мм ²

Американская компания General Electric начинает использование реактивных двигателей на основе инновационных японских композитов. Материал получен с применением SiC (карбида кремния), вследствие чего его качество значительно улучшилось.

Подобное сырье уже используются в авиационных двигателях GE9X, которые установят на самолеты следующего поколения Boeing 777X. Пока в планах производство около 300 подобных летательных аппаратов. Еще одно применение нового материала – изготовление крыльев и фюзеляжей.

SiC дает изделиям следующие преимущества:

- **меньший вес.** Это особенно актуально, ведь в таком случае самолеты будут экономнее расходовать топливо, что снизит выбросы углекислого газа. Именно к этому призвала Международная организация гражданской авиации;
- **способность выдерживать высокие температуры.** Карбид кремния рассчитан на эксплуатацию в условиях до 2000°C. Это означает, что самолеты можно будет использовать в условиях экстремальных температур. Также материал готов к применению в качестве термической оснастки турбин тепловых электростанций.

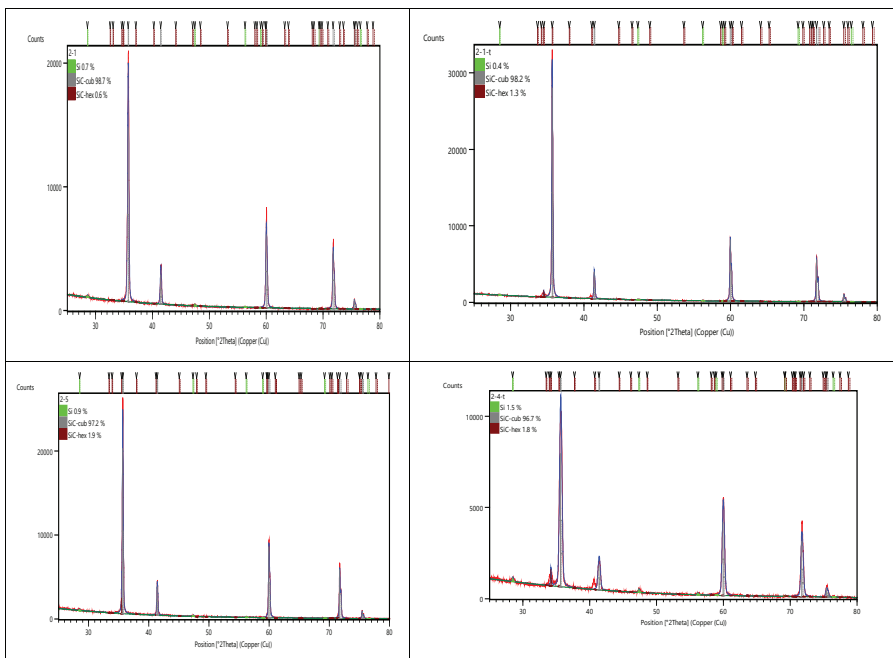
Рентгенофазовый анализ SiC проводится на рентгеновском дифрактометре AL-27mini (рисунок 2) с использованием $\text{CuK}\alpha$ излучения. Обработка результатов производится с помощью программы Match 3.



Рисунок 2 – Рентгеновский дифрактометр AL-27mini.

По данным исследования фазового состава предоставленных образцов керамики состава 1 и 2, установлено, что образцы содержат карбид кремния в основной кубической фазе. При этом имеется примесь фазы кремния и карбида кремния в гексагональной кристаллической форме.

Окончание таблицы 2



УДК 620.1

А.Ф. Заико, А.В. Кузьменков, В.Ч. Чехович, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий

Белорусская государственная академия авиации

ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЛАСТИКА АСА ОТ ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ (ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ)

Цели исследования:

Выявление зависимости механических свойств образцов на растяжение из пластика АСА White, распечатанных на 3D принтере, от технологии печати.

Образцы для испытаний были выбраны согласно ГОСТу 11262 – 2017 Пластмассы. Метод испытания на растяжение, для испытаний был выбран образец 1А, размеры которого указаны на рисунке 1.

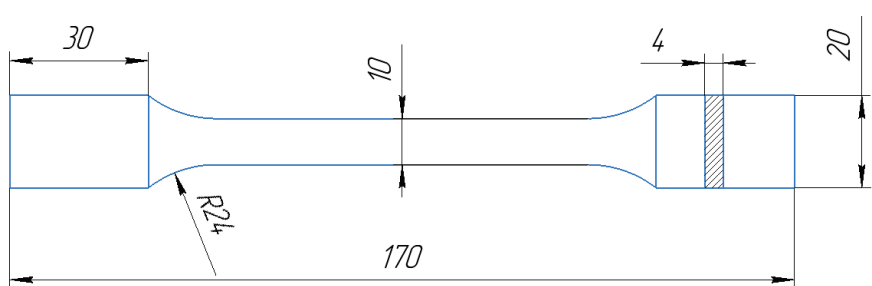


Рисунок 1 – Эскиз образца 1А

3D модель образца создавалась в среде КОМПАС-3D, после чего в программном обеспечении Insight 11.1 и Control Center 11.1 модель нарезается на слои и выбирается технология печати, после этого модель загружается на 3D принтер STRATASYS Fortus 450mc. (рисунок 2).



Рисунок 2 – 3D принтер STRATASYS Fortus 450mc

Технология печати образцов отличалась геометрическим положением внутри принтера (как показано на рисунке 3 и 4), а также количеством заполнения в процентах (от 20 до 100 %, с шагом 20 %). Количество заполнения устанавливается в программном обеспечении от компании STRATASYS. В общей сложности было напечатано и испытано 24 образца на растяжение.

Испытания проводились на гидравлической разрывной машине «Kason WAW-300» (рисунок 5).

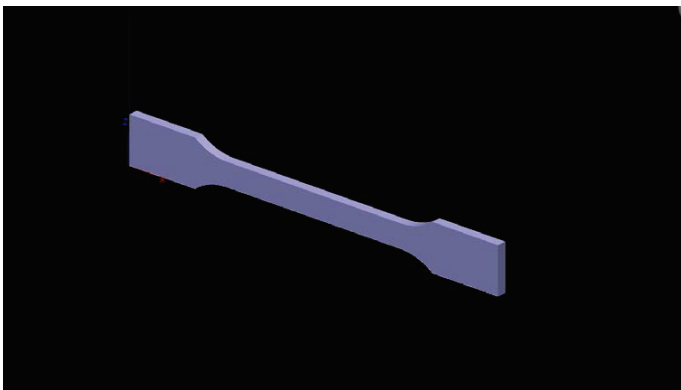


Рисунок 3 – Положение образца в рабочей камере при печати в горизонтальной плоскости на грани

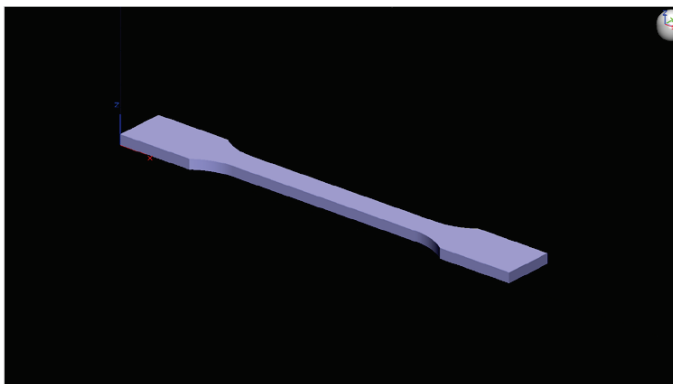


Рисунок 4 – Положение образца в рабочей камере при печати в горизонтальной плоскости



Рисунок 5 – Гидравлическая разрывная машина «Kason WAW-300»

Результаты испытаний представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов распечатанных в горизонтальной плоскости

Заполнение, %	F_m , кН	σ_m , МПа	F_p , кН	σ_p , МПа	E , ГПа	ΔL , мм
20	0,850	21,25	0,53	13,25	0,3	8,33
40	1,330	33,25	0,840	21	0,27	13,1
60	1,130	32,75	0,800	20	0,49	11,82
80	1,380	34,5	0,790	19,75	0,42	11,12
100	1,400	35	0,840	21	0,42	11,62

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов распечатанных в горизонтальной плоскости на грани

Заполнение, %	F_m , кН	σ_m , МПа	F_p , кН	σ_p , МПа	E , ГПа	ΔL , мм
20	1,430	35,75	0,82	20,5	0,49	6,15
40	1,770	44,25	0,96	24	0,52	7,44
60	1,780	44,5	0,97	24,25	0,54	13,97
80	1,830	49,5	0,95	23,75	0,52	10
100	1,570	39,5	0,82	20,5	0,47	13,06

Графики зависимостей нагрузки от удлинения

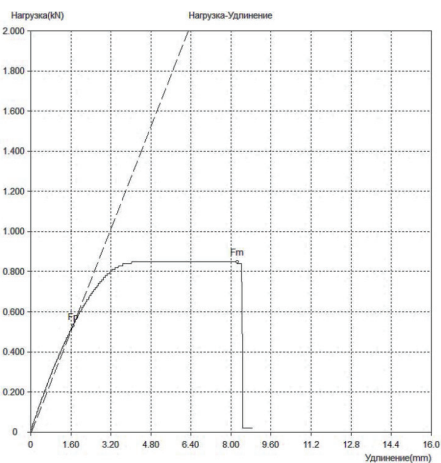


Рисунок 6 – 20 % заполнения

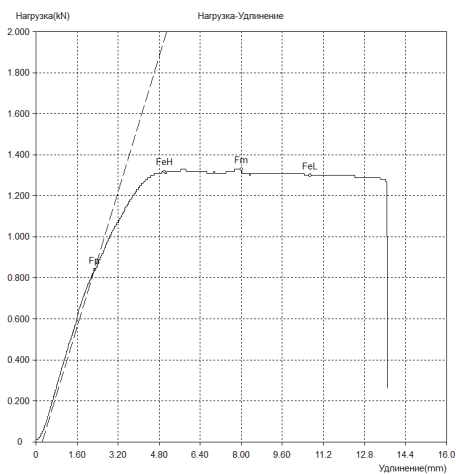


Рисунок 7 – 40 % заполнения

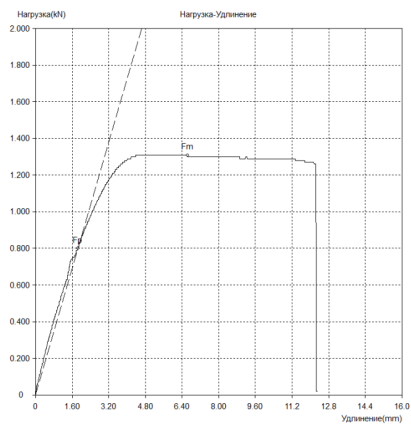


Рисунок 8 – 60 % заполнения

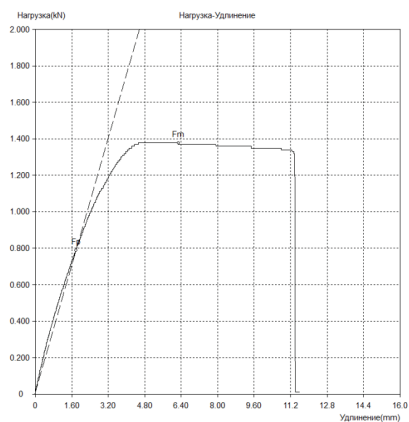


Рисунок 9 – 80 % заполнения

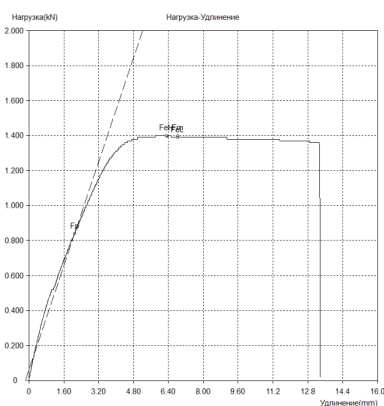


Рисунок 10 – 100 % заполнения

На основе полученных данных можно сделать вывод, что образцы распечатанные в горизонтальной плоскости на грани имеют более высокий предел прочности, предел текучести и модуль упругости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 3DToday [Электронный ресурс]/ Режим доступа: https://cnc3d-printer.com/index.php?TM_TC=1&TM_TX=Modelirovanie_metodom_posloynogo. – Дата доступа: 30.04.2019
2. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие / А. А. Ляпков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 56 – 57 с.
3. Cubicprints [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <https://www.cubicprints.ru/3d-printchat/asa-plastic>. – Дата доступа: 30.04.2019.
4. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров / Зленко М. А; ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». – Москва, 2015.

ТЕХНОЛОГИЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛОПАСТЕЙ ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА НА 3D-ПРИНТЕРЕ STRATASYS FORTUS 450 MS

Возможности аддитивного производства лопастей снегогенератора СО-365, разрабатываемого ОАО «МИСОМ ОП» по программе импортозамещения, были использованы для изготовления 12 лопастей воздушного компрессора с помощью 3D-принтера профессионального уровня американской фирмы STRATASYS FORTUS 450 ms. Для решения поставленной задачи необходимо было выполнить ряд условий, главными из которых являлись:

- 1) выбор материала для печати;
- 2) выбор положения модели на рабочем столе 3D-принтера;
- 3) испытания на прочность изготовленных лопастей.

Анализ механических свойств филаментов, используемых для 3D-печати показал, что наиболее приемлемыми являются ASA и ULTEM 1010.

Термопластик АСА (акрилонитрилстиролакрилат) – атмосферостойкий аналог ABS-пластика. Обладает высокой жесткостью, устойчив к разбавленным кислотам, минеральным смазочным маслам, дизельному топливу. В отличие от ABS-пластика, АСА-пластик стоек к действию УФ-излучения. Не желтеет на открытом воздухе.

Термопластик ULTEM 1010

Полиэфиримид ULTEM 1010 используется в прорывных технологиях. Он имеет сертификат по стандарту FAR 25.853. Термопластик имеет самую высокую термостойкость среди полимеров для 3D-печати – 216°C. При низких температурах (до –70 °C) он не теряет своих характеристик.

Таблица 1– Сравнение механических свойств ASA и ULTEM 1010

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ASA	ULTEM 1010
Плотность, г/см ³	1,08	1,27
Прочность на разрыв, МПа	47	81
Прочность при изгибе, МПа	66	144
Модуль упругости, ГПа	2,3	2,7
Ударная вязкость по Изоду, Дж/м	1/4" (надрез): 98 1/8" (надрез): 226	(без надреза): 657
Твердость по Роквеллу	107	109

Сравнение механических свойств выбранных материалов для 3D-печати (таблица 1) показывает, что наиболее выдающимися параметрами обладает ULTEM, который на сегодняшний день является лучшим материалом для 3D-печати, однако стоимость этого фирменного филамента в 2 раза выше, чем ASA. Принимая во внимание экономическую составляющую для изготовления лопастей снегогенератора был выбран материал ASA.

Вторым фактором, играющим важную роль, является расположение модели на рабочем столе 3D-принтера и степень заполнения модели филаментом. В нашем случае, для получения максимальных прочностных характеристик было выбрано 100% заполнение при вертикальном положении модели на рабочем столе принтера. На рисунке 1 представлены образцы лопастей воздушного компрессора снегогенератора СО-365. Время печати одной лопасти составляло 10 часов.



Рисунок 1 – Различные модели лопастей вентилятора снегогенератора СО-365 (ОАО «МИСОМ ОП»)

Для оценки прочности и аэродинамического качества спроектированных и изготовленных лопастей в аэродинамической лаборатории на стенде НТЦ-92 была проведена серия аэродинамических продувок и динамических испытаний, которые показали возможность их использования в снегогенераторе СО-365.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Панов, Д.Ю. «Расчёт воздушного винта на прочность»/ Д.Ю. Панов. – Труды «ЦАГИ» выпуск 288. – Москва: изд. Центрального аэро-гидродинамического института им. Проф. Н.Е.Жуковского, 1937.

2. Ушаков, К.А. «Аэродинамический расчёт осевого вентилятора» / К.А.Ушаков. – Труды ЦАГИ, 1936. – 277 с.

3. Мошков, П.А. «Оценка влияния лопастей и диаметра на шум воздушного винта» / П.А. Мошков, В.Ф. Самохин. – Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение, 2016.

УДК 681.786

А.Ф. Заико, В.Ч. Чехович, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий

Белорусская государственная академия авиации

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цели:

- Выявление особенностей применения 3D-сканирования для создания цифровых моделей и последующего аддитивного производства в авиации.
- Выявление преимуществ 3D-сканирования над традиционными методами.

3D-сканирование – это технология перевода физических объектов в цифровой формат, позволяющая значительно оптимизировать процесс производства изделий.

3D-сканер – это устройство, позволяющее быстро измерить физический объект и воссоздать его точную цифровую 3D-модель. 3D-сканирование упрощает решение задач контроля качества и реверс-инжиниринга на производстве, оцифровки объектов самых разных размеров и форм.

Благодаря 3D-сканерам у предприятий появилась возможность модифицировать существующие изделия без чертежей, ускорить процесс выпуска новых деталей, повысить их качество и уменьшить процент брака на производстве.

По методам сканирования измерительные устройства подразделяют на два вида:

Контактный: устройство непосредственно контактирует со сканируемым объектом.

К контактному 3D-сканерам относятся КИМ (координатно-измерительные машины) – сверхточные, но достаточно медленные устройства.

Бесконтактный: устройство не контактирует с поверхностью объекта. Метод дает возможность создавать 3D-модели изделий от самых мелких и хрупких деталей до памятников, зданий и помещений.

Включает в себя активные и пассивные 3D-сканеры. Активные посылают на исследуемую поверхность волну (луч света или лазера) и фиксируют ее отражение для последующего преобразования в 3D-модель (рисунок 1).



Рисунок 1 – 3D-сканирование ручным 3D-сканером Creaform HandySCAN BLACK предоставленный компанией IQB Technologies

Пассивные в свою очередь вместо лазерных лучей используют окружающий свет.

Ключевые преимущества 3D-сканеров – высокая точность оцифровки объектов сложной геометрии, быстрота измерений, повышенная надежность и простота в эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 3d-daily.ru [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://3d-daily.ru/other-news/what-is-3d-scan.html>. – Дата доступа: 06.03.2013

2. 3dtoday.ru [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://3dtoday.ru/search?q=3%D0%B4+%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>. – Дата доступа: 18.12.2018

3. robot-ik.ru [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://robot-ik.ru/obzory/kak-rabotaet-ustroystvo-3d-skanerov-tehnologii-i-printsipy-skanirovaniya>. – Дата доступа: 30.04.2019

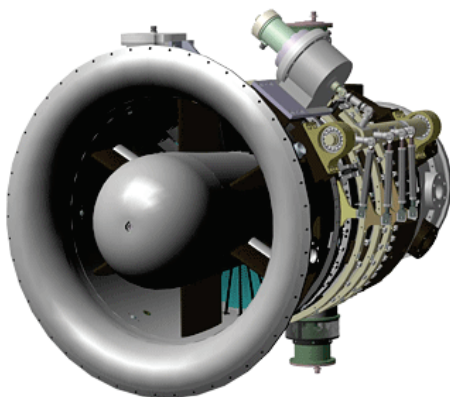
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОПАСТИ СНЕГОГЕНЕРАТОРА В СРЕДЕ КОМПАС-3D

Abstract: Описан процесс проектирования лопасти опытного снегогенератора в среде Компас-3D, результаты теоретических исследований и проектирования.

Введение

Проектирование деталей и разработка конструкторской документации в настоящее время осуществляется с применением цифровых технологий.

КОМПАС-3D – система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования. Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра С3D и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН. КОМПАС-3D обеспечивает поддержку наиболее распространенных форматов 3D-моделей (STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF), что позволяет организовывать эффективный обмен данными со смежными организациями и заказчиками, использующими любые CAD / CAM / CAE-системы в работе [1].



Проектирование машиностроительных и приборостроительных изделий накладывает высокие требования к используемому инструменту. КОМПАС-3D соответствует самым современным требованиям. Возможности системы обеспечивают проектирование машиностроительных изделий любой сложности и в соответствии с самыми передовыми методиками проектирования. В системе присутствуют инструменты для работы по методу «сверху вниз» или методике нисходящего проектирования, а также по уже привычному всем методу «снизу вверх» [1].

Главной целью любого машиностроительного предприятия является выпуск продукции. Начинается этот процесс с проектирования будущего изделия. Проектирование изделий, отвечающих требованиям быстро меняющегося рынка, позволяет предприятиям развиваться и становиться успешными. Выпуск новой конкурентоспособной продукции обеспечивает получение прибыли.

В соответствии с распоряжением Президента Республики Беларусь, ОАО «МИСОМ ОП» совместно с БГАА, приступило в 2018 г. к разработке и опытного образца отечественного бюджетного снегогенератора для оснежения склонов спортивных школ

Республики Беларусь. ОАО «МИСОМ ОП» для обеспечения решения этой задачи были привлечены по договору специалисты БГАА, а уже в августе-октябре 2019г были проведены натурные испытания опытного образца осевого снегогенератора СО-365, спроектированного, в соответствии с техническим заданием к хозяйственному договору № между ОАО «МИСОМ ОП» и УО «БГАА», по трёхмерной модели, выполненной в среде Компас-3D доцентом кафедры ТЭВСиД М.М.Лузаном.

Проектирование лопастей являлось частной задачей профилирования газодинамического канала снегогенератора. Для её решения были выполнены несколько итераций аэродинамических расчётов первого и последующих приближений. Расчёт и проектирование лопасти снегогенератора опирались на теоритические исследования, выполненные Лузаном М.М. которые позволили определить характер течения воздушного потока и осуществить выбор приемлемого профиля лопасти. Выбранный профиль П117 обладает наилучшими аэродинамическими параметрами (С_у, К) при толщине в диапазоне 4,5-12% при числах Маха порядка 0,15-0,5, что соответствует режиму работы СГ.

Проектирование модели лопасти.

Формирование тела лопасти начиналось с базовой плоскости, построением и созданием на ней плоского эскиза. Построением вспомогательных плоскостей, отстоящих от базовой плоскости на необходимом расстоянии и созданием на них эскизов, были получены контрольные расчётные сечения с использованием модифицированного профиля П117. При построении сечений определялось положение центра масс и момента инерции сечений, для минимизации крутящего момента в плоскости сечений и смещения координаты максимальной толщины контрольного сечения к осевой линии сечения комля лопасти.

Лузаном М.М. было создано несколько вариантов прямых лопастей с применением различной относительной толщины и и площади лопасти СО365-3 в плане.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://kompas.ru/kompas-3d/about/>.
2. Руководящий материал авиационной техники РТМ1624-80. «Турбины авиационных двигателей. Методика расчёта на среднем диаметре. 62стр. Москва 1980г.
3. Научно-технический отчёт о выполнении хозяйственного договора б/н от 04.01.2019 г между ОАО «МИСОМ ОП» и УО «БГАА» УО БГАА 2019, А.Ф.Заико, Лузан М.М.
4. Аэро-гидродинамика летательных аппаратов на воздушной подушке. Труды ЦАГИ им. Проф. Н.Е. Жуковского. Москва 1965 г.
5. «Аэродинамическое проектирование высоконапорного осевого вентилятора» Ю.А.Рыжов, С.А.Попов, Мань Хиеу Ву. Научный вестник МГТУ ГА.

УДК 621.63

Е.А. Телушенко, М.М. Лузан

Белорусская государственная академия авиации

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОПАСТЕЙ С СНЕГОГЕНЕРАТОРА СО-365 В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ-СТЕНДЕ НТЦ19.02

Abstract: Определение характеристик лопастей является неотъемлемым этапом проектирования тянущих и несущих винтов двигателей самолётов и вертолётов, лопастных машин широко используемых в промышленности. В статье приведены результаты экспериментальных исследований лопастей рабочего колеса опытного снегогенератора СО-365-3 в аэродинамической трубе-стенде НТЦ19.02.

Введение

В настоящей статье, изложены вопросы экспериментального определения динамической прочности лопастей снегогенератора при взаимодействии с воздушным потоком в аэродинамической трубе-стенде НТЦ19.02., изучение характера обтекания лопастей при различных углах атаки корневого сечения лопасти, определение аэродинамических коэффициентов лопасти.

В соответствии с распоряжением правительства Республики Беларусь, ОАО «МИСОМ ОП» совместно с БГАА, приступило в 2019 г. к разработке конструкторской документации опытного образца с целью освоения и серийного производства бюджетных снегогенераторов для оснежения склонов спортивных школ Республики Беларусь. Для решения обеспечения решения этой задачи специалистами БГАА выполнялись теоретические изыскания и экспериментальные исследования по тематике разработки газогенераторов.

Одной из проблем, требующих разрешения при разработке снегогенератора с газогенератором вентиляторного типа, является задача проектирования рабочего колеса вентилятора-воздушного винта.

Важная и сложная задача при определении характеристик воздушного винта – расчёт профильного сопротивления его лопастей. (1).

На каждом элементе лопасти возникает своя элементарная сила сопротивления вращению (2). Наиболее доступный способ определения характеристик лопастей – аэродинамический эксперимент.

Как известно, исходя из принципа «обратимости» в настоящее время подавляющее большинство опытов производят над моделями, неподвижно установленными в аэродинамических трубах, в которых искусственно создаётся поток воздуха (3).

Согласно требованиям в ТЗ Заказчика мощность электродвигателя вентилятора равна 15 квт, этой мощности должно соответствовать суммарное сопротивление лопастей, которые обеспечивают требуемую подачу воздуха через канал снегогенератора.

Описание теоретических исследований и этапов проектирования

В результате теоретических исследований по вопросу проектирования эффективных газогенераторов, применяемых для искусственного оснежения склонов, сравнительного анализа действующих образцов снегогенераторов и требований технического задания Заказчика были получены исходные размеры сечения в зоне размещения РК.

На основании термодинамического и аэродинамического расчётов, согласно теории элемента лопасти, каждый элемент лопасти рассматривался как крыло, которое движется по криволинейной траектории (2) были определены параметры лопастей, геометрические размеры внутреннего канала газогенератора, которые последовательно уточнялись. Работы выполнялись в рамках договора с ОАО «МИСОМ ОП» № от 2019г.

В ходе проектирования были получены геометрические параметры лопастей (толщина и кривизна, профиль сечения, спрямляющего аппарата и лопастей рабочего колеса), материалы для изготовления газодинамического канала и лопаток спрямляющего аппарата и лопаток рабочего колеса вентилятора. После согласования материала с Заказчиком, выполнены расчёты на прочность лопастей рабочего колеса от осевой и поперечной силы, изгибающего и крутящего момента. Геометрия лопаток рабочего колеса была скорректирована.

Согласно отдельного договора между БГАА и МИСОМ ОП начальником лаборатории НИЛ БГАА А.Ф.Заико методом аддитивной печати из материала АСА были изготовлены лопасти снегогенератора. Особенности их изготовления будут даны в отдельной статье (2) Работы по аддитивной печати лопаток снегогенератора выявили проблему анизотропии прочностных свойств деталей в зависимости от направления печати. В настоящее время лаборатория НИЛ ведутся работы по подготовке образцов с применением различных филаментов с различным направлением печати и различной степенью заполнения для разрушающих механических испытаний изготовленных. Анализ открытых источников также подтверждает наличие проблемы несоответствия заявляемых производителем пластиков характеристик свойств

Согласно календарного плана выполнения указанного договора, после выполнения термодинамического и аэродинамического расчётов канала, Лузан М.М. в среде Компас 3-D выполнил трёхмерное моделирование перспективного снегогенератора СО-365-3 и его составных частей (передний обтекатель ротора, входной аппарат, лопатки спрямляющего аппарата, лопатки рабочего колеса, центральная проточная часть газогенератора, выходное сопло, задний обтекатель статора).

На электронную почту главного инженера ОАО «МИСОМ ОП» Подолинского Д.Г. 28.05.2019 г направлены файлы Snowcanal4.m3d, Snowcanal4.stl – трёхмерная модель с геометрией канала снегогенератора.

3. До сборки и установки на снегогенератор СО365-3, изготовленных в БГАА лопастей, после изготовления первых образцов было принято решение об их продувке аэродинамической стенде НТЦ) с фото и видеофиксацией результатов эксперимента.

Цели аэродинамических экспериментов:

-качественная оценка прочности лопасти на изгиб и поперечную силу от воздушной нагрузки;

-изучение характера течения воздушного потока и отрывных течений при обтекании лопасти на различных углах атаки с применением генератора дыма;

-экспериментальное определение углов атаки с максимальным значением качества, для определения оптимальных углов установки лопасти;

-определение значения сил сопротивления при обтекании лопастей на различных углах атаки;

Описание экспериментов:

Аэродинамические исследования лопастей была выполнена доцентом кафедры «Технической эксплуатации воздушных судов и двигателей» Лузаном М.М. на базе лаборатории аэродинамики № 3107 на стенде НТЦ92... Протоколы испытаний приложены (5).

Серия аэродинамических экспериментов включала обдувку лопасти воздушным потоком с различными скоростями при последовательном изменении углов атаки.

Выводы:

Цели аэродинамических исследований достигнуты:

Спроектированная и изготовленная, методом аддитивной печати, лопасть снегогенератора СО-365-3 успешно выдержала расчётные нагрузки;

Экспериментально определены углы установки лопасти, соответствующие максимальному качеству и безотрывному обтеканию при определённых скоростях воздушного потока;

Выявлено существенное влияние скорости течения потока в аэродинамической трубе при значительном значении угла установки лопасти на рычажных весах;

Заключение

В лаборатории НИЛ были изготовлены 12 лопаток для установки на снегогенератор СО-365-3. В августе 2019г на ОАО «МИСОМ ОП» была выполнена сборка опытного экземпляра снегогенератора с лопатками, спроектированными и изготовленными в НИЛ УО «БГАА».

При испытаниях опытного образца снегогенератора СО-365-3 с лопатками, изготовленными НИЛ УО «БГАА» были зафиксировано:

-выполнение требований ТЗ Заказчика

-низкий уровень шума;

-потребляемая мощность 12(15квт)

-скорость потока порядка 31 м/с;

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вильтрубе Л.С. Вертолёты.Расчёты интегральных аэродинамических характеристик и лётно-технических данных.

2. Базов «Аэродинамика вертолётов». М.1969г «Транспорт»

3. П.М. Ширманов «Курс аэродинамики» М.1949г. Оборонгиз.

4. Особенности изготовления лопаток снегогенератора СО365-3 из пластика ASA.

5. Протоколы аэродинамических испытаний.

6. Файлы видеорегистрации экспериментов.

НАПРАВЛЕНИЕ
«ВОЗДУШНОЕ ПРАВО»

**ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАНТОВ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ АВИАЦИОННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, В СООТВЕТСТВИИ
С ТРЕБОВАНИЯМИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ**

Основной задачей международного законодательства является предоставить государствам и эксплуатантам подробные рекомендации относительно создания и поддержания безопасной, регулярной и эффективной системы международного коммерческого воздушного транспорта. Документами Международной ассоциации воздушного транспорта (далее – ИАТА) и Европейского агентства авиационной безопасности (далее – EASA) введена концепция постоянного контроля за обеспечением безопасности полетов эксплуатантом. В ней подчеркивается важность сертификации и системы контроля за обеспечением безопасности полетов, содержатся более детальные рекомендации по этим вопросам и представлены соответствующие аспекты аренды, фрахтования воздушных судов и обмена ими, а также надзора государств за деятельностью иностранных эксплуатантов.

Согласно 12-ому изданию IOSA Standards Manual оператор должен иметь действительный сертификат эксплуатанта (Aviation Operator Certificate, AOC) или эквивалентный документ, выданный государством оператора, которое уполномочивает оператора проводить коммерческие авиаперевозки в соответствии с указанными условиями и ограничениями.

AOC производится (государством) в соответствии с местными условиями. AOC и/или сопутствующие документы должны включать: идентификацию оператора (имя и местонахождение), дату выпуска и срок действия, описание видов разрешенных операций, тип (ы) воздушных судов, разрешенных к использованию, разрешенные зоны действия или маршруты, исключения, отклонения и отказы (перечислены по названию). Срок действия указывается в AOC или определяется со ссылкой на дату выдачи и истечение срока.

Таким образом, ИАТА описывает минимальные требования к действующим сертификатам эксплуатанта, но не уточняет процедуры по его выдаче.

Что касается международных стандартов, применяемых на территории Европейского Союза (далее – ЕС), то помимо рассмотренных выше обязательных требований по сертификации деятельности эксплуатантов, осуществляющих авиационные перевозки, существует еще и процесс авторизации операторов третьих стран (TCO).

EASA централизован процесс предоставления полномочий операторам третьих стран (не входящих в ЕС), выполняющим коммерческие воздушные перевозки в ЕС.

EASA управляет единой европейской системой для проверки показателей безопасности иностранных авиаперевозчиков. При этом EASA выдает разрешения на безопасность иностранным авиаперевозчикам, если они уверены, что они соответствуют минимальным международным стандартам безопасности.

Регламент Комиссии (ЕС) № 452/2014, устанавливающий технические требования и административные процедуры, связанные с воздушными операциями операторов третьих стран, был опубликован в Официальном журнале Европейского Союза 6 мая 2014 года. Приложение 1 (Part-TCO) содержит требования для оператора, в то время как требования к полномочиям в отношении разрешения иностранных операторов изложены в Приложении 2 (Part-ART). EASA опубликовало соответствующие Приемлемые средства соответствия (AMC) и Инструктивный материал (GM).

Любой оператор из третьей страны (Third Country Operators), который намеревается выполнять коммерческие воздушные перевозки (CAT) в пределах или за пределами любой из следующих территорий, должен получить разрешение TCO, выданное EASA:

- государства-члены Европейского Союза;
- 4 государства ЕАСТ (Исландия, Лихтенштейн, Норвегия и Швейцария);

– на следующих территориях, на которых действует Регламент (ЕС) 2018/1139, так называемый «Основной регламент»: Гибралтар, Аландские острова, Азорские острова, Мадейра, Канарские острова, Гваделупа, Французская Гвиана, Мартиника, Реюньон, Сен-Мартен, Майотта.

Разрешение ТСО не требуется для операторов, выполняющих полеты только над вышеуказанными территориями без планируемой посадки.

Нормативное положение (ТСО.305 Нерегулярные рейсы - одnorазовое уведомление) доступно, чтобы разрешить выполнение определенных рейсов без разрешения ТСО. Это положение применяется исключительно в следующих случаях полетов санитарной авиации или незапланированных рейсов «для преодоления непредвиденных, неотложных и неотложных эксплуатационных потребностей». Такие полеты должны выполняться в общественных интересах и в тех случаях, когда срочность миссии оправдывается обходом обычного процесса оценки ТСО, например, гуманитарных миссий или операций по оказанию помощи при бедствиях.

EASA использует подход, основанный на оценке риска с непрерывным анализом надежных источников информации. Чем ниже доверие EASA к показателям безопасности иностранного оператора или чем менее достоверные данные доступны для оператора или государства, в котором оператор сертифицирован, тем более полная оценка. Например, для операторов с высоким уровнем достоверности достаточно простого и быстрого просмотра заполненных вопросников и вещественных доказательств в личном кабинете авторизации, тогда как операторы с пониженным уровнем достоверности будут приглашены EASA на техническое совещание в Кельне, или EASA попросит выполнить аудит ТСО на месте.

После оценки ТСО EASA проверяет сертификат иностранного эксплуатанта (АОС), выдавая разрешение EASA, сопровождаемое техническими спецификациями, в которых указывается объем операций, разрешенных в ЕС.

Процесс авторизации ТСО состоит из четырех отдельных этапов: применение, оценка, авторизация, мониторинг.

Также стоит отметить, что процедура авторизации ТСО бесплатна. Специальное веб-приложение поддерживает связь между EASA и оператором.

Механизм Европейского списка безопасности полетов в соответствии с Регламентом № 2111/2005 регулируется Европейской комиссией в Брюсселе. EASA и Европейская комиссия обеспечивают тесную координацию обоих инструментов. Операторы, на которых распространяется запрет или эксплуатационные ограничения в Списке безопасности полетов ЕС, имеют право подать заявку в EASA на оценку в рамках Part-TCO.

Таким образом, анализ международных стандартов ИАТА и EASA по сертификации деятельности эксплуатантов, осуществляющих авиационные перевозки, продемонстрировал, что данные документы только детализируют такие основы сертификационной деятельности, как:

- полномочное лицо/орган, выдающий сертификат эксплуатанта;
- обязательные сведения, содержащиеся в сертификате эксплуатанта;
- срок действия сертификата эксплуатанта;
- доказательную документацию для получения сертификата эксплуатанта;
- этапы процедуры подачи заявления и выдачи сертификата эксплуатанта;
- ответственность государства эксплуатанта и государства регистрации;
- эксплуатационные спецификации, включающие другие специальные разрешения;
- положения, требующие утверждения;
- положения, требующие проведения технической оценки;
- другую информацию.

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРАХОВАНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Страхование представляет собой экономические отношения по защите имущественных интересов физических и юридических лиц при наступлении определенных событий (страховых случаев) за счет денежных фондов, формируемых из уплачиваемых ими или страховых взносов (страховых премий).

Страхование имеет длительную историю, на протяжении которой оно из некоммерческого эволюционировало в коммерческий тип. Страхование – древнейшая категория общественно-экономических отношений между людьми, которая является неотъемлемой частью производственных отношений.

Рынок авиационного страхования в Республике Беларусь имеет уже более чем десятилетнюю историю. Все это время он динамично развивался.

Говоря о страховании каких-либо видов авиационных рисков, необходимо выделить правовой аспект регулирования деятельности в соответствующей области. Основу правоотношений авиационного страхования составляют:

- нормы законодательства, касающегося как международных, так и внутренних авиаперевозок пассажиров, багажа и других грузов;
- норма национального гражданского и страхового законодательства;
- другие нормы, содержащиеся в различных положениях по авиационной отрасли отдельной страны.

Сфера действия авиационной ответственности не ограничивается пределами одного государства, а охватывает практически весь мир.

В 1952 г. 38 стран, в числе которых был СССР, в Риме подписали «Конвенцию о возмещении вреда, причиненного иностранными воздушными судами третьим лицам на поверхности», согласно которой:

- не допускается эксплуатация воздушных судов без наличия страхования гражданской ответственности авиаперевозчика перед третьими лицами на земле;
- эксплуатант воздушного судна несет безусловную ответственность за ущерб, нанесенный воздушным судном в полете, а также каким-либо предметом или лицом, упавшим с его борта, третьим лицам на поверхности земли на территории иностранных государств;
- размеры ответственности эксплуатанта ограничены в зависимости от максимального взлетного веса воздушного судна.

В этой конвенции определены случаи освобождения эксплуатанта от ответственности (вооруженный конфликт или гражданские волнения, умысел потерпевшего), случаи отмены ограничений по ответственности (умышленные действия эксплуатанта).

С момента ратификации Римской конвенции страхование ответственности стало необходимым условием в Беларуси при осуществлении международных авиарейсов.

Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. №530 установлены следующие виды обязательного страхования для гражданской авиации:

- ответственности перевозчика перед пассажиром;
- ответственности перевозчика перед грузовладельцем или грузоотправителем;
- ответственности эксплуатанта при авиационных работах.

Согласно международной общепринятой классификацией страхованию авиационных рисков во авиационному страхованию относятся:

1. Страхование каско воздушных судов (aviation hull insurance);
2. Страхование различных видов авиационной ответственности (aviation liability insurance), а именно:

- ответственности эксплуатантов воздушных судов и других летательных аппаратов перед третьими лицами (aircraft operator's liability to third parties);
- ответственности перед пассажирами на случай смерти и телесных повреждений (PPL – passengers legal liability);
- ответственности за багаж и ручную кладь, за груз и почту (liability for baggage, cargo and mail);
- общегражданской ответственности аэропортов (airport operator's liability);
- ответственности организаторов авиационных выставок и авиашоу (air display organaiser's liability);
- ответственности владельцев и операторов ангаров (hangarkeeper's liability);
- ответственности производителей летательных аппаратов и другой продукции авиационно-промышленного комплекса и связанных с авиацией отраслей (manufacturer's product liability).

3. Страхование пилотов и членов экипажа от несчастных случаев (insurance of pilots, crews and ground staff against personal accident risks).

4. Страхование пилотов и членов экипажа от потери профессиональной лицензии (insurance of pilots and other crews against loss of professional license).

Можно сделать вывод о том, что нужно развивать страховое законодательство в Республике Беларусь, проводить мероприятия, которые будут направлены на повышение качества страхования как услуги в целом. Развитие авиации способствует развитию рисков авиационного страхования. Так как на рынок Республики Беларусь приходят другие международные авиакомпании, возрастает пассажиро и потокооборот. Так же следует опираться на опыт других развитых стран. Заимствовать правила и традиции страхования авиационных рисков, т.к. система страхования в развитых странах в современном понимании появилась намного раньше и более совершенна. Но, как и в любой другой сфере предпринимательских отношений, необходимо учитывать особенности белорусских страховых услуг, которые переживают сейчас достаточно трудный и интересный период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Указу Президента Республики Беларусь от 25 августа 2006 г. №530

2. Воздушный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]/ Нац. центр правовой информации Республики Беларусь.- Режим доступа: http://etalonline.by/?type=text®num=Нк0600117#load_text_none_2_1.

3. Дюжиков Е.Ф., Сплетугов Ю.А. Виды и особенности страхования ответственности перевозчиков//Финансы.-2003. -№7.

4. Эрмикина А. Форма проявления имущественного интереса в договоре страхования ответственности//Страховое право.-2004.-№4

УДК 656.7

А.С. Сенько

Белорусская государственная академия авиации

ИЗУЧЕНИЕ И ОТРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВЕКТОРЕНИЯ ПРИ ПОВТОРНОМ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ

На сегодняшний день одним из основных способов поддержания безопасных интервалов между воздушными судами, а также выведения воздушного судна в заданную навигационную точку является векторение. Согласно Дос 4444 [1] «Организация воздушного движения»: «Векторение – обеспечение навигационного наведения воздушного судна в форме определенных курсов полета, основанных на использовании систем наблюдения обслуживания воздушного движения».

Векторение осуществляется в целях предотвращения конфликтных ситуаций между воздушными судами (нарушения установленных интервалов эшелонирования), упорядочения потока вылетающих и прибывающих воздушных судов, обеспечения

оптимальной очередности заходов на посадку. Кроме того, векторение может применяться при значительном отклонении воздушного судна от маршрута, необходимости обойти запретную зону, а также неспособности экипажа продолжать полет по собственным навигационным средствам («own navigation»).

Одним из самых сложных является векторение при заходе воздушного судна на посадку. Согласно «Типовым технологиям работы диспетчеров обслуживания воздушного движения (управления полетами) при аэронавигационном обслуживании пользователей воздушного пространства Российской Федерации», «при векторении курс выхода воздушного судна на посадочную прямую задается, как правило, под углом не более 45 градусов с таким расчетом, чтобы воздушное судно вышло как минимум за 2 км до точки входа в глиссаду (как правило, за 3-5 км) на высоте, обеспечивающей вход воздушного судна в глиссаду снизу» [2]. Оптимальным углом выхода является угол в 30°, иногда – в 40°. Сорокаградусный угол применяется, если необходимо вывести воздушное судно на посадочную прямую на большем удалении от взлетно-посадочной полосы.

Довольно часто векторение при заходе на посадку осуществляется сразу к третьему развороту. После этого обычно следует команда выполнить третий разворот, а спустя определенное время, выполнить четвертый разворот для выхода на посадочную прямую. Однако в данной ситуации может возникнуть ряд случаев, которые могут привести к уходу на второй круг.

В первом случае диспетчер передает экипажу воздушного судна, которое подходит к посадочной прямой под углом 90°, указание на следование к посадочной прямой под углом 30° к ней. Однако команда на выполнение разворота может быть подана слишком рано, в следствие чего экипаж оказывается слишком близко к полосе (иногда воздушное судно может выйти на посадочную прямую после точки входа в глиссаду).

Во втором случае команда на разворот подается слишком близко к посадочной прямой. Это приводит к тому, что воздушное судно «проскакивает» посадочную прямую, что приводит к заходу, именуемому «snake approach».

Для того, чтобы вовремя дать экипажу команду на выполнение четвертого разворота, нужно принять во внимание следующие факторы: радиальное удаление воздушного судна, его скорость, ветер, курс и ветер. Например, для воздушных судов Boeing 737 и Airbus A320 при дальности до взлетно-посадочной полосы в 20 километров, скорости в 400 км/ч и подходе к посадочной прямой под углом 90° линейное упреждение составляет 3 километра (для выхода под углом 30°- 40°) к посадочной прямой. Очевидно, что упреждение должно быть больше (при попутном ветре) и, соответственно, меньше при встречном ветре.

В целях изучения и отработки процедуры вывода воздушного судна на посадочную прямую, а также для отработки процедуры векторения в целях обхода запретных и опасных зон и зон ограничений можно использовать программное обеспечение Microsoft Flight Simulator 2004, позволяющее отработать процедуру векторения для воздушного судна, выполнившего уход на второй круг и вывести его на посадочную прямую к полосе 31L аэропорта Минск-2 в условиях, приближенных к реальным.

Отработка процедуры векторения в данном случае подразумевает выдачу экипажу указаний на выполнение разворотов в определенных точках, исходя из расположения запретных и опасных зон и зон ограничений в зоне ответственности диспетчерского пункта круга аэропорта Минск-2.

Наиболее сложный этап при отработке процедуры векторения – определение момента начала выполнения разворота на курс 055, указанного на рисунке 1 цифрой 1. Сложность заключается в том, что дальность до VOR/DME (рисунок 1, цифра 2) аэропорта Минск-2 не дает достаточной информации о местоположении воздушного судна. Помимо этого существует риск попадания воздушного судна в опасную зону (рисунок 1, цифра 3). Данную проблему можно решить настройкой одной из бортовых радиостанций на частоту DME ZVIAZDA (рисунок 1, цифра 4).

Вывод воздушного судна на посадочную прямую (рисунок 1, цифра 5) осуществлен с курсом 360° на расстоянии 5,3 морских мили (9,82 километра). Вход в глиссаду был выполнен на высоте 3000 футов, как указано на схеме захода по приборам на полосу 31L.

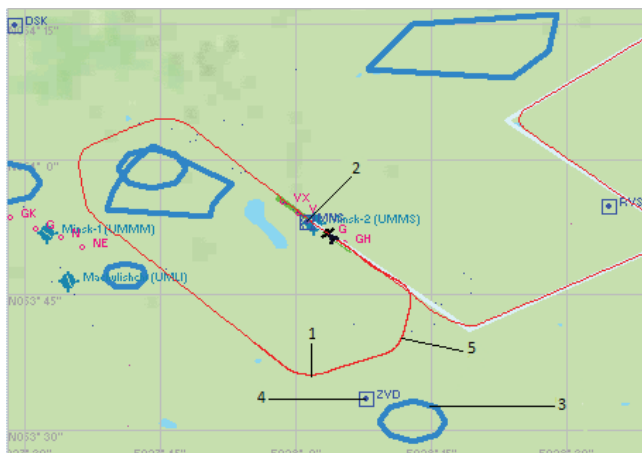


Рисунок 1 – Пример отработки процедуры векторения при выполнении повторного захода на посадку

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что обладающая простым интерфейсом и простая в освоении и обращении программа Microsoft Flight Simulator 2004 позволяет достаточно достоверно воссоздать условия для отработки процедуры векторения с целью обхода зон ограничений, запретных и опасных зон, а также для отработки процедуры вывода воздушного судна на посадочную прямую методом векторения. Данная программа весьма полезна при обучении специалистов поуправлению воздушным движением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Doc 4444: Организация воздушного движения. Издание шестнадцатое. – ИКАО, 2016 – 200 с.
2. Типовые технологии работы диспетчеров ОВД (управления полетами) при аэронавигационном обслуживании пользователей воздушного пространства Российской Федерации. – Москва, 2007 – 86 с.

УДК 347.824

О.В. Сорокина, А.А. Чайкина

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

ПРОБЛЕМА ГАРМОНИЗАЦИИ АВИАЦИОННОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вопросы безопасности функционирования транспорта на сегодняшний день находятся под пристальным вниманием органов государственной власти, а также общественности. Непрерывная борьба с угрозой терроризма стала повседневной для транспортной системы многих стран.

Объекты транспортной инфраструктуры (ОТИ) являются привлекательной мишенью для совершения актов незаконного вмешательства (АНВ). Нарушение стабильной деятельности аэропортов, железнодорожных и автомобильных станций вызывает повышенный общественный резонанс. Кроме того, транспортная система является стратегически важным для страны объектом, связующим между собой регионы. Нарушения

работы транспортной системы влечет за собой значительные экономические последствия, собой в снабжении промышленных и военных объектов. Именно это обуславливает привлекательность ОТИ для террористических организаций.

Борьба с АНВ на транспорте имеет длительную историю. Наибольший опыт в сфере противодействия терроризму накоплен на воздушном транспорте (ВТ). Гражданская авиация (ГА) начала подвергаться террористическим атакам начиная с 60-х годов прошлого века. Значительной проблемой того периода стали угон и захват ВС. Данная практика носила повсеместный характер: террористическим актам подвергались гражданские воздушные суда (ГВС) европейских перевозчиков, США, СССР.

Значительным шагом мирового сообщества к комплексной и повсеместной борьбе с АНВ в деятельности ГА стало принятие Приложения 17 «Безопасность – защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства» к Международной Конвенции о ГА в 1974 году. Данное приложение содержит требования по охране, предъявляемые ИКАО и применяющиеся ко всем странам-участницам. Приложение определяет авиационную безопасность (АБ), как защиту гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. Эта цель достигается путем реализации комплекса мер и привлечения людских и материальных ресурсов.

В Приложении 17 рассматриваются главным образом вопросы организации и координации действий, а также технические меры по обеспечению безопасности международного воздушного транспорта и содержится требование о принятии каждым Договаривающимся государством национальной программы авиационной безопасности в сочетании с такими дополнительными мерами безопасности, которые могут быть предложены другими соответствующими органами. ИКАО четко устанавливает перечень мер обеспечения АБ. Обеспечение АБ носит комплексный характер и имеет развитую нормативно правовую базу.

Для внедрения комплексного подхода к защите всей транспортной системы от АНВ в 2007 году в Российской Федерации был принят Федеральный закон ФЗ №16 «О транспортной безопасности».

Транспортная безопасность - состояние защищенности ОТИ и транспортных средств (ТС) от АНВ.

Данный нормативно-правовой акт направлен на создание единой системы защиты от АНВ для всех видов транспорта и предусматривает комплекс мер организационно-правового характера. Несмотря на обусловленную временем и ситуацией необходимость появления данного НПА, его вступления в силу повлекло за собою значительные трудности, в первую очередь для авиатранспортной системы и организации обеспечения АБ на ОТИ и ТС. Ряд положений ФЗ №16 противоречили установленным нормам АБ, выработанным в соответствии с требованиями ИКАО.

На протяжении более чем десятилетия данные противоречия и несоответствия устранились, но и на сегодняшний день остаются нормы, требующие коррекции. Так, в результате анализа были выявлены следующие несоответствия.

В пункте 5.31 Приказа Минтранса РФ от 08.02.2011г. № 40 говорится: «Постоянные пропуска выдавать персоналу субъекта транспортной инфраструктуры на срок установленных трудовых отношений в соответствии с номенклатурой (перечнем) должностей и на служебные, производственные автотранспортные средства, эксплуатируемые данным субъектом, а также персоналу юридических лиц, осуществляющих деятельность в зонах транспортной безопасности ОТИ или ТС, в рамках сроков действия договоров и соглашений, обуславливающих такую деятельность, в соответствии с номенклатурой (перечнем) должностей персонала данных юридических лиц, а также на эксплуатируемые такими организациями в зоне транспортной безопасности служебные, производственные автотранспортные средства, самоходные машины и механизмы на основании удостоверенных печатью письменных обращений руководителей таких юридических лиц. А в «Положении о пропускном и внутриобъектовом режиме, аэропортах, авиапредприятиях гражданской авиации», утвержденным приказом ФАС России № 22 от

20.01.98 г. Предусматриваются иные сроки выдачи постоянных пропусков и другие виды, как удостоверение члена экипажа. Необходимо внести изменения в приказ Минтранса России от 08.02.2011 г. № 40 в соответствии с требованиями приказа ФАС России от 20.01.98 г. №22.

Также в соответствии с п. 6.2 ст. 1 ФЗ-16 Программа авиационной безопасности – это предусмотренный международными стандартами Международной организации ГА в области защиты ГА от АНВ комплекс мер по обеспечению авиационной безопасности ВС и аэропортов, аэродромов. Пункты 9, 10 статьи 9 входят в противоречия с требованиями ИКАО Добавления №13, 24 Док. 8973/8 2011 года «Руководство по авиационной безопасности». Следовательно, пункты 9, 10 статьи 9 Федерального закона от 09.02.2007 № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» необходимо отменить.

Таким образом на сегодняшний день в РФ для гармонизации понятий авиационной и транспортной безопасности, а также соблюдения всех норм и требований ИКАО необходимо активное взаимодействие органов исполнительной и законодательной власти, а также субъектов авиационной безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приложение 17 к Чикагской конвенции «Безопасность. Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства» от 22.03.1974// Международная организация гражданской авиации. – 2017. – № 10.

2. О транспортной безопасности: федер. закон от 09.02.2007 №16-ФЗ [Текст] // Рос. Газета. – 2007.

УДК 629.783

Е.А. Суринович

Белорусская государственная академия авиации

НЕОБХОДИМЫЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ GNSS В ГРАЖДАНСКУЮ АВИАЦИЮ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Современная авиация во всем мире использует Global Navigation Satellite System (GNSS) для повышения безопасности и эффективности полетов. Огромное значение спутниковая навигация имеет для обеспечения посадки самолетов малой и большой авиации на необорудованные аэродромы, повышения безопасности вертолетождения и точности навигации беспилотных летательных аппаратов. Преимущества перехода на спутниковую навигацию включают в себя уменьшение необходимости в наземных станциях, большую операционную гибкость, уменьшение расстояний, преодолеваемых при заходе на посадку, круговых заходов, в результате – экономии топлива и времени нахождения самолётов в воздухе.

Гражданская авиация РБ, ставя перед собой цель соответствовать самым передовым требованиям мирового авиационного сообщества, должна осуществить ряд мероприятий для подготовки к присоединению к системе спутниковой навигации GNSS. В процессе анализа документа «Руководство по глобальной навигационной спутниковой системе (GNSS)» (Дос 9849) [1] были выявлены вопросы, требующие от будущих эксплуатантов GNSS проработки и дающие возможность сделать первые шаги к внедрению обслуживания полетов по системе глобальной спутниковой навигации в Республике Беларусь:

1) при внедрении основанного на GNSS обслуживания от государства требуется провести и утвердить или признать приемлемыми оценки уровня безопасности, которые подтверждают возможность подготовки персонала, использования воздушного пространства, процедур полета по приборам и УВД, а также развертывания соответствующих систем в соответствии с применимыми нормами;

2) необходимо обучение сотрудников органов регулирования и организаций, представляющих АНО, чтобы они лучше осознавали, каким образом способствовать внедрению в эксплуатацию видов обслуживания, основанных на GNSS. При обучении должны рассматриваться основы теории использования GNSS для обеспечения полетов, возможности и ограничения GNSS, характеристики бортового оборудования и его комплексирования, применимые нормы и концепции эксплуатации;

3) вероятно, будут наблюдаться случаи недостаточной эксплуатационной доступности требуемой целостности для операций APV (Approach Procedure with Vertical guidance) вблизи границ зоны обслуживания SBAS (Satellite Based Augmentation System). Государству необходимо провести исследования эксплуатационной готовности для аэропортов в этих районах, используя моделирование;

4) в отличие от ILS и микроволновой системы посадки, расположение антенны GBAS (Ground Based Augmentation System) довольно независимо от конфигурации ВПП, однако требует тщательной оценки местных источников помех, препятствий для прохождения сигнала, защитных зон в аэропорту и многопутевого распространения;

5) государство должно оценивать и решать вопросы, связанные с риском преднамеренных помех в контролируемом ими воздушном пространстве. Если установлено, что степень риска неприемлема в определенных районах, то государству следует принять эффективную стратегию смягчения последствий;

6) государство должно запрещать любые действия, приводящие к искажению сигналов GNSS. Ими должен быть разработан и соблюдаться свод жестких нормативов, регламентирующих намеренное использование излучателей в пределах полосы частот, включая ретрансляторы сигналов GNSS, псевдоспутники, источники уводящих и подавляющих сигналов. Особое внимание при регулировании спектра требуется к решению вопросов, связанных с внеполосными источниками, гармоники излучения которых накладываются на полосы частот GNSS, в частности с такими источниками помех, как определенные каналы телевизионного вещания и другие промышленные излучения;

7) в нескольких государствах использование ретрансляторов сигналов GNSS и псевдоспутников тщательно регулируется, однако во многих других соответствующие регламентирующие правила отсутствуют. Для того чтобы эти системы не нарушали основанное на GNSS обслуживание, следует создать комплекс средств регулирования, обеспечивающих уверенность в том, что такие системы применяются оправданно и что их функционирование не наносит вреда существующим основным пользователям GNSS;

8) государство должно ввести правила, запрещающие использование источников подавляющих и уводящих сигналов, а также регулировать их импорт, экспорт, производство, продажу, покупку, владение и использование;

9) солнечные бури могут приводить к сильным сцинтилляциям в ионосфере, способным привести к потере сигналов одного или нескольких спутников. Вероятность нарушений функционирования системы вследствие сцинтилляции зависит от географической зоны и требует научной оценки;

10) необходимо предоставить экономическое обоснование выгод от внедрения основанного на GNSS обслуживания.

11) за государством сохраняется ответственность в отношении надзора за безопасностью обслуживания как это изложено в изданном ИКАО «Руководство по организации контроля за обеспечением безопасности полетов» (Doc 9734) [2]. Более того, государства несут ответственность за систему в целом, включая характеристики воздушного судна и квалификацию его экипажа, УВД, аэронавигационную информацию и элементы аэродрома;

12) государству необходимо предоставить справочную информацию по применяемой технологии GNSS и ее использованию в условиях эксплуатации. Эксплуатантам воздушных судов требуется детальная информация для того, чтобы обеспечить выполнение правил, обеспечить эффективное и экономичное использование GNSS. Многие государства подготовили такую информацию, и она доступна на интернет-сайтах этих государств;

13) учитывая темпы разработки технологии GNSS и ее внедрения, эксплуатантам воздушных судов требуется текущая информация, которая может оказать им помощь при планировании приобретения бортовой аппаратуры. Эта цель может быть достигнута посредством привлечения эксплуатантов к участию в разработке CONOPS (Concurrent Operations) и экономического обоснования;

14) государству следует организовать работу центрального национального органа для сбора информации, относящейся к аномалиям, и определения порядка действий для устранения аномалий, связанных с помехами сигналам GNSS;

15) государство должно иметь планы действий в чрезвычайных обстоятельствах на случай международного конфликта или подавления сигналов GNSS соседним государством таким образом, что это приводит к нарушению обслуживания за пределами государства, являющегося источником помехи.

Система GNSS постепенно заменит все навигационные системы, используемые в настоящее время, и станет единственным средством, обеспечивающим навигацию на всех этапах полета, включая обеспечение точного захода на посадку. Переход к системе CNS/ATM станет самой крупной программой, которую когда-либо приходилось решать мировому авиационному сообществу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ICAO Doc 9849: Руководство по глобальной спутниковой навигационной системе (GNSS). – 2013. – Издание второе. – Ст. 57-84

2. ICAO Doc 9734: Руководство по организации контроля за обеспечением безопасности полетов. – 2004. – Издание второе. – Ст. 10-21

УДК 656.7

Е.В. Щеглова

Белорусская государственная академия авиации

ОСОБЕННОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ

Возникновение эмоций оказывает влияние на множество мозговых систем, регулирующих поведение, процессы восприятия, процессы извлечения информации из памяти, вегетативные функции организма. Эмоция сложилась в процессе эволюции как фактор, закрепляющий правильность и полноту совершенного акта, его соответствие исходной потребности. Все имеющееся разнообразие эмоций принято разделять на две группы: положительные и отрицательные. К положительным эмоциям относятся интерес, радость и удивление. Отрицательные эмоции включают в себя стыд, гнев, отвращение, презрение, страх, страдание.

Профессия авиадиспетчера относится к числу эмоционально насыщенных и напряженных видов деятельности. Эмоционально-волевые качества приобретают первостепенное значение при работе диспетчера УВД в экстремальном режиме. Выдержка, самообладание, инициативность, решительность, смелость оказывают существенное влияние на успешность решения оперативных задач, особенно в условиях дефицита времени или неполноты информации. В оптимальном режиме важной эмоционально-волевой функцией является сохранение активности и трудоспособности в условиях недогрузки информацией (вызывающих скуку, сонливость) и в условиях развивающегося утомления.

Основные характеристики эмоционального состояния человека приводят к пониманию опасности эмоционального напряжения и важности недопущения такого состояния у авиаспециалистов. В некоторых случаях эмоции оказывают неоценимую услугу, мобилизуя все силы на решение определенной задачи. Однако возникновение нестандартной ситуации означает изменение и переход к другим формам поведения, принципам оценки внешних сигналов и реагирования на них. Эмоциональная напряженность в аварийной ситуации может проявиться либо в импульсивных действиях из-за резкого усиления возбудимости (например, неправильный выбор переключателей на приборной доске, ошибка с распознаванием позывных ВС), либо в замедлении и даже невыполнении некоторых действий из-за нахождения в состоянии растерянности.

Исследования показывают, что именно отрицательные эмоции могут вызвать эмоциональную напряженность. Согласно «Авиационной психологии для авиадиспетчеров», «эмоциональная напряженность у авиадиспетчеров может возникнуть по следующим причинам:

1. Чрезмерная эмоциональная возбудимость, впечатлительность, низкая эмоциональная устойчивость;
2. Несоответствие знаний, умений, навыков требованиям, предъявляемым профессиональной деятельностью;
3. Неподготовленность к выполнению определенного вида задания;
4. Нарушение режима труда и отдыха, психотравмы;
5. Дефицит информации или перегруженность ею;
6. Неуверенность в безопасности техники, ее надежности;
7. Чрезмерное чувство ответственности за точность выполнения задания, безопасность жизни членов экипажа и пассажиров» [1].

Согласно методическому указанию «Авиационная психология», «данные о влиянии эмоциональной напряженности на изменение речи авиадиспетчеров представил Э. Л. Носенко (1976). Он утверждал, что при эмоциональной напряженности нарушается плавность речи – за счет возрастания различного рода переформулировок, самокоррекций. Эмоциональная напряженность способствует уменьшению понимания речи пилотов и нарушению порядка действий, регламентированных различного рода инструкциями. В последующем Н.Ф. Михайлик (1989) подтвердил информацию о том, что в состоянии эмоциональной напряженности сокращается средняя длина отрезка речи, произносимого без пауз нерешительности. Для пилотов это сокращение составляет 20–30 %, а для авиадиспетчеров – 10–39 %» [2].

Следует отметить, что эмоциональная напряженность является существенной проблемой в обеспечении безопасности полетов. Поэтому предпринимаются шаги для облегчения работы диспетчера, а также создаются условия для эмоциональной разрядки. Согласно «Психологии труда и инженерной психологии», «снятию напряжения помогают рациональный режим труда и отдыха, выполняемые в перерывах рабочей смены специальные физические упражнения, а также систематические занятия спортом во вне рабочее время» [3]. Для этого авиаспециалистам предоставляются специальные комнаты отдыха, а также обязательные перерывы, регламентированные соответствующими документами.

Таким образом, можно сказать, что работа авиадиспетчера часто подвержена эмоциональной напряженности, поэтому профессиональные способности данного специалиста должны предполагать наличие у него волевых качеств, а также эмоциональной стабильности, так как эмоциональная напряженность в зависимости от своей интенсивности может оказаться содействующей решению той или иной сложной задачи или же способствующей совершению ошибочных действий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авиационная психология для авиадиспетчеров: учеб. пособие / сост. Д. А. Евстигнеев, В.А. Карнаухов. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2005.
2. Авиационная психология: метод. указания по изучению дисциплины и выполнению реферата для курсантов специализации 240305 / сост. Д.А. Евстигнеев. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2004.
3. Психология труда и инженерная психология: Приложение 3. Психологический анализ деятельности авиадиспетчера / сост. Дмитриева М.А., Крылов А.А., Нафтельев А.И. – издательство: ЛГУ, 1979.

НАПРАВЛЕНИЕ

**«АВИОНИКА, СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ
И КОНСТРУКЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»**

INCREASING FUNCTIONALITY OF PROTECTION ALGORITHMS FOR ELECTRIC SUPPLY SYSTEM OF AIRCRAFT WITH FULLY ELECTRIFIED EQUIPMENT

Based on a comparative assessment of the performance and features of the protection algorithms of the aviation electric supply system (ESS) of aircraft with fully electrified equipment (AFEE), methods are proposed for expanding the functionality of the algorithms of protection systems for AC ESS of alternating current and its elements, taking into account the requirements for AFEE and their onboard equipment.

It is proposed to introduce an additional measurement cycle of controlled parameters [1] in order to ensure high noise immunity and eliminate false alarms in the algorithm for protecting the generation channel (GC) and the ESS from breaks and short circuits [1]. At the same time, the analysis of the technical condition of the generation channel will be:

$$\tau_A = (1, 3 - 2, 0)T, \quad (1)$$

where $T = 3\tau_{u\varphi} + 3\tau_{i\varphi}$ – the duration of the cycle for measuring controlled parameters;

$\tau_{u\varphi}$, $\tau_{i\varphi}$ – phase voltage and current measurement time, respectively [2, 3].

Improving the speed of protection against short circuits and breaks in the feeder of the generator is achieved by implementing the following conditions:

$$Y = X_{u\varphi} \vee X_{i\varphi} = 1 - GC \text{ is working}; \quad (2)$$

$$Y = X_{u\varphi} \vee X_{i\varphi} = 0 - CG \text{ failure}, \quad (3)$$

$$\text{where: } X_{u\varphi} = \begin{cases} 1, & U_{\varphi} \geq 90V; \\ 0, & U_{\varphi} < 90V; \end{cases}$$

$$X_{i\varphi} = \begin{cases} 1, & i_{\varphi} > 0; \\ 0, & i_{\varphi} = 0. \end{cases}$$

When solving equation Y (after measuring the voltage and current of each phase of the generator), the detection time for these types of failures is:

$$\tau_A = (0, 4 - 1, 0)T. \quad (4)$$

Similarly, when using information about changes in the controlled coordinate and disturbances operating in the ESS, an algorithm is developed for protecting the GC from unacceptable deviations of the current frequency [2, 3, 4]. In this case, the determining diagnostic feature is:

$$Z_f = X_1 \vee X_2 \vee X_3, \quad (5)$$

$$\text{where: } X_1 = \begin{cases} 1, & |f_j - f_N| \leq f_{PER}; \\ 0, & |f_j - f_N| < f_{PER}; \end{cases}$$

$$X_2 = \begin{cases} 1, & \frac{di_{\Sigma}}{dt} \leq \varepsilon_i; \\ 0, & \frac{di_{\Sigma}}{dt} > \varepsilon_i; \end{cases}$$

$$X_3 = \begin{cases} 1, & \frac{d\omega}{dt} \leq \varepsilon_\omega; \\ 0, & \frac{d\omega}{dt} > \varepsilon_\omega; \end{cases}$$

f_j, f_N – current and rated value of frequency of alternating current;

ω – rotation frequency of constant drive shaft;

$i_\Sigma = 0,33 \cdot (i_A + i_B + i_C)$ – average value of the load current of the generator phase.

$\varepsilon_i, \varepsilon_\omega$ – maximum perturbations at which the current frequency does not exceed permissible limits [5].

When using the defining diagnostic feature (5) to build the protection of the generation channel from unacceptable deviations of the current frequency, the working conditions of the GC are presented in the following form:

$$Z_f=1 - \text{GC is working,} \quad (6)$$

$$Z_f=0 - \text{CG failure.} \quad (7)$$

The effectiveness of these solutions is confirmed by simulation modeling of ESS operation modes in the MatLab environment.

An analysis of the simulation results allows us to conclude that the use of these algorithms opens up the possibility of constructing a practically inertia-free protection of the electrical energy of aviation ESS; increase noise immunity and speed of the GC protection system; virtually eliminate false positives; carry out operations to change the structure of the ESS and power distribution systems depending on the technical condition of the ESS, as well as conduct maintenance and operation of the ESS “as-is”.

REFERENCES

1. Kapustin, A.G., Kurylenko, V.L. The principles of building digital control systems for autonomous power supply systems / A.G. Kapustin, V.L. Kurylenko // IV military-scientific conference of cadets and young scientists "Improving the provision of aviation flights", November 28–29, 2013: collection of articles. - Minsk: MCHAC, 2013. – 342 p.
2. Krestin, E.A. Diagnostics of machines and equipment: Textbook / E.A. Krestin, I.E. Christening - St. Petersburg: Doe, 2016. – 376 p.
3. Skhirtladze, A.G. Reliability and diagnostics of technological systems / A.G. Shirladze. - M.: New Knowledge, 2008. – 518 p.
4. Vorobev V.G., Konstantinov V.D. Reliability and technical diagnostics of aviation equipment / Textbook. - Moscow: MSTU CA, 2010. – 448 p.
5. GOST R 54073 - 2017. Power supply systems for aircraft and helicopters. General requirements and standards for the quality of electricity. – M.: Standartinform, 2018. – 33 p.

UDC 004.514

A.G. Kapustin, O.G. Karachun, V.V. Maruga

Belarusian State Academy of Aviation

EDUCATIONAL RESOURCES WITH USING TECHNOLOGY OF AUGMENTED REALITY

It is known that at present, one of the ways to effectively educate cadets is to use augmented reality technology [1]. Augmented reality technology is the result of introducing sensory data into the learner’s perception field in order to supplement information about the environment and improve the perception of information.

The authors considered the possibility of using augmented reality technology as a tool to complement the learning process by introducing additional interactive objects into the learner's perception field in order to increase the efficiency of learning information learning.

The main elements of augmented reality technology are special markers that are read using a camera and, based on the data received, special software displays interactive information to the learner on the information output device intended for this purpose.

One of the simplest methods to increase the effectiveness of training using augmented reality technology is teaching aids, on the pages of which there are markers, which are interactive tips that can be read both using specialized software and hardware systems (for example, Google Glass glasses), and with using a conventional smartphone equipped with a camera and necessarily specialized software.

The advantage of using this teaching method is that the manual remains the same, but it allows the student to transmit much more information, including volume dynamic models and sound in the information stream. There is no need to retype manuals - the marker can be an independent object (for example, simply printed on paper and embedded on the desired page). This allows you to distribute it mobile and operational. The effectiveness of this kind of training is confirmed in various studies [2].

Another method that can be used in combination with augmented reality technology involves the use of model – based automated training systems [3]. Software-mathematical models integrated with an automated training system allow us to calculate and visualize the data of practical skills, which allows us to present the educational process as an imitation of a real production task. This method has several advantages. Firstly, the implementation of the activity-based approach to learning increases the reliability of the learner's answers, which makes it possible to objectively evaluate its competence. Secondly, the method is suitable for any active forms of conducting control and measuring materials. Augmented reality technology can act here as a learner's controller, collecting data from markers in real time for subsequent analysis and training of the system, and as an online help or visual step-by-step instruction, allowing, for example, to monitor an employee's ability to strictly and consistently perform instructions.

The advantages of an educational resource using augmented reality technology can be described as follows:

- the attractiveness of the educational process for modern youth, accustomed to the constant use of electronic devices;
- the functions of traditional teaching aids are significantly expanded by transmitting information to the learner, not via the "text – still image" channel, but via the wider channel "volumetric animation – sound";
- the function of interactivity is introduced (preparation for interaction with real objects and with objects that are inaccessible in real life);
- a radical change in the teaching methodology is not required (paper textbooks, to which both teachers and students are used, are not eliminated, but the possibilities of these manuals are expanding, and significantly);
- augmented reality textbooks eliminate the "digital gap between generations" – the manual has its usual appearance, but its regular pages are markers recognized by the application for augmented reality;
- in conditions of limited funding for education, the introduction of augmented reality technology in the educational process will not require significant costs – the students use their personal electronic devices, and the manuals do not need to be published again.

In conclusion, it should be noted that augmented reality technology is an evolutionary rather than revolutionary way of development, since it effectively affects the process of education and training of specialists, taking into account modern conditions. The created effect of superimposing interactive data on real objects allows students to penetrate as much as possible into the subject of instruction and perceive it more fully and deeper due to a more complete "immersion" in the educational situation.

REFERENCES

1. Augmented Reality, 2019. [Electronic resource]. Access mode: https://ru.wikipedia.org/wiki/Added_reality/ (accessed date: 10/11/2019).
2. Averyanov, V.V. Books with augmented reality as an effective educational tool / V.V. Averyanov, D.I. Troitsky // Virtual and augmented reality-2016: status and prospects: All-Russian scientific-methodical conference (Moscow, 28-29 April 2016). Moscow: Publishing House of GPBOU MGOK, 2016.p. 7-10.
3. Uglev, V. A. Specificity of operator training based on model-oriented automated training systems // Issues of modern science and practice. University named after V. I. Vernadsky, 2013. No. 4 (48). p. 54-58.

УДК 629.7

А.А. Аверин

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ НАГРЕВА ТОРМОЗОВ АВИАЦИОННЫХ КОЛЕС ПРИ ПРОБЕГЕ ПОСЛЕ ПОСАДКИ

Пробег самолета после посадки представляет собой процесс управляемого рассеивания кинетической энергии. Рассеяние энергии на пробеге летательного аппарата (ЛА), происходит вследствие действия силы аэродинамического сопротивления, силы торможения колес, силы сопротивления тормозного парашюта или реверса тяги.

Кинетическая энергия, поглощенная тормозами колес, обуславливает их нагрев. Превышение допустимой температуры тормозов свыше 400-600⁰C приводит к резкому уменьшению коэффициента трения между фрикционными элементами и к уменьшению тормозного момента. Высокие температуры нагрева тормозов нежелательны и с точки зрения увеличения времени готовности самолета к повторному вылету [1].

Для оценки степени нагрева тормозов была разработана математическая модель пробега самолета, учитывающая баланс рассеивающих кинетическую энергию сил. Моделирование пробега осуществлено с помощью приложения Matlab@Simulink.

С точки зрения физики протекаемых в тормозе процессов, имеет место явление нестационарной теплопроводности в изотропных средах. Данный процесс описывается следующим уравнением:

$$\operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) + q_V = c_p \rho \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности материала накладок тормоза;

c_p – удельная теплоемкость материала накладок тормоза при постоянном давлении;

ρ – плотность материала накладок тормоза;

q_V – плотность внутренних источников тепла [2].

Для решения уравнения (1) и оценки темпа нарастания температуры тормоза приняты следующие допущения.

Во-первых, реальный тормоз схематизирован в удобный для анализа вид, предусматривающий одномерное температурное поле, замену имеющихся фрикционных пар подвижных и неподвижных дисков тормоза одной с толщинами δ , мгновенный подвод теплоты по контакту фрикционной пары. Материал подвижных и неподвижных дисков принимается одинаковым, с усредненными относительно реальных физическими свойствами. Расчетная схема представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Расчетная схема

Во-вторых – не учитывался сток теплоты, связанный с протеканием конвективных процессов, а также контактное тепловое сопротивление из-за неровностей соприкасающихся поверхностей.

С учетом принятых допущений, уравнение (1) преобразуется к виду:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad (2)$$

где α – коэффициент температуропроводности материала тормоза.

Решение уравнения (2), с учетом начальных и краевых условий, представляет собой следующую функцию:

$$T = -\frac{2Q}{c_p m \delta} e^{-\frac{\pi^2 \alpha t}{\delta^2}} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{k\pi x}{\delta}\right)}{k} + \frac{Q}{c_p m} + T_0,$$

где δ – приведенная толщина материала тормоза;

m – масса тормоза;

T_0 – начальная температура тормоза;

Q – кинетическая энергия, поглощаемая тормозом.

Подставляя в полученное решение значение $x = \delta$, а также принимая во внимание,

что $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{k\pi x}{\delta}\right)}{k} = \frac{\delta}{2}$, можно сделать вывод о том, что нагрев тормоза в результате рассеяния

кинетической энергии ЛА при пробеге представляет собой аperiодический процесс. Постоянная времени при этом определяется из соотношения:

$$\tau = \frac{\delta^2}{\alpha \pi^2} \quad (3)$$

Анализ формулы (3) показывает, что постоянная времени зависит от физических свойств материала тормоза и его геометрических характеристик. Так, например, при штатной посадке самолета с массой 22,5 тонны, с массой тормоза 65 килограмм, изготовленного из материала с $c_p = 1674 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ и $\alpha = 1,172 \cdot 10^{-5} \frac{\text{М}^2}{\text{с}}$, с толщиной 0.2 метра, постоянная времени равна 346 секунд. С учетом величины рассеивания энергии тормозами 41.9 МДж и начальной температуры тормоза 15⁰С, процесс нагрева тормоза будет иметь вид, представленный на рисунке 2.

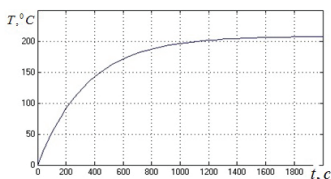


Рисунок 2 – График зависимости температуры тормоза от времени

Таким образом, с момента торможения до достижения тормозом своей максимальной температуры проходит около 25 минут. Данный результат согласуется с нормативной технической документацией в части контроля состояния и степени нагрева колес ЛА после посадки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Туркин К.Д. Конструкция и прочность летательных аппаратов. Часть 1. – ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1985. – 279 с.
2. Левицкий С.В., Свиридов Н.А. Динамика полета. – М.: изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2008. – 527 с.

УДК 629.7.05

И.В. Антонец¹, Р.А. Борисов²

¹Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации
Б. П. Бугаева

²АО «Санкт-Петербургская авиаремонтная компания»

АЭРОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ВТОРИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Надежность пилотирования воздушного судна во многом предопределяется работоспособностью бортовых аэрометрических систем, в частности датчиков статического и полного давлений, и точностью преобразования, полученной ими информации.

Получивший в настоящее время наибольшее распространение аэрометрический метод измерения высотно-скоростных параметров полета самолета, заключается в восприятии полного, статического давлений, а также температуры заторможенного потока и преобразовании их в цифровой код для последующего вычисления указанных параметров.

Работа аэрометрических датчиков давлений осуществляется при воздействии различных дестабилизирующих факторов: колебаний температуры и питающего напряжения, вибрации, ускорения и других, поэтому не все типы датчиков в указанных условиях пригодны для эксплуатации. Известно, что считавшиеся перспективными тонкоплёночные датчики давления не получили широкого распространения в авиации из-за значительных температурных погрешностей, возникающих в результате воздействия как стационарных, так и нестационарных тепловых полей.

Существенными недостатками наиболее распространенных в настоящее время частотных преобразователей давления являются: высокая зависимость от стабильности частоты питающего напряжения и чувствительность к механическим вибрациям; появление температурных погрешностей датчика и относительно большие энергетические затраты, вызванные наличием специального электромагнитного возбудителя колебаний; постоянный уход метрологических характеристик упругого элемента, определяемых большим числом колебаний.

Предложенная авторами методика проектирования упругих чувствительных элементов датчика аэрометрических давлений учитывает функциональные возможности оптического вторичного преобразователя и закономерность изменения измеряемого параметра, а также системы вычисления выходных параметров оптического датчика по критерию максимального быстродействия.

В соответствии предложенной методикой нами разработан датчик аэрометрических давлений, схема которого представлена на рисунке 1.

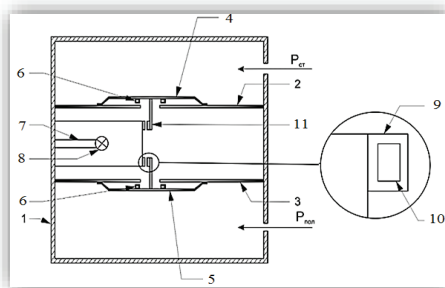


Рисунок 1 – Датчик аэрометрических давлений

Устройство содержит корпус 1 с двумя отверстиями, соответственно для измерения статического ($P_{ст}$) и полного ($P_{полн}$) давлений, внутри которого размещены верхняя и нижняя основные мембраны 2 и 3. Основные мембраны 2 и 3 разнесены по высоте, образуя зазор, из которого выкачан воздух, и герметично по периметру прикреплены к корпусу. Отверстия для измерения статического и полного давлений размещены выше и ниже зазора. В геометрических центрах мембран 2 и 3 выполнены отверстия, которые с внешних сторон мембран, по отношению к зазору, перекрываются дополнительными верхней 4 и нижней 5 мембранами, герметично по периметру прикрепленными к внешним сторонам основных мембран 2 и 3, жесткостью, а, следовательно, большую чувствительность. К стойке 7, расположенной внутри безвоздушного зазора, прикреплены источник излучения 8, а также верхняя и нижняя шторки 9, имеющие прорезы 10. К центрам верхней 4 и нижней 5 дополнительных мембран прикреплены две фотоприемные линейки 11, активные поверхности которых обращены к прорезам 10 верхней и нижней шторки 9.

Работа устройства осуществляется следующим образом. В исходном состоянии основные мембраны 2 и 3 и дополнительные мембраны 4 и 5 упругих чувствительных элементов занимают определенное положение. Оптическая энергия от источника излучения 8 через прорезы 10 шторки 9 попадает в виде оптических пятен на фотоприемные линейки 11. В фотоприемных линейках 11 отдельные фоточувствительные элементы (пиксели) расположены вдоль одной координаты. Принцип работы данных устройств заключается в формировании внутри каждого пикселя электрического сигнала, пропорционального поглощенной им оптической энергии. Достигается это благодаря фоточувствительному р-п переходу (как и в обычном фотодиоде), через который происходит разряд конденсатора фотоприемного элемента. Чем больше будет оптическая мощность, попадающая на пиксель, тем больше будет ток фотодиода и, следовательно, тем быстрее будет разряжаться конденсатор. В конце цикла измерения происходит считывание остаточного заряда конденсаторов пикселей.

При изменении статического ($P_{ст}$) и (или) полного ($P_{полн}$) давлений мембраны 2, 3, 4 и 5 упругих чувствительных элементов деформируются, при этом фотоприемные линейки 11, прикрепленные к верхней 4 и нижней 5 дополнительных мембран, смещаются, вызывая перемещения на них оптических пятен от источника излучения 8 через прорезы 10 шторки. Дополнительные мембраны 4 и 5, имеющие большую чувствительность, начинают смещаться уже при давлениях, которые не воспринимаются основными мембранами 2 и 3, а последние начнут интенсивно смещаться лишь после того как кольцевые упоры 6 дополнительных мембран 4 и 5 упрутся во внешние поверхности основных мембран 2 и 3.

При последовательном опросе пикселей на выходе фотоприемных многоэлементных устройств будет формироваться электрический сигнал, у которого изменение амплитуды во времени отображает распределение оптической мощности в пространстве фотоприемного устройства. Иными словами, на выходе фотоприемных устройств будут формироваться цифровые сигналы пропорциональные соответственно статическому и полному давлению.

Предлагаемый датчик давлений обладает высокой чувствительностью, быстрейшим, точностью, а также устойчивостью к вибрациям, при этом полученные характеристики достигнуты с одновременным снижением массогабаритных параметров конструкции и уменьшением собственного потребления мощности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент РФ 2684683, МПК G01L 7/08 (2006.01), G01L 11/02 (2006.01). Датчик аэрометрических давлений/ Антонен И.В., Борисов Р.А., Горшков Г.М., Черторийский А. А.; патентообладатель Ульяновский гос. тех. ун-т. (RU). – заявка 2017139645, заявл. 14.11.2017, опубл. 11.04.2019, бюл. №11.

УДК 629.7

И.И. Барабан, Е.А. Ильюк

Белорусская государственная академия авиации

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА, УМЕНЬШЕНИЯ РЕСУРСА САМОЛЕТОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Сегодня в авиационном мире разработаны методика и комплекс программ, позволяющих существенно экономить авиационное топливо за счёт оптимизации маршрутов. Величина эффекта в сильной степени зависит от удаления и приближения участков маршрутов к так называемым “струйным течениям”.

В условиях нынешнего финансового кризиса, когда банки не хотят кредитовать авиакомпания для закупки авиатоплива под будущие полеты мы становимся свидетелями серьезных проблем у ряда авиакомпаний. Оценки показали, что переход на «метеоптимизированные» маршруты с учётом струйных течений (скорость ветра более 112 км/час) может дать очень большой экономический эффект и значительную экономию топлива. Кроме того, за счет сокращения полётного времени можно получить экономию по стоимости выработки ресурса, что составляет значительную величину почти соизмеримую с затратами на топливо. Поэтому были разработаны новые алгоритмы и методы оптимизации с использованием новых информационных технологий.

Сложность заключается в том, что оптимизация производится не по дальности полёта, но и с учётом метеорологических условий (ветра и температуры) и с учётом конкретных характеристик самолёта и двигателя, т. е. по комплексному критерию качества: сочетание расхода топлива и времени на выполнение полёта. Так, например, В НПО “Мобильные Информационные Системы” для этих целей разработаны специальные комплексы программ: расчёт маршрутов с учетом краткосрочного метеопрогноза; оптимизация маршрутов с учетом метеоусловий и сравнение их с кратчайшим по дальности маршрутом. При решении задачи учитываются конкретные ограничения на участках маршрута (направление движения, высота эшелона и т. п.), а также введены дополнительные ограничения для сужения области поиска (ширина полосы и предельные углы от линии ортодромии, международные или внутренние трассы, трассы верхнего и нижнего воздушного пространства и др.).

Учёт метеоусловий сводится к расчету проекции ветра (эффективного ветра) и к расчету влияния температуры воздуха на скорость полета по участкам маршрута для конкретного эшелона полета и для конкретного времени полёта. Для расчёта маршрутов в этой системе используется регулярно обновляемые данные краткосрочного прогноза метеоусловий.

Краткосрочный метеопрогноз содержит значения составляющих ветра в широтном и меридиональном направлении и значения температуры воздуха для различных высот.

Для экономии затрат топлива и времени полёта на отдельных участках необходимо приблизиться к оси попутного струйного течения, и наоборот при встречном течении – удалится от него. Для оценки возможного эффекта были выбраны полёты одной авиакомпании на самолёте Ил-62М из Домодедова в Благовещенск в период с 10 по 30 января 2007 года. Суммарная экономия за этот период (7 полётов): топлива – 5.81 тонны и времени – 42 минуты. При полётах в обратном направлении суммарная экономия за этот период (7 полётов) - топлива составила 13.30 тонны и времени 87.5 минут.

На основании полученных предварительных результатов можно сделать вывод об эффективности разработанной методики выбора оптимального маршрута не по критерию минимальной дальности, а по комплексному критерию минимальных затрат топлива и времени полёта при учёте метеоусловий на определённом участке и эшелоне полёта и при учёте характеристик конкретного самолёта.

Дополнительно были проведены исследования безопасности полётов самолётов в струйных течениях при инверсии температур, когда отрицательное отклонение температуры на эшелоне полёта резко сменяется достаточно большими положительными отклонениями температур. Как известно, температура воздуха оказывает большое влияние на полётные характеристики (скорость, потолок, силу тяги, расход топлива и др.), а именно отклонение температуры от стандартного значения в сторону повышения приводит к ухудшению условий полета.

В отдельных случаях увеличения оборотов двигателей оказывается недостаточно, особенно при полёте на эшелонах близких к потолку полёта при этом возникает опасность сваливания. Для устранения этой опасности необходимо обращать внимание на инверсию температур в зонах струйных течений и либо не занимать опасный эшелон либо в зонах положительных отклонений температур переходить на нижний эшелон.

Важной задачей сейчас является более широкое внедрение полученных экспериментальных методов определения «метеоптимизированных» маршрутов в практическую деятельность авиакомпаний и аэропортов гражданской и военной авиации.

Для получения дополнительного эффекта от предложенных методик Белаэронавигация должна провести серьёзную работу по изменению трасс с учётом влияния струйных течений.

Следует отметить, что расширить число возможных вариантов трасс и добиться увеличения эффекта от использования «метеоптимизированных» маршрутов можно в перспективе с использованием системы ГЛОНАСС для управления воздушным движением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Астапенко П.Д., Баранов А.М., Шварев И.М. Авиационная метеорология. – М.: Транспорт, 1979. – 262 с.
2. Астапенко П.Д., Баранов А.М., Шварев И.М. Погода и полеты самолетов и вертолетов. – Л., Гидрометеоздат, 1980. – 244 с.
3. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 321 с.
4. Валькович Т.В. Атмосфера и ее физические характеристики. - Мн.: МГВАК, 2000. – 59 с.
5. Лещенко Г.П., Перцель Г.В., Иванова Е.Г. Метеорологическое обеспечение полетов. – Кировоград: ГЛАУ, 2003. – 180 с.
6. Технический кодекс установившейся практики. Правила по метеорологическому обеспечению гражданской авиации. – Минск: Минприроды, 2007. – 114 с.

ПОДБОР КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕЛЬНОПОВОРОТНОГО СТАБИЛИЗАТОРА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ШАРНИРНОГО МОМЕНТА

Одним из наиболее распространенных органов продольного управления дозвуковых самолетов является руль высоты. Однако для ряда подобных самолетов эффективность руля высоты оказывается недостаточной для обеспечения надежного управления в продольном канале на всех этапах полета. В этом случае может применяться представленный на рисунке 1 способ перестановки стабилизатора в положение, соответствующее требуемому этапу полета.



Рисунок 1 – Установка стабилизатора самолета Су-25

Реализация данного способа сопряжена с необходимостью включения в систему продольного управления исполнительного устройства для перестановки стабилизатора, что усложняет систему, а так же снижает боевую живучесть самолета, вследствие зависимости возможности функционирования системы от наличия гидропитания на борту.

В связи с вышеизложенным представляет интерес применение цельноповоротного стабилизатора как органа продольного управления дозвукового самолета и возможность применения прямой обратимой системы управления. При расчете подобного варианта ключевой задачей становится оценка величины шарнирного момента и возникающие на ручке управления самолета усилия, его компенсирующие.

Для оценки величины шарнирного момента отклоняемый стабилизатор целесообразно рассматривать как крыло с геометрическими размерами стабилизатора и условиями обтекания, характерными для горизонтального оперения (ГО). При этом вместо поперечной оси самолета будем рассматривать ось вращения стабилизатора. С учетом принятого подхода, формула для шарнирного определения момента обретет вид:

$$M_{ш} = c_{y_a}^{cm} \alpha_{cm} (\bar{x}_d - \bar{x}_o) b_{cm} q S, \quad (1)$$

где $\alpha_{ст}$ – угол атаки стабилизатора, связывающий углы отклонения стабилизатора, угол атаки самолета и угол скоса потока;

$(\bar{x}_d - \bar{x}_o)$ – разность относительных координат центра давления стабилизатора и положения оси вращения;

$c_{y_a}^{ст}$ – производная коэффициента подъемной силы стабилизатора;

qS – произведение скоростного напора на площадь стабилизатора.

С учетом формулы (1) сформулирована следующая задача: при сохранении системы управления серийного самолета Су-25 произвести замену органа продольного управления таким образом, чтобы усилия на командном рычаге оставались аналогичные тем, которые

были до замены органа управления. Следовательно, нужно подобрать площадь и положение оси цельноповоротного ГО так, чтобы величина возникающего шарнирного момента соответствовала исходному, то есть тому, который возникает при использовании руля высоты. Задача решалась в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2.

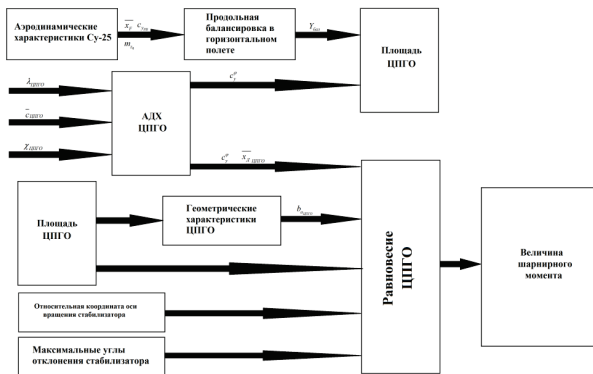


Рисунок 2– Схема вычисления шарнирного момента

В результате решения задачи потребная площадь горизонтального оперения снизилась в 2 раза, положение оси подобрано на 47% средней аэродинамической хорды стабилизатора. Снижение площади горизонтального оперения и отсутствие необходимости использования гидропривода перестановки стабилизатора в различные полетные конфигурации позволило также снизить массу пустого самолета на 150 кг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левицкий С.В., Свиридов Н.А. Динамика полета. – М.: изд. ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 2008. – 527 с.

УДК 629.7

В.С. Безуглов, А.А. Аверин

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИСТРЕБИТЕЛЯ СО СВЕРХЗВУКОВОЙ КРЕЙСЕРСКОЙ СКОРОСТЬЮ ПОЛЕТА

Сверхзвуковой крейсерский полет является одним из требований, предъявляемых к истребителю пятого поколения. Обладание данным свойством обеспечивает значительное тактическое преимущество при противоборстве в воздухе.

В соответствии с уравнением существования летательного аппарата, для достижения заданного набора свойств и характеристик летательного аппарата следует затратить определенную массу, величина которой соответствует уровню научного, технического и технологического развития производителя. Данное уравнение имеет вид:

$$m_0 = \frac{m_{эв}}{1 - (\xi_{\tau} + \xi_{cy} + \xi_{об} + \xi_{к})}, \quad (1)$$

где m_0 – максимальная взлетная масса;

$m_{эв}$ – масса экипажа и вооружения;

ξ_i – относительные массы топлива, силовой установки, оборудования и конструкции летательного аппарата [1].

Реализация свойства сверхзвукового крейсерского полета находит свое отражение в величине ξ_m , которую можно определить по формуле Брегге:

$$\xi_m = k_m \left(1 - e^{-\frac{L_{\max} C_{уд}}{0.345 V_{кр} K_{кр}}} \right) \quad (2)$$

где k_m – коэффициент, учитывающий расход топлива на этапах боевого полета помимо горизонтального полета на крейсерском режиме;

L_{\max} – максимальная дальность полета (км);

$C_{уд}$ – удельный расход топлива (кг/Нч);

$V_{кр}$ – крейсерская скорость полета;

$K_{кр}$ – аэродинамическое качество крейсерского полета.

Величина максимальной дальности полета считается известной и заданной, величина удельного расхода топлива зависит от типа используемого двигателя, крейсерской скорости и высоты полета. Величина аэродинамического качества крейсерского полета качественно зависит от числа М крейсерского полета так же, как и величина максимального аэродинамического качества.

Задавая значениями массы экипажа и вооружения, относительными массами оборудования и конструкции, зная массу двигателей, с учетом высотно-скоростных характеристик двигателя АЛ-31Ф, зависимости аэродинамического качества от числа М полета, можно решить уравнение (1) относительно числа М крейсерского полета. Данные вычисления производились с помощью приложения Matlab@Simulink. Расчет производился при следующих данных: масса целевой нагрузки 2500 кг, относительные массы оборудования и конструкции соответственно 8% и 28%, силовая установка самолета включает два двигателя типа АЛ-31Ф, дальность полета 3000 км на высоте 11000 м.

Для обеспечения горизонтального полета с заданной скоростью требуется соблюдения условия равенства потребной и располагаемой тяги. Потребная для горизонтального полета тяга пропорциональна массе летательного аппарата и обратно пропорциональна его аэродинамическому качеству [2]. Располагаемая тяга может быть получена из высотно-скоростных характеристик выбранного двигателя АЛ-31Ф.

На рисунке 1 представлен график зависимости разности располагаемой и потребной тяги от крейсерского числа М полета. Как видно из графика, до числа М=1.08 имеется избыток тяги силовой установки, после М=1.08 – недостаток. На М=1.08 обеспечивается равновесие продольных сил и возможен прямолинейный горизонтальный полет

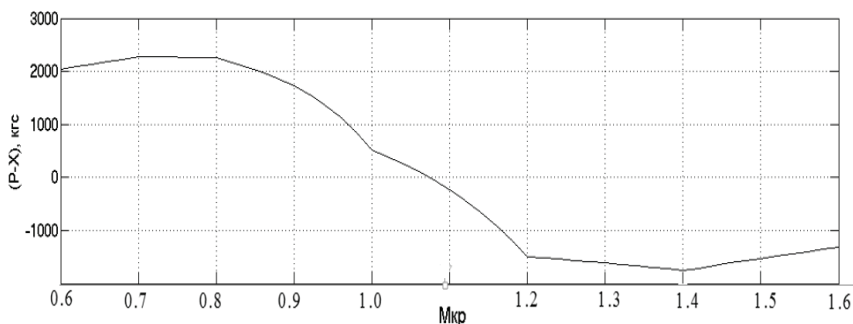


Рисунок 1 – Зависимость избыточной тяги от крейсерского числа М

В соответствии с графиком на рисунке 1, данному числу М соответствует взлетная масса 18 тонн. Удовлетворение требованию сверхзвукового крейсерского полета, при сохранении силовой установки в составе двух двигателей АЛ-31Ф, потребовало снижение массы целевой нагрузки до 2500 кг, что обеспечило необходимые 18 тонн взлетной массы. Имеющийся на вооружении серийный самолет с двигателями АЛ-31Ф (Су-27), не обладающий сверхзвуковой крейсерской скоростью, имеет при этом большую величину целевой нагрузки и большую взлетную массу.

Таким образом, при сохранении прежнего состава силовой установки, достигнутого уровня аэродинамического совершенства летательных аппаратов, увеличение крейсерской скорости полета возможно только за счет снижения массы целевой нагрузки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Туркин К.Д. Конструкция и прочность летательных аппаратов. Часть 1. – ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1985. – 279 с.
2. Левицкий С.В., Свиридов Н.А. Динамика полета. – М.: изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 527 с.

УДК 621.452

М.А. Богомолов, А.В. Минайлов, Т.В. Грасько

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ В ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Современные темпы развития человечества приводят к стремительной выработке природных энергоресурсов. Так, по приблизительным расчетам разведанных запасов нефти, которая является на данный момент единственным сырьем для производства авиационных керосинов, хватит еще на 30 лет, при этом количество авиаперевозок с каждым годом неуклонно растет. Также авиация является одним из серьезных источников загрязнения окружающей среду. В связи с этим все большую актуальность приобретает вопрос экономичности и экологичности авиационных силовых установок, а также возможность замены авиационных керосинов на газообразные топлива. Существующие газотурбинные двигатели (ГТД), работающие по циклу Брайтона достигли значительного совершенства, однако их дальнейшее развитие требует значительных материальных затрат на разработку, изготовление и техническую эксплуатацию, тогда как значительного повышения коэффициента полезного действия (КПД) не предвидится уже после чисел $\pi_k^* = 30$. В связи с этим необходимо разрабатывать новые принципы преобразования тепловой энергии

сгорания топлива в полезную работу. Прорывным толчком к дальнейшему развитию могло бы стать детонационное горение.

Решением данных проблем могло бы стать применение предложенной в данной статье и представленной на рисунке 1 схемы турбо-прямоточного реактивного детонационного двигателя (ТПРДД).

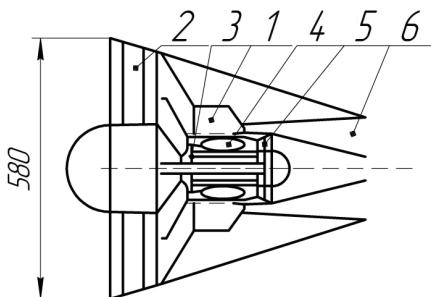


Рисунок 1 – Схема ТПРДД:

- 1 – детонационная камера сгорания; 2 – вентилятор; 3 – центробежный компрессор; 4 – камера сгорания газогенератора; 5 – турбина низкого и высокого давления; 6 – сверхзвуковое сопло

Подача воздуха в детонационную камеру сгорания производится от одноступенчатого вентилятора с поворотными рабочими лопатками, приводящегося во вращение от газогенератора, работающего по циклу Брайтона. При этом на рисунке представлена схема двигателя с тягой на максимальном режиме 8800 кгс и расходом воздуха 46 кг/с. При этом через внутренний контур проходит всего 6 кг/с, что позволяет заменить осевой компрессор на одноступенчатый центробежный компрессор, который обладает большей газодинамической устойчивостью, меньшей массой и относительной простотой в производстве. Однако при перерасчете двигателя на большее значение расхода воздуха, а соответственно и тяги, положительный эффект от применения центробежного компрессора пропадает за счет значительного увеличения диаметрального размера. Главной особенностью предложенной схемы является то, что при достижении скорости полета $M=1$ становится возможным переход на прямоточный режим работы за счет поворота лопаток вентилятора на угол установки с минимальным сопротивлением и прекращения подачи топлива в камеру сгорания газогенератора внутреннего контура. На рисунке 2 представлено сравнение высотно-скоростных характеристик ТПРДД и турбореактивного двухконтурного двигателя с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ) схожего класса тяги.

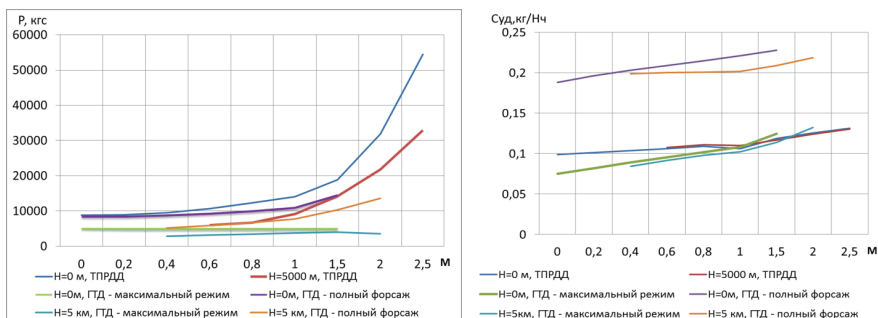


Рисунок 2 – Сравнение высотно-скоростных характеристик ТПРДД и ГТД

Для обоснования экономической эффективности был произведен расчет предложенной схемы ТПРДД с расходом воздуха 161 кг/с, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение часовых расходов топлива различных силовых установок

Тип двигателя	ТРДДФ	ТПРДД
Режим работы двигателя	Полный форсированный	Минимальный
Суд, кг/(Н*ч)	0,23	0,1
$M_{\text{полета}}$	1,03	1,06
$V_{\text{полета}}$, м/с	330,115	339,73
G_T кг/ч	41400	21000

Таким образом, применение описанной выше схемы позволяет достичь снижения расхода топлива, массы при той же скорости полета. Дальнейшее развитие детонационного горения перспективно как для создания экономичных сверхзвуковых двигателей для гражданских летательных аппаратов, так и для создания перспективных сверхзвуковых прямоточных двигателей военного назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нечаев Ю. Н. Термодинамический анализ рабочего процесса пульсирующих детонационных двигателей. – М.: ВВИА им проф. Н.Е. Жуковского, 2002.
2. И.Н. Зверев, Н.Н. Смирнов. Газодинамика горения. – Издательство Московского университета, 1987 308с.
3. Я. Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе. Математическая теория горения и взрыва. 480с.
4. А.С. Соколик. Самовоспламенение, пламя и детонация в газах – Издательство Академии Наук СССР, 1960. 427с.

УДК 533.17+536-37

С.В. Василевич

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ГАЗОВОГО ПОТОКА ПРИ СВЕРХЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ

В настоящее время во многих странах мира активно проводятся научно-исследовательские работы в области термодинамики газовых потоков при сверхзвуковых скоростях [1–4]. Превышение скорости звука в газовых средах приводит к ряду явлений, которые надо учитывать при движении самолетов, снарядов, ракет, лопаток газовых турбин и т. д. Известно, что для получения сверхзвуковых скоростей истечения газового потока Лавалем, Стэнтоном, Франком были разработаны сверхзвуковые сопла, в которых происходит ускорение газового потока до скоростей больше, чем скорость звука. В сопле Лавала в сужающейся части скорость газового потока увеличивается до звуковой скорости (докритическое течение газа), затем газовый поток попадает в расширяющуюся часть сопла, где скорость его истечения увеличивается до сверхзвуковой.

При прохождении через сопло Лавала происходит адиабатное расширение газового потока. При этом температура газового потока значительно снижается. При этом скорость охлаждения газового потока может достигать порядка 10^6 К/сек. Данный эффект может быть использован при создании компактных систем охлаждения газовых смесей, необходимых во многих технологических процессах. Например, в химической промышленности при производстве азотной кислоты. Ее производство является одним из основных процессов

химической промышленности в настоящее время и включает в себя синтез оксида азота как основной этап процесса [5]. В последнее время все больше внимания уделяется синтезу оксидов азота из воздуха при его прохождении через электрический разряд.

Известно, что монооксид азота можно получить в одну стадию в одном аппарате непосредственно из воздуха, без использования органического сырья. Если воздух пропустить через электрический разряд и продукты реакции закалить, то в этом одностадийном процессе можно получить концентрацию NO, приемлемую для промышленного использования [6].

Этот процесс достаточно хорошо известен, однако его реализация связана с рядом трудностей, главной из которых является необходимость достаточно быстро охладить продукты для предотвращения обратной реакции разложения оксида азота, из-за чего снижается производительность процесса и увеличивается себестоимость продукта. Известно, что чем больше скорость охлаждения продуктов, тем меньше потери продукта. Достаточно медленное охлаждение газовой смеси приведет к разложению NO, поэтому скорость охлаждения играет важную роль в процессе получения оксидов азота. Так, при скорости охлаждения $9 \cdot 10^4$ К/сек доля разложенного оксида азота составляет 53 %, а при скорости охлаждения $5 \cdot 10^7$ К/сек продукт сохраняется полностью.

Для примера рассмотрим систему, позволяющую реализовать процесс получения оксида азота из воздуха. Система включает в себя электрообогреваемую реакционную камеру с внутренним диаметром 45 мм и сопло Лавалья, установленное на выходе из камеры. В камеру подается воздух с температурой 293 К. Расход воздуха (при нормальных условиях) 140 л/мин. В реакционной камере температура воздуха увеличивается и составляет на выходе из камеры 1773 К. При таких условиях на выходе из сопла Лавалья температура газообразных продуктов составила 474 К. Длина сопла составляет 0,34 м. Время прохождения воздуха через сопло $5,8 \cdot 10^{-4}$ с. Средняя скорость охлаждения продуктов составила 2216075 К/сек.

Также быстрое охлаждение играет важную роль в процессе получения синтетических топлив, а также добавок к ним, сложных полимерных соединений, применяемых в различных отраслях народного хозяйства, при получении композитных материалов и т. д.

Таким образом, использование эффекта адиабатного расширения при прохождении газового потока через сопло Лавалья позволяет достаточно быстро охладить газовую смесь, что снижает долю разложенных продуктов и повышает производительность технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хрусталеv, Б.М. Температурные профили струй, истекающих из сопел Лавалья в условиях пожара / Б.М. Хрусталеv, Д.В. Акельев, И.В. Карпенчук, Е.С. Калининченко, П.В. Максимов, К.А. Кравчук, М.Ф. Костевич // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2015. - №1. - С. 5-10.
2. Волков, Э.П. Газодинамическая температурная стратификация в сверхзвуковом потоке / Э.П. Волчков, М.С. Макаров // Известия Академии наук. Энергетика. Новосибирск. – 2006. - №2. - С. 20-31.
3. Zhu, Y. Numerical investigation of geometry parameters for designed of high performance ejectors / Y. Zhu, W. Cai, C. Wen, Y. Li // Applied Thermal Engineering. – 2009. vol. 29. - iss. 5-6. - pp. 898-905.
4. Kim, S. Experimental determination of geometric parameters for an annular injection type supersonic ejector / S. Kim, S. Know // Journal of Fluids Engineering. – 2006. - vol. 128. - iss. 6. – pp. 1164-1171.
5. Воробьев, Н.И. Технология связанного азота и азотных удобрений. Тексты лекций. – Минск: БГТУ, 2011. – 216 с.
6. Способ получения оксидов азота: пат. 22300 Респ. Беларусь : МПК: C01B21/32 (2017) / В.И. Мартынюк, В.А. Зеленин, С.Ф. Сенько, М.А. Яковлева, ..дата публ.: 30.08.2018.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЕРТОЛЕТА

Несущая система (НС) вертолѐта представляет собой сложный кинематический механизм, состоящий из большого количества элементов, соединѐнных между собой и имеющих различные степени свободы, обеспечивающий движение лопастей в вертикальной и горизонтальной плоскостях, под действием аэродинамических и инерционных сил и моментов. Динамика НС носит сложный пространственный характер. Несущий винт (НВ) вертолѐта не только определяет его летно-технические характеристики, но и обеспечивает устойчивость и управляемость на различных режимах полета. Кроме того лопасть НВ работает в сложных условиях под действием знакопеременных аэродинамических сил и моментов, определяемых изменением по ее радиусу и углу азимутального положения углов атаки и чисел M . Процесс расчета нагрузок на элементы НС и определения её динамических характеристик требует наличия специальных методов и программного обеспечения. Поэтому целесообразно прибегать к использованию современных вычислительных средств. В частности, используя приложение SimMechanics пакета Matlab/Simulink, предназначенное для исследования кинематики и динамики механических систем различного уровня сложности [1], моделировать конструкцию НС вертолѐта.

На рисунке 1 показан общий вид имитационной модели НС, созданной на основе конструкторской документации вертолѐта Ми-8.

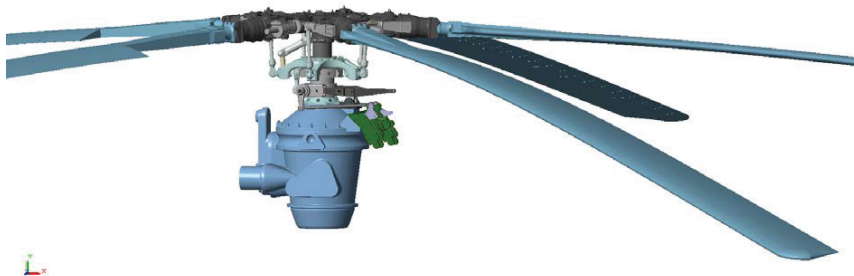


Рисунок 1 – Общий вид модели в окне SimMechanics

Модель учитывает геометрические размеры и массу всех элементов конструкции НС, а так же наличие горизонтальных, вертикальных и осевых шарниров, имеющих диапазоны углов отклонения в установленных конструкторской документацией пределах.

Аэродинамические силы и моменты, действующие на лопасти НВ, вычисляются согласно теории элемента лопасти, в основе которой лежит гипотеза плоских сечений [2]. Структурно модель лопасти состоит из двадцати одного элемента. Имитация полета вертолѐта задается составляющими горизонтальной и вертикальной скорости НВ соответственно:

$$V_{xНВ} = V \cos \alpha, \quad (1)$$

$$V_{yНВ} = V \sin \alpha, \quad (2)$$

где V – скорость полета вертолѐта;

α – угол атаки НВ.

Горизонтальная и вертикальная составляющие скорости обтекания воздушным потоком каждого сечения лопасти определяются соответственно:

$$U_x = V_{xHB} \sin \psi + \omega r, \quad (3)$$

$$U_y = (V_{yHB} - \vartheta_t) \cos \beta + V_{xHB} \cos \psi \sin \beta + V_\beta ((r - l_{г.ш.}) / \cos \beta), \quad (4)$$

где ψ – угол азимутального положения лопасти;

ω – окружная скорость в сечении лопасти;

r – расстояние от центра горизонтального шарнира до сечения лопасти;

β – угол взмаха лопасти;

V_β – скорость махового движения лопасти;

ϑ_t – составляющая индуктивной скорости, перпендикулярная плоскости вращения;

$l_{г.ш.}$ – разнос горизонтальных шарниров втулки НВ.

Результирующая скорость обтекания воздушным потоком каждого элемента лопасти находится по формуле:

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2}. \quad (5)$$

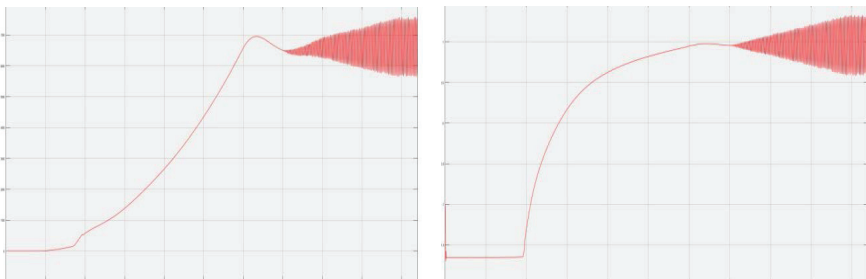
Угол притекания потока к элементу лопасти определяется выражением:

$$\phi = \arctg \frac{U_y}{U_x}. \quad (6)$$

Угол атаки определяется как разность угла установки элемента лопасти (с учётом геометрической крутки лопасти и шага винта) и угла притекания потока.

Составляющие подъемной силы и силы лобового сопротивления вычисляются в связанной с элементом лопасти системе координат, при этом значения их коэффициентов приняты соответствующими круговой обдувке профиля NACA 23012 в зависимости от углов атаки и чисел М в каждом сечении.

На рисунке 2 показаны результаты моделирования динамики несущей системы вертолёт Ми-8.



а) изменение силы тяги лопасти

б) изменение угла взмаха лопасти

Рисунок 2 – Результаты функционирования имитационной модели НС

Лопасть из начального положения $\beta = 0$ становится на упор центробежного ограничителя свеса лопасти. Через 5 секунд после начала моделирования осуществляется раскрутка несущего винта до 190 оборотов в минуту, с забросом до 197 оборотов в минуту. Под действием аэродинамических сил, увеличивается значение силы тяги лопасти. На 70-й секунде имитируется

режим косой обдувки винта. Горизонтальная составляющая скорости полёта плавно увеличивает своё значение от 0 до 20 м/с. и наблюдается маховое движение лопасти.

Таким образом, описанный в статье подход позволяет моделировать сложные механические системы, в том числе на этапах проектирования, изучать их динамические свойства взаимодействие отдельных элементов систем на различных этапах функционирования, рассчитывать силы и моменты, возникающие в шарнирах и местах сочленения элементов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Щербаков В.С. Моделирование и визуализация движений механических систем в Matlab. – Омск: СибАДИ, 2007. 85с.
2. Миль М.Л. Вертолёт, расчёт и проектирование. Книга 1 Аэродинамика. – М.: Машиностроение, 1966. 454с.

УДК 532.6.013

Е.Е. Вислогузов, П.С. Костин, М.С. Бунеев

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕТА САМОЛЕТА ПРИ ВЕТРОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Под порывом ветра в авиации понимают значение скорости потока неспокойного воздуха. Нагрузки на самолет под действием порыва ветра возникают вследствие изменения аэродинамических сил, связанного с изменением углов атаки и скольжения, а также скорости движения самолета относительно воздуха.

Для исследования ветровых возмущений была разработана Simulink-модель динамики движения самолета Су-25. Данная модель включает в себя: блок дифференциальных уравнений продольного движения самолета, блок расчета аэродинамических сил и моментов, блок управления самолетом, блок силовой установки, блока начальных условий и блока расчета параметров стандартной атмосферы.

С помощью имитационной модели было проведено моделирование полета самолета в неспокойной атмосфере. В качестве ветровых возмущений был взят порыв с линейным нарастанием до максимальной величины. При моделировании порыва масса самолета соответствовала 13000 кг, высота полета 1000 м, максимальное значение порыва 15 м/с, время действия порыва на самолет 20 с, а время (t) градиента нарастания изменялось от 1 до 3 с (рисунок 1). По результатам моделирования строились балансировочные зависимости:

$\Delta\alpha_{\max}, \Delta n_{y \max} = f(V, t)$ (рисунок 2).

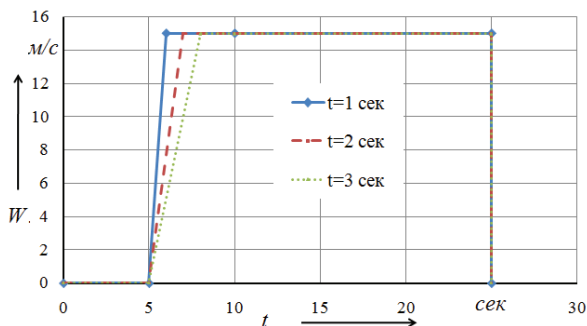


Рисунок 1 – Форма порыва с линейным нарастанием

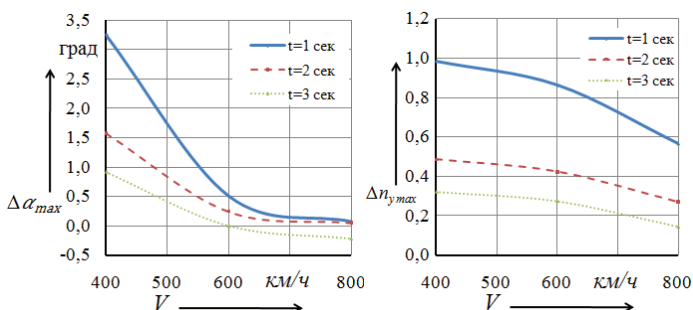


Рисунок 2 – Зависимость приращения угла атаки и нормальной перегрузки от скорости полета и времени нарастания порыва

Анализируя зависимости, представленные на рисунке 2, следует отметить, что, чем меньше длительность градиентного участка (t), тем больше приращение угла атаки и нормальной перегрузки. Следовательно, наиболее неблагоприятной формой порыва ветра, порождающей экстремальную нормальную перегрузку и угол атаки, является мгновенное изменение скорости порыва от нуля до максимальной величины.

Далее моделирование порыва с линейным нарастанием проводилось с изменением законов управления самолетом: с добавлением демпфера и с добавлением автомата устойчивости [1]. Результаты моделирования полета самолета в турбулентной атмосфере при различных законах управления представлены на рисунках 3 и 4.

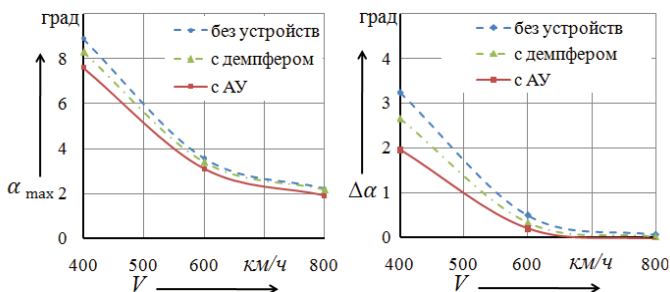


Рисунок 3 – Зависимость максимального значения угла атаки и его приращения от скорости полета при различных законах управления ($t=1$ сек)

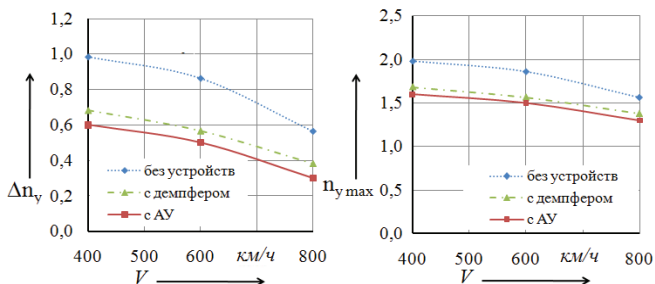


Рисунок 4 – Зависимость максимального значения нормальной перегрузки и её приращения от скорости полета при разных законах управления ($t=1$ сек)

Анализируя зависимости, представленные на рисунках 3 и 4, можно сделать вывод о том, что с добавлением «демпфера» и «автомата устойчивости» в алгоритм системы управления самолетом, заброс максимального значения угла атаки и нормальной перегрузки уменьшается.

Таким образом, применение рассмотренных устройств в системе управления самолетом, уменьшает воздействие такого опасного фактора, как турбулентность атмосферы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ефремов А.В., В.Ф.Захарченко. Динамика полета: учебник для студентов высших учебных заведений. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Машиностроение - Полет, 2017. 776с.

УДК 369.2

В.Д. Вышинский, А.В. Дубовский

Белорусская государственная академия авиации

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ АВИАЦИИ

С момента зарождения авиации в двигателях воздушных судов используют углеродное топливо – бензин для поршневых и керосин для реактивных. Это топливо содержит в себе большое количество энергии, обеспечивая мощность, необходимую для полёта больших коммерческих авиалайнеров, по всему миру. На сегодняшний день, на долю авиации приходится до 12 % выбросов CO₂ от всего транспорта, не говоря уже о количестве потребляемого воздушными судами топлива. Только в 2018 году авиакомпания сожгла около двухсот семидесяти шести миллионов тонн керосина. Этот внушительный объем составляет примерно 7 % всех нефтепродуктов на планете, что приводит к огромным выбросом углекислого газа в атмосферу. Тем не менее, лидером по загрязнению атмосферы была и остается автомобильная сфера, однако, в свете борьбы за чистоту окружающей среды электромобили набирают все большую и большую популярность. Современность диктует свои правила, и будущее авиации теперь напрямую зависит от поисков альтернативных, а главное экологически чистых источников энергии. Сможет ли электричество стать ответом.

Еще недавно, под термином «электросамолет», понимался самолет – летательный аппарат с фиксированным крылом, в котором механическая и гидравлическая трансмиссия заменялась электрической. Теперь термин наполнился новым смыслом.

Истинный электросамолет должен сам двигаться на электрической тяге. Таким образом, электросамолет – это самолет, приводимых в движения электрическим двигателем, питающимся от топливных элементов, фотоэлементов, суперконденсаторов, батарей.

В 1973 году на базе австрийского моторного планера Brditschka HB-3 создали вариант Militky MB-E1 с электрическим двигателем. Хейно Брдишка в том же году совершил полет на нем продолжительностью 14 минут. Таким образом, модель Militky MB-E1 стала первым пилотируемым электрическим летательным аппаратом, поднявшим человека в воздух.

Самолеты с традиционными двигателями громкие, дорогие и требуют много горючего, загрязняют окружающую среду. Электрические самолеты более тихие, дешевые в эксплуатации, не производят вредных выбросов и являются более надежными. Но все же, в чем же причина их непопулярности? Есть у электросамолетов недостаток, причем довольно существенный – несовершенство современных аккумуляторов, которые требуют частой подзарядки. Поэтому такие воздушные суда, пока не могут летать на большие расстояния.

На сегодняшний день, все действующие электросамолеты, в основном используются для тренировочных полетов. Заряд батареи позволяет им продержаться в воздухе всего лишь около 30 минут. Еще одним препятствием для развития, является отсутствие единых правил и стандартов для этих технологий. Ассоциация производителей общей авиации занимается разработкой новых стандартов. И хотя электрический привод медленно и уверенно захватывает практически все транспортные направления, авиация по-прежнему остается самой трудной для электрификации. Но теперь похоже ситуация начинает меняться. Особенно в этом преуспела компания «Siemens» со своим электросамолетом Extra 330LE.

Прототип электрического спасательного самолета, оснащенный силовой установкой, которую разработали немецкие специалисты, установил сразу два мировых рекорда скорости, в классе электрических самолетов с аккумуляторным питанием. Как утверждают конструкторы, прототип электрического самолета Extra 330LE, решил главную конструктивную проблему электрических самолетов: слишком большой вес в сочетании с недостаточной энергетической плотностью аккумуляторных батарей. Ключом к успеху в данном случае, стала инновационная силовая установка. Электродвигатель, которым оснащен Extra 330LE, обеспечивает 260 киловатт мощности, при весе всего в 50 килограмм. В марте 2017 года, состоялось летное испытание прототипа. За время их проведения, самолет успел поставить несколько рекордов. В рамках испытаний самолет развил рекордную для аппаратов этого класса скорость $V=337,5$ км/ч, на дистанции в $S=3$ км, при весе $M<1000$ кг. Затем, после внесения ряда конструктивных изменений, которые увеличили массу аппарата $M>100$ кг, установил еще один рекорд ($V=342,8$ км/ч). Помимо двух рекордов скорости самолет Extra 330LE, отметил еще одним достижением: он первым протаскал планер на буксире и поднял его на высоту 600 метров всего за 76 секунд.

Разумеется, перспективы электроавиации зависят не только, и даже не столько от авиаконструкторов, сколько от прогресса в области электротехники. Увы, про полностью электрические двигатели для самолётов сегодня речь не идёт, даже самые лучшие литий-ионные батареи по-прежнему далеки от того, чтобы обеспечить лайнер вместимостью 150 пассажиров мощностью, достаточной для того, чтобы оторваться от земли. Тем не менее, многие специалисты в области аэрокосмических технологий продолжают искать способы решения в направлении гибридных двигателей. Наиболее реальной сегодня выглядит технология гибридных двигателей для небольших самолётов (около 50 пассажиров), выполняющих региональные полёты. Project 804, созданный United technologies уже к 2022 году планирует запустить воздухоплавательный аналог гибридной Toyota Prius. Предполагается, что использование дополнительного электродвигателя, который будет запускаться во время взлёта, позволит сэкономить до 30 % топлива, используемого сегодня на полёт продолжительностью около 1 часа, сократить выбросы углекислого газа, а также в целом повысить эффективность двигателя.

Именно поэтому методика «первичная заправка от розетки – дозаправка в воздухе от солнечных батарей» имеет наибольшие перспективы в этом сегменте авиации. Разработчики солнечных самолетов должны обратить внимание на повышение потолка – далеко не везде кучевые облака висят на высоте 2 км, а для максимальной эффективности солнечной дозаправки самолёту стоит двигаться над облаками.

Технологии совершенствуются. Если со временем конструкторы сумеют преодолеть проблему дальности полета и чрезмерно быстрого расхода заряда, то электросамолеты начнут потихоньку вытеснять своих топливных собратьев. Они бесшумны, комфортны и крайне дешевы в эксплуатации, плюс к тому не наносят вреда окружающей среде.

Стоит заметить, что процесс электрификации авиации не очень стремительно, но все же движется. Самолеты будущего сконструируют таким образом, чтобы максимально уменьшить углеродный след в атмосфере. Распространения получают газотурбинные двигатели на водороде, гибридные схемы и полностью электрические самолеты на батареях. С каждым годом эта проблем привлекает не только отдельных инвесторов, но и целые государства!

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Вверх на электричестве» статья. Журнал «Популярная механика» № 1. Январь 2018. Интернет ресурс www.popmech.ru
2. Будущее авиации. Статья. Интернет ресурс xabr.com/post/395979/

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК БОКОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ САМОЛЕТА

Работа с математической моделью позволяет эффективно исследовать свойства самолета и его поведение на различных режимах полета. При оценке характеристик самолета активно используется имитационное моделирование, суть которого заключается в проведение на вычислительных машинах экспериментов с математическими моделями, описывающими поведение самолета в течение определенного периода времени [1].

В разработанной Simulink-модели динамики пространственного движения самолета массовые, инерционные и геометрические характеристики модели соответствуют современному учебно-боевому самолету Як-130.

Для оценки характеристик боковой устойчивости самолета выполнялся метод координированных скольжений и метод прямолинейного установившегося скольжения [2].

Условия зачетности режимов:

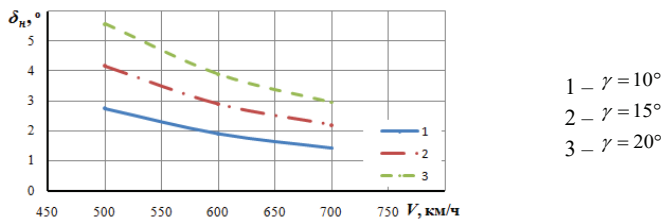
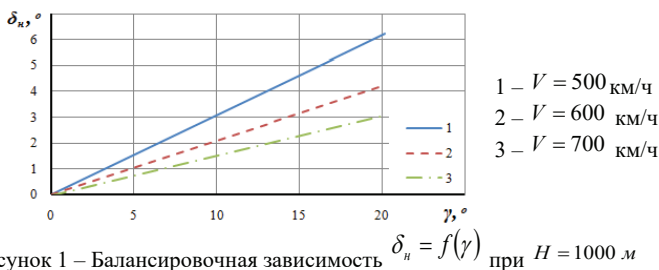
1. Выдерживание направления полета при каждом значении угла крена в течении заданного времени и четкая фиксация ручки управления самолетом по крену и педалям на каждой «площадке».

2. Изменение скорости при выполнении должны быть в пределах $V_{\text{пр.зад}} \pm 25$ км/ч, а изменение высоты – в пределах $H_{\text{зад}} \pm 250$ м.

На основании проведенных исследований были определены параметры, необходимые для оценки характеристик боковой устойчивости с использованием различных методик выполнения испытательных режимов.

По результатам моделирования, на основе полученных данных были построены балансировочные зависимости $\delta_n = f(\gamma)$, $\delta_n = f(V)$, $\delta_s = f(\beta)$.

Результаты выполнения метода координированных скольжений представлены на рисунках 1 и 2.



Проводя анализ результатов моделирования, представленных на балансировочных зависимостях, видно, что для выполнения метода координированных скольжений на скоростях полета от 500 до 700 км/ч, угол отклонения руля направления будет уменьшаться с увеличением скорости полета (рисунок 4). Это вызвано увеличением скоростного напора, который создает еще больший кренящий момент M_x , под действием которого самолет будет отклоняться с большей угловой скоростью крена. С увеличением высоты полета необходимо увеличивать отклонение руля направления, так как плотность воздуха с увеличением высоты становится меньше.

Результаты выполнения метода прямолинейного установившегося скольжения представлены на рисунках 3 и 4.

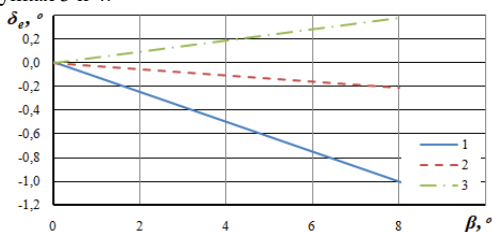


Рисунок 3 – Балансировочная зависимость $\delta_3 = f(\beta)$ при $H = 5000$ м

1 – $V = 500$ км/ч; 2 – $V = 600$ км/ч; 3 – $V = 700$ км/ч

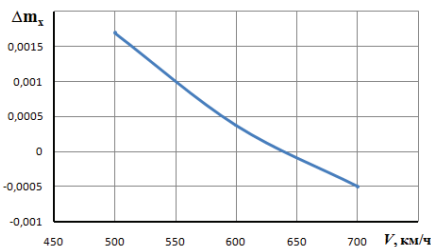


Рисунок 4 – Изменение $\Delta m_x = f(V)$ при $H = 3000$ м

Проводя анализ результатов моделирования прямолинейного установившегося скольжения необходимо отметить, что для выполнения метода прямолинейного установившегося скольжения на скоростях полета от 500 до 700 км/ч, угол отклонения элеронов необходимо увеличивать с увеличением скорости полета. Это связано с изменением коэффициента момента крена при отклонении элеронов $\Delta m_x(\delta_3, \alpha, M)$, который влияет на момент крена M_x . На рисунке 3 при положительном значении этого коэффициента угол отклонения элеронов (рисунок 4) будет отрицательным на скорости 500 и 600 км/ч. Но при увеличении скорости до 700 км/ч этот коэффициент изменит свой знак на противоположный, что приведет к положительному отклонению угла элеронов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Аэродинамика, динамика полета и конструкция летательных аппаратов» учебник для слушателей и курсантов ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского. / М.И. Радченко, Е.Д. Икряников, В.И. Бушуев, М.С. Архипов. под ред. М.И. Радченко. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 292 с.

2. Мальшев В.А. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016.

**ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОСФЕРЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Проблема шумового загрязнения окружающей среды весьма актуальна для гражданской авиации. По оценкам, примерно 2-3% населения подвержено воздействию авиационного шума, превышающего нормативные требования. От авиационного шума страдает несколько миллионов человек.

К основным источникам шума на территории аэропорта относятся авиационные двигатели, вспомогательные силовые установки самолетов, спецмашины аэродромного обслуживания различного назначения, станочное и технологическое оборудование производственных цехов и участков. Шум, возникающий при работе авиационных двигателей, вносит наибольший вклад в шумовое загрязнение района аэропорта. Уровень громкости создаваемого ими шума превышает 140 дБ.

Из всех типов авиационных силовых установок наиболее шумными являются турбореактивные двигатели. Их шум генерируется в рабочем процессе многими источниками, имеющими различные характеристики интенсивности, спектра, направленности. Среди них – реактивные струи первого и второго контуров, вентилятор, компрессор, турбина, агрегаты, камера сгорания. При работе авиационных силовых установок с турбовинтовыми и поршневыми двигателями основным источником шума является воздушный винт.

Шум очень важная проблема в авиации. Борьба с шумом занимает второе место по значимости вслед за обеспечением безопасности полетов. До появления самолетов с реактивным двигателем крупнейшие аэропорты принимали около 10 самолетов в сутки. Сегодня это число увеличено до нескольких сотен. Посадка и взлет воздушных судов производится практически ежеминутно. Этот фактор вместе с увеличением плотности населения, числа аэропортов и их расположения вблизи городов еще больше усугубляет проблемы борьбы с шумом. Пассажиры самолетов также страдают от шума. Уровень шума современного реактивного самолета при взлете равен 130–140 децибел.

При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэропортов уровни громкости шума в прилегающих населенных районах достигают в дневное время 80 дБ, а в ночное – 78 дБ. Максимальные уровни громкости колеблются в пределах 92–108 дБ.

Первая реакция населения на авиационный шум - это жалобы, количество которых растет из года в год. В них отмечается, что авиационный шум беспокоит, нервирует, утомляет, вызывает головную боль, сердцебиение, нарушает сон и отдых, не дает сосредоточиться на выполнении любой работы.

Действующие отечественные нормативы шума воздушных судов включают в себя не только максимальные допустимые уровни шума, но и четко регламентированные, одинаковые для всех стран – членов ИКАО, требования к методике акустических измерений, режимам полета при сертификационных испытаниях, правилам обработки результатов измерений, правилам приведения результатов к стандартизованным условиям.

Расчетный суммарный изоконтур шума, создаваемого рулением ВС на территории Национального аэропорта «Минск», был построен по критерию максимального уровня звука в ночное $L_{Amax} = 75 дБА$ и дневное $L_{Amsk} = 85 дБА$ время суток (согласно ГОСТ 22283-88) для наиболее «шумных» ВС: Ту-154Б на существующий период времени. Данные по величине удаления изоконтур нормативного значения шума от зон руления приняты по результатам натурольных измерений, проведенных на примере объекта-аналога. В качестве объекта-аналога принят аэропорт «Нижний Новгород». Установлено, что максимальные уровни широкополосного, непостоянного авиационного шума при рулении ВС типа Ту-154Б составляют 75 дБА на расстоянии порядка 450 м и 85 дБА – 250 м от источника шума.

Суммарная зона сверхнормативного воздействия авиационного шума, создаваемого полетами ВС в Национальном аэропорту «Минск», определена на существующий расчетный (2015 г.) и перспективный (2030г.) периоды времени по совокупности контуров максимальных уровней звука: $L_{Amax} = 85$ дБА в дневное время суток и $L_{Amax} = 75$ дБА в ночное время суток и эквивалентных уровней звука: $L_{Aeq} = 65$ дБА в дневное время суток и $L_{Aeq} = 55$ дБА в ночное время суток, построенных на соответствующий временной период – как огибающая границ этих контуров шума при полетах ВС.

Всего были проведены замеры в 10 контрольных точках. Среди обозначенных контрольных точек наиболее актуальной является полученная информация по точкам № 6 (выезд из леса возле садоводческого товарищества «Шеметово»), 9 (в центральной части д. Пятилетка). В точке № 6 значения измеренного максимального и расчетного эквивалентного уровней шума значительно меньше нормативных величин. Это объясняется удалением точки от оси существующей ИВПП (расстояние – 2500 м). В точке № 9, расположенной в центральной части н.п. Пятилетка, зафиксировано превышение максимального уровня шума для ночного времени суток на 2 дБА (77 дБА). Можно предположить, что при взлете более крупных моделей ВС величина превышения окажется большей.

Инструментальные замеры уровней авиационного шума выполнены для общего видения акустической обстановки на существующем этапе. При выполнении прогнозных расчетов распространения шума основным методом выполнения исследований являлся расчетный как обеспечивающий наименее благоприятные условия моделирования ситуации.

Имеющиеся факты превышений уровней допустимого шума в границах н.п. Пятилетка в настоящее время связаны с отклонениями ВС от установленных маршрутов при взлете. Выполненные замеры уровней авиационного шума в н.п. Пятилетка и жалобы местного населения в ходе общественных слушаний свидетельствуют о неблагоприятной акустической ситуации и необходимости поиска решения вопроса путем усиления контроля за соблюдением установленных полос подходов.

С учетом того, что основным рабочим направлением проектируемой полосы является курс 131° (согласно задания на проектирование), удельный вес самолетовылетов по курсу 311° составит ориентировочно 25 % и при реализации установленных запретов и ограничений эксплуатации проектируемой полосы условия для выполнения допустимых значений уровней шума в границах н.п. Пятилетка согласно допустимым требованиям для зоны В, регламентируемыми «Рекомендациями по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет «Оценка воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной деятельности» по объекту «Строительство в Национальном аэропорту «Минск» второй искусственной взлетно-посадочной полосы», том 1.

2. Оценка шумового загрязнения территорий поселений, находящихся в зоне влияния аэродромов, Сазонов Э.В., Сухорукова И.А.

УДК 629.7.016.82

М.В. Кондалов, Д.Р. Булатов

Военный учебный научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЗАКОНЦОВ КРЫЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОГО САМОЛЕТА

Дальность и продолжительность полета являются важнейшими летно-техническими характеристиками самолета. Для увеличения дальности и продолжительности полета может быть применен ряд конструктивных мероприятий. Одним из способов улучшения летно-технических характеристик предлагается внести конструктивные изменения – установить на конце крыла вертикальные законцовки (концевые шайбы).

Наиболее существенно уменьшение скосов потока, вносимое шайбами, сказывается на изменении индуктивного сопротивления системы «крыло шайбы». Так, рассмотрение индуктивных полей показывает, что при установке шайб индуктивное сопротивление крыла уменьшается. С увеличением подъемной силы крыла эффективность законцовки увеличивается.

В данной работе расчет аэродинамических характеристик проводился методом дискретных вихрей (МДВ) с замкнутыми вихревыми рамками [1]. Он позволяет с достаточной для инженерных разработок точностью решать широкий спектр задач обтекания от простейших линейных и плоских до моделирования отрывного нестационарного обтекания сложных пространственных компоновок.

При расчете МДВ крыло представлялось в виде бесконечно тонкой пластины с расположенными на ней 1080 вихревыми особенностями. Построение модели крыла, осуществляется в AutoCAD. Исходя из разнообразия конечных шайб устанавливаемых на современные самолеты, были построены несколько расчетных схем моделей крыла самолета Ил-76 изображенных на рисунке 1. При разработке расчетной вихревой модели крыла учитывались все геометрические параметры, включая форму профиля, геометрическую крутку и угол поперечного V крыла.

Верификация расчетных моделей крыла показала допустимую погрешность результатов расчетов с исходными характеристиками самолета [2]. На рисунке 2 и изображены соответственно поляры первого рода и зависимости аэродинамического качества от угла атаки, рассчитанные МДВ и исходного самолета Ил-76 [2].

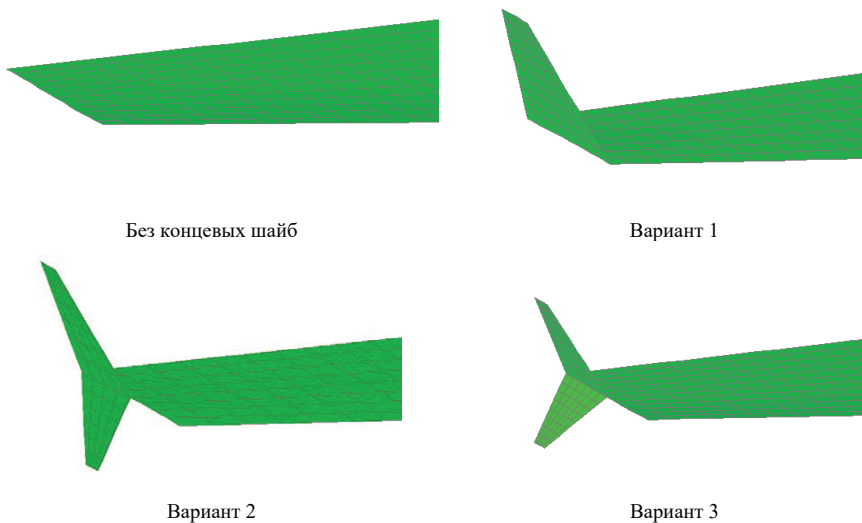


Рисунок 1 – Расчетные модели конечных шайб

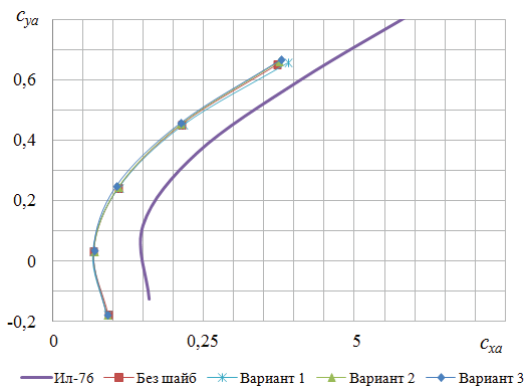


Рисунок 2 – Зависимость $c_{ya} = f(c_{xa})$

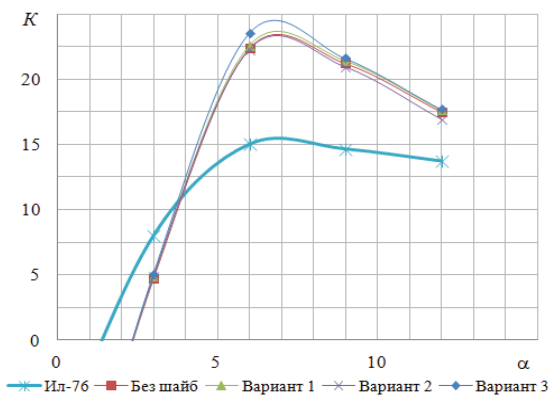


Рисунок 3 – Зависимость $K = f(\alpha)$

Анализ графиков, изображенных на рисунках 2 и 3 показал, что при установке концевых шайб аэродинамическое качество K крыла самолета возрастает. Коэффициент K у концевых шайб «Вариант 3» выше чем при использовании других законцовок крыла и без них.

Таким образом, установка вертикальных законцовок влияет на снижение индуктивного сопротивления и как следствие на увеличение аэродинамического качества, которое положительно влияет на дальность и продолжительность полета [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аубакиров Т.О., Белоцерковский С.М., Желанников А.И., Ништ М.И. Нелинейная теория крыла и ее приложения. – Алматы: “Гылым”, 1997.
2. Верещиков Д.В., Салтыков С.Н. Самолет Ил-76. Аэродинамика и динамика полета: Учебное пособие. Иркутск. ИВАИИ. 2002 г.
3. Аэромеханика. Под ред. А.И. Желанникова. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2007 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА СТРЕЛОВИДНОСТИ КРЫЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧЕБНО-БОЕВОГО САМОЛЕТА

Развитие маневренных самолетов и динамика изменений требований к ним убеждает в том, что разработка перспективных самолетов этого класса в настоящее время сопряжена с решением задач аэродинамического проектирования повышенной сложности. Эта особенность современного этапа в развитии авиации выдвигает проблему поиска и совершенствования методов аэродинамического проектирования в число наиболее актуальных.

Современные учебно-тренировочные самолеты должны обеспечить эффективное обучение летного состава на имеющихся и перспективных боевых самолетах [1]. Для этого они должны обладать высокими показателями безопасности и маневренности в широком диапазоне режимов. Во многом, летные свойства самолета зависят от уровня аэродинамического качества.

Поэтому, актуальной задачей направленной на повышение аэродинамического качества, является поиск новых путей его увеличения.

Это может быть достигнуто следующими способами [2]:

- увеличением несущих свойств летательного аппарата;
- уменьшением сопротивления трения;
- уменьшением волнового сопротивления;
- уменьшением сопротивления выступающих частей и сопротивления интерференции.

Исследование влияния геометрических характеристик крыла на аэродинамические характеристики самолета позволит найти новые способы увеличения аэродинамического качества, что является одним из первых требований по улучшению летно-технических характеристик самолета.

Изменение угла стреловидности может привести как к увеличению, так и к уменьшению аэродинамического качества, вследствие однозначного изменения подъемной силы и силы лобового сопротивления.

Для расчета коэффициента аэродинамического качества при различных вариантах геометрических характеристик крыла применена инженерная методика, разработанная на кафедре аэродинамики и динамики полета ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского.

С целью исследования способов увеличения аэродинамического качества учебно-боевого самолета Як-130 рассчитаны аэродинамические характеристики учебно-боевого самолета при увеличении и уменьшении угла стреловидности на 5 и 10 градусов.

В результате проведенных расчетов была получена следующая зависимость, изображенная на рисунке 1.

Из графика видно, что на дозвуковых скоростях полета самолет с меньшим углом стреловидности обладает более высокими значениями аэродинамического качества, а на сверхзвуковых – с большим углом стреловидности.

Расчет дальности $L_{г.п.}$ и продолжительности горизонтального $t_{г.п.}$ полета производится суммированием пути и времени полета при выгорании топлива [3]:

$$L_{г.п.} = \sum_{i=1}^n \frac{G_{г.п.i}}{q_{срi}}, \quad t_{г.п.} = \sum_{i=1}^n \frac{G_{г.п.i}}{C_{\eta i}}$$

где $G_{г.п.}$ – масса топлива расходуемая в горизонтальном полете;

q – километровой расход топлива;

C_{η} – часовой расход топлива.

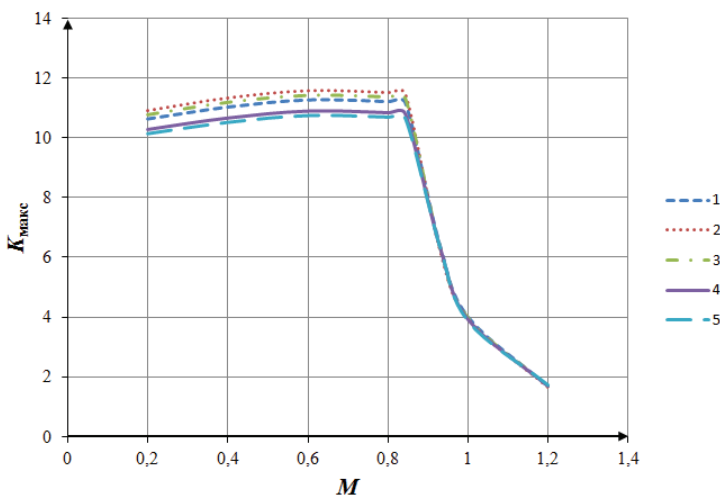


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента K_{\max} самолета от числа M полета при различных вариантах самолета Як-130

Исходный самолет угол стреловидности $\chi=31$

Самолет с уменьшенным углом стреловидности $\chi=21$

Самолет с уменьшенным углом стреловидности $\chi=26$

Самолет с увеличенным углом стреловидности $\chi=36$

Самолет с увеличенным углом стреловидности $\chi=41$

Анализ зависимостей показал, что максимальным аэродинамическим качеством обладает самолет с меньшим углом стреловидности. При полете на трансзвуковых и сверхзвуковых скоростях полета – с большим.

Таким образом, для увеличения дальности и продолжительности полета учебно-боевого самолета необходимо уменьшать угол стреловидности УБС, при этом необходимы дополнительные исследования влияния изменения крейсерской скорости полета на расходные характеристики силовой установки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Самолет Як-130УБС. Аэродинамика и летные характеристики/ Е.Д. Икрянников, А.С. Иско, С.В. Левицкий и др. под редакцией В.А. Подобедова и К.Ф. Поповича. М.: Машиностроение, 2015г, 348с.

2. Аэромеханика. А.И. Желанников, Б.С. Крицкий и др. учебник под редакцией А.И. Желанникова. М: ВВИА, 2006 г, 369 с.

3. Левицкий С.В. Свиридов Н.А. Динамика полета: учебник для слушателей и курсантов Военно-воздушной инженерной академии имени проф. Н.Е Жуковского / под ред. С.В. Левицкого – М: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. 572 с.

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОШИБОК ДАТЧИКА ПРИБОРНОЙ СКОРОСТИ

Воздушная скорость полета является одним из основных параметров подлежащих подробному анализу при проведении объективного контроля (ОК) полетов воздушных судов (ВС). Измеренные значения от датчика приборной скорости (ДС) регистрируются в бортовом устройстве регистрации параметров полета (БУР). По зарегистрированным значениям приборной скорости происходит анализ действий летного состава по пилотированию и боевому применению ВС.

Однако в измеренных и зарегистрированных значениях приборной скорости присутствуют ошибки, которые не учитываются при ОК. Оценку оценивание данных ошибок предлагается производить при помощи алгоритмов оптимального оценивания основанных на теории калмановской фильтрации, по значениям, зарегистрированным в БУР и дешифрованным в автоматизированной системе обработки полетной информации (АСОПИ).

Математическая модель ДС может быть представлена в виде:

$$\dot{V}_{ан} = V + \Delta V_{ан} + \dot{V}_{ан} \dot{O} + \xi_{ан}, \quad (1)$$

где: $V_{дс}$ – измеренное значение приборной скорости;

V – истинное значение измеряемой приборной скорости;

$\Delta V_{дс}$ – постоянная или медленно изменяющаяся ошибка ДС (обусловлена постоянными инструментальными погрешностями);

$\dot{V}_{дс} T$ – динамическая ошибка;

T – постоянная времени (обусловлена запаздыванием передачи статического давления по магистралям ПВД).

$\xi_{дс}$ – флуктуационная ошибка ДС (обусловлена турбулентностью атмосферы);

Динамический процесс измерения приборной скорости можно представить в виде:

$$x_{i+1} + Cx_i = 0, \quad (2)$$

где $x_i^T = [V, \Delta V_{дс}]^T$ – вектор состояния;

C – матрица коэффициентов.

Вектор наблюдения (измерения) приборной скорости имеет вид:

$$z_{i+1} = Dx_{i+1} + \xi_{zi}, \quad (3)$$

где: z_i – измеренное значение приборной скорости ДС;

ξ_{zi} – шумовые погрешности, представляющие собой независимые белые гаусовские последовательности с диагональной матрицей интенсивностей;

D – матрица коэффициентов размерности $(n-1) \cdot n$;

При этом оценивающий дискретный фильтр запишется в виде [1]:

$$\hat{x}_{i+1} = \hat{x}_i + K_{\Phi(i+1)}(z_{i+1} - D\hat{x}_i), \quad (4)$$

$$K_{\Phi(i+1)} = R_{i+1} D^T (DR_{i+1} D^T + S_z), \quad (5)$$

$$R_{i+1} = R_i - R_i D^T (DR_i D^T + S_z)^{-1} DR_i, \quad (6)$$

где: R_i – ковариационная матрица ошибок;

$K_{\Phi(i+1)}$ – матрица оптимальных коэффициентов усиления;

Вычисления начинаются с первого шага, для которого должны быть заданы $x_{(0)}$ и R_0 равной ковариационной матрице оцениваемого вектора x в начальный момент.

По рекуррентному выражению (6) вычисляется ковариационная матрица оценивания R_{i+1} . Матрица R_{i+1} и известные матрицы D и S_z подставляются в (5) и определяются коэффициенты матрицы $K_{\Phi(i+1)}$. При этом осуществляется обращение матрицы $DR_i D^T + S_z$ размера $m \times m$. Далее, по известным \hat{x}_i , $K_{\Phi(i+1)}$, D и поступившим значениям измеренной скорости от ДС (z_{i+1}) вычисляются оценки \hat{x}_{i+1} по выражению (4).

На этом цикл одного шага заканчивается, и осуществляется переход к следующему шагу.

На выходе оценивающего фильтра формируются оценки приборной скорости и постоянной ошибки датчика, обусловленной инструментальными погрешностями.

Таким образом, применение алгоритмов фильтрации позволяет получить оценку постоянной составляющей ошибки датчика, обусловленной инструментальными погрешностями. Определение допустимых порогов отклонения ошибки дает возможность принятия решения о необходимости проведения тарировочных работ или замене датчика.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Крассовский А. А. Пилотажно-навигационные комплексы / А. А. Крассовский. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1975. – 183 с.

УДК 629.7

Д.А. Корсун

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь» **ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БЛОКОВ ТОПЛИВОМЕРНО-РАСХОДОМЕРНЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Одновременно с появлением летательных аппаратов (ЛА) появилась необходимость в индикации запаса топлива на борту. Точное определение количества топлива необходимо по соображениям безопасности полета, а также для обеспечения максимальных дальности и продолжительности полета. Ко всему прочему, необходимо, чтобы при эволюциях самолета в полете топливомерно-расходомерная система (СТР) отображала достоверную информацию. Управление, контроль и сигнализация о выработке топлива осуществляется электроавтоматикой системы СТР. Помимо выполнения этих задач, СТР предусматривает широкие связи с бортовыми устройствами регистрации, автоматизированными системами контроля и наземными пунктами управления воздушного движения, выдают информацию о располагаемой дальности и продолжительности полета в пилотажно-навигационные комплексы. На рисунке 1 представлена структурная схема системы СТР5-2, установленной на самолетах типа Су-25 [1].

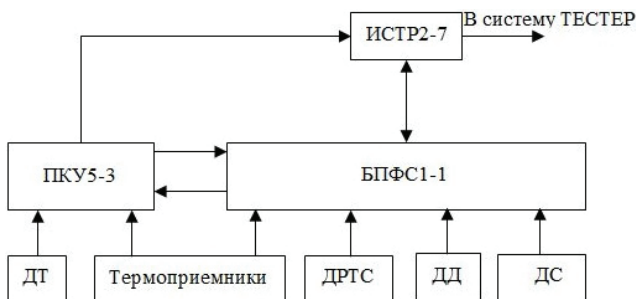


Рисунок 1 – Структурная схема системы СТР5-2

ПКУ – пульт контроля управления; БПФС – блок преобразования и формирования сигналов; ИСТР - индикатор СТР; ДТ – датчики топливомера; ДРТС – датчик расхода топлива суммирующий; ДД – датчики давления; ДС – датчики давления

Анализ надежности авиационной техники, проведенный в авиационных частях, показал, что отказы блоков системы СТР являются достаточно частыми явлениями, нередко приводящими к авиационным инцидентам. Процентное отношение отказов систем СТР в сравнении с другими системами авиационного оборудования (АО) представлено на рисунке 2.

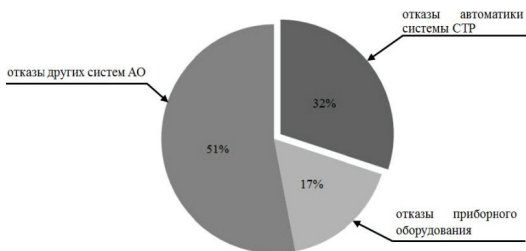


Рисунок 2 – Статистика отказов систем АО

Блоки системы СТР выполнены на элементах радиоэлектроники (ЭР), размещенных на печатных платах (ПП). Отказы ЭР приводят к выходу рабочих параметров ЭБ за допустимые пределы и, как следствие, к отказу блока в целом. В результате исследований были проанализированы основные причины отказов ЭР блоков СТР (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики основных отказов ЭР блоков СТР

Элемент	% от общего числа отказов	Вид отказа	Причины
Резисторы	9	Обрыв Короткое замыкание	Перегорание токопроводящего слоя; нарушение контакта в узле, соединяющем токопроводящий слой с выводами
Конденсаторы	35	Пробой диэлектрика Поверхностные разряды Обрывы выводов	Высыхание электролита; предельные режимы работы; вибрации самолета
Полупроводниковые приборы	46	Внезапные отказы	Несовершенство технологии производства
		Постепенные отказы	Изменением состояния поверхности полупроводника, приводящего к увеличению обратных токов и уменьшению коэффициента усиления по току у транзисторов

По статистике самыми ненадежными в блоках БПФС системы СТР являются диоды типа 2Д106А. Основной проблемой при эксплуатации является сложность диагностирования отказов СТР. Для диагностики технического состояния печатных плат электронных блоков АО в группах комплексной диагностики и ремонта авиационного оборудования используется контрольно-диагностическая система «Вектор». Главный недостаток системы «Вектор» заключается в том, что диагностирование возможно только при наличии разработанной заранее технологической карты с полем координат для конкретной ПП. Для поиска неисправностей других ПП требуется составление отдельных технологических карт, что определяет сложность применения системы «Вектор».

В связи с этим необходимо использовать системы диагностирования, позволяющие проводить тестовое диагностирование блоков системы СТР в автоматизированном режиме. Один из подходов к организации диагностирования электронных блоков изложен в [2]. Так же поиск неисправностей ПП блоков системы СТР может осуществляться при анализе структурной надежности блоков (поиск ненадежных ЭР ПП) с учетом методики представленной в [3].

Ко всему прочему, решить проблему диагностирования блоков системы СТР возможно путем замены существующей аналоговой схемы на цифровую, что позволит производить автоматический самоконтроль системы. Однако внедрение такой системы и организация ее серийного производства для самолетов 3 поколения крайне затруднительны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сытник, К.Г. Топливомерно-расходомерные системы / К.Г. Сытник. – Минск: ВАРБ, 2001. – 73 с.

2. Корсун, Д.А. Повышение достоверности тестовой диагностики блоков электронной автоматики воздушных судов / Д. А. Корсун, А. А. Шейников, Ю. В. Суходолов // Проблемы обеспечения надежности технических систем: материалы IX науч.-техн. сем. ВАРБ, Минск, 16 ноября 2018 г. / УО «ВАРБ». – Минск, 2019. – С. 56–59.

3. Корсун, Д.А. Оценка влияния внешних воздействующих факторов на безотказность блоков авиационного оборудования в процессе летной эксплуатации по данным объективного контроля / Д. А. Корсун, А. А. Шейников, А. А. Санько // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2019. – № 3. – С. 86–93.

УДК 629.7

С.А. Коршак, В.Р. Вашкевич

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

НЕЙРОСИНТАКСИЧЕСКИЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ФИГУР ПИЛОТАЖА САМОЛЕТА

Целью современного подхода к решению проблемы повышения безопасности полетов (БП) является своевременное выявление факторов опасности (ФО) и потенциальных причин возникновения авиационных событий (АС) для принятия необходимых управляющих воздействий.

Согласно Концепции обеспечения безопасности полетов государственной авиации Республики Беларусь, своевременное выявление, устранение (ослабления влияния) ОФ, предлагается осуществлять путем постоянного мониторинга безопасности выполнения каждого отдельного полета.

В настоящее время в соответствии с [1], оценка соблюдения условий безопасности летчиком (экипажем) производится после выполнения каждого полетного задания по материалам объективного контроля путем анализа полетной информации. Выполнение анализа в основном происходит вручную, это связано с тем, что существующие автоматизированные программы, основанные на детерминированных логических методах контроля, не позволяют точно определять необходимые сечения для проведения контроля. В свою очередь ручной анализ полетной информации ведет к субъективной оценке в отношении конкретного летчика (экипажа) и значительным временным затратам.

Для автоматизации оценки соблюдения условий безопасности необходим контроль отработки всех элементов (фигур пилотажа), указанных в полетном задании. Решение этой задачи невозможно без автоматизированной классификации типовых элементов полета и фигур пилотажа на сигналограмме. Сложность классификации заключается в том, что класс фигуры пилотажа определяется не по мгновенным значениям пилотажных параметров, а по взаимосвязанным параметрам на протяжении некоторого промежутка времени.

Описанный ранее классификатор элементов взлета самолета, основанный на нейронной сети (НС) прямого распространения с линией задержки [2], для определения класса фигур пилотажа (вираж, пикирование, петля Нестерова и т. д.) не пригоден по причине их различной протяженности во временной области, что приводит к невозможности выбора оптимальной структуры НС.

Проведенный анализ показал, что все фигуры пилотажа можно представить в виде определенной последовательности движений самолета в пространстве, которые будут определяться по мгновенным значениям параметров [3]. Например, (рисунок 1), пикирование – снижение прямое (1–2); петля Нестерова – набор высоты прямой (3–4) и перевернутый (4–5), снижение перевернутое (5–6) и снижение прямое (6–3).

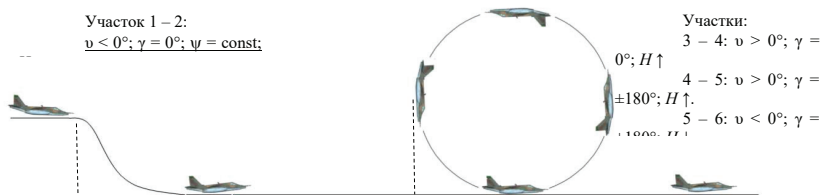


Рисунок 1 – Траектория полета самолета при выполнении фигур пилотажа
 а – пикирование; б – петля Нестерова

Задачу определения класса фигур пилотажа предлагается решать в два этапа:

На первом этапе осуществляется отнесение объекта распознавания $O = \overline{x_1}, \overline{x_2}, \dots, \overline{x_n}$, представленного совокупностью данных пилотажных параметров к одному из классов множества, $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ нейросетевым методом классификации, m – общее количество пространственных движений, описывающих типовые фигуры пилотажа.

На втором – непосредственно определение класса фигур пилотажа $C = \{C_1, C_2, \dots, C_q\}$ по последовательности S синтаксическим методом классификации, n – общее количество типовых фигур пилотажа.

Такая последовательность действий позволяет назвать метод классификации – нейросинтаксическим.

В результате исследования установлено [3], что вероятность истинно положительной классификации P_k типовых фигур пилотажа самолета Су-25 с использованием нейросинтаксического метода классификации составила более 0,91. Вероятность ошибки I рода (ложное определение фигуры) не превысила 0,025 на тестовой выборке, обусловлена сбойными кадрами записей БУР. Вероятность ошибки II рода (пропуск события) не превысила 0,09 и обусловлена срывом классификации из-за неправильного выполнения фигуры.

Автоматизация процесса классификации элементов и фигур пилотажа по сигналограмме позволит оперативно отслеживать ошибки летного состава, своевременно проводить корректировку полетного задания и таким образом снизить вероятность авиационных происшествий по вине летного состава.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авиационные правила объективного контроля полетов государственной авиации Республики Беларусь: утверждены постановлением МО РБ от 01.11.2004 № 59. – Минск, 2004.
2. Коршак, С. А. Классификация элементов взлета самолета по материалам объективного контроля с использованием нейронных сетей / С. А. Коршак, В. Р. Вашкевич // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2018. – №3. – С. 61-68.
3. Коршак, С. А. Классификация элементов и фигур пилотажа самолета с использованием комбинирования нейросетевого и синтаксического методов / С. А. Коршак, В. Р. Вашкевич // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2019. – №2. – С. 79–89.

УДК 629.7

В.А. Красковский, М.С. Альховик

Белорусская государственная академия авиации

ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Одним из наиболее ответственных этапов полета воздушного судна (ВС) является этап захода на посадку. Обеспечение данного этапа полета осуществляется радиотехническими средствами обеспечения полетов (РТО). Однако конечный этап захода на посадку всё ещё остается визуальным. Светотехническое оборудование обеспечивает визуальный контакт со взлетно-посадочной полосой (ВПП). Чем раньше произойдет визуальный контакт с ВПП, тем больше времени у пилотов устранить имеющиеся погрешности захода на посадку. Это наиболее существенно для тяжелых и высокоскоростных ВС.

Данный этап полета ВС вызывает у пилотов наибольшие эмоционально-психологические нагрузки. Именно поэтому большое количество происшествий приходится на этап посадки воздушного судна.

В настоящее время традиционные курсо-глиссадные системы работают следующим образом: на начальном этапе захода на посадку радиомаячные системы обеспечивают формирование курса и глиссады, а уже светосигнальная наземная аппаратура обеспечивает завершающий этап посадки.

Существующие светосигнальные системы аэропортов имеют большая стоимость. Как следствие, только около 30 % аэропортов зарубежных стран оборудованы указанными системами. Это значит, что посадка в оставшихся 70 % аэропортов ограничена временем суток.

Решением этих проблемы является применение визуальных лазерных систем посадки.

Обычное световое излучение характеризуется низкой проникаемостью через поглощающие и рассеивающие среды. Этому недостатка лишено лазерное излучение. Это, в свою очередь, позволяет обеспечить обнаружения данного излучения на дальности в 3–4 раза большей, чем метеорологическая дальность видимости. Для сравнения, дальность обнаружения огней повышенной видимости, которые используются в современных светотехнических системах аэропортов, обеспечивает дальность обнаружения не менее чем в 2 раза. Еще одним преимуществом источников лазерного излучения, по сравнению с традиционными, является более высокий КПД [1].

На сегодняшний день, можно выделить две группы лазерных систем посадки: система визуальной посадки с использованием рассеянного лазерного луча (рисунок 1) и система визуальной посадки прямого видения (рисунок 2).

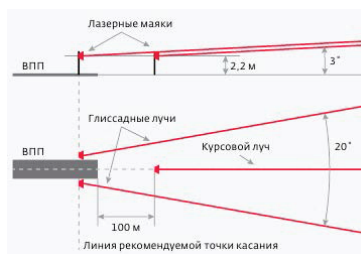


Рисунок 1 – Способ расположения маяков лазерной системы первого типа.

В лазерной системе первого типа используются полупроводниковые инжекционные лазеры. В основу функционирования данной курсо-глиссадной системы заложен принцип рассеивания узконаправленного луча лазера в атмосфере. В итоге пилот ВС будет наблюдать лазерный луч, который будет выделяться на фоне окружающего пространства. Система этого типа будет формировать 3 луча: два из них будут обеспечивать полет по курсу, а третий – полет по глиссаде.

В лазерной системе второго типа применяются полупроводниковые лазеры с электронной накачкой. Данная система формирует в зоне посадки световые зоны желтого, зеленого и красного цветов. Каждая зона характеризуется своими угловыми размерами и геометрической формой [2].

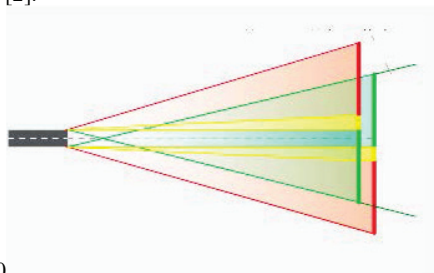


Рисунок 2 – Зона посадки лазерной системы второго типа.

Выводы

Традиционные системы посадки имеют ряд существенных недостатков, которых лишены лазерные системы визуальной посадки. В связи с этим есть необходимость вести активные работы по совершенствованию уже имеющихся и разработке новых лазерных систем визуальной посадки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зуев, В.Е. Лазерные навигационные системы / В.Е. Зуев, В.Я. Фадеев. – М.: Радио и связь, 1987. – 160 с.
2. Лазерная система всепогодной посадки самолетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/>. – Дата доступа: 08.10.2019.

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D
НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕМЕНТОВ КРЫЛЬЕВ РАЗЛИЧНОЙ СТРЕЛОВИДНОСТИ**

Влияние типа кессона на напряженно-деформируемое состояние конструкции является важным вопросом наряду с проектированием и определением рациональных параметров элементов сечения крыла. Необходимо понимать отличие картины распределения напряжений в прямом и стреловидном кессоне, связанной с возникновением дополнительных напряжений, влияющих на надежность конструкции.

Целью исследования является оценка результатов прочностного расчета в системе КОМПАС-3D на примере расчета напряженно-деформированного состояния элементов крыльев различной стреловидности и визуализации результатов этих расчетов.

Объектами моделирования при определении напряжений являлись кессоны прямого и стреловидного крыла. Исследование проводилось на упрощенных моделях, каждая из которых представляла собой двухлонжеронный кессон постоянного поперечного сечения, имеющий вид прямоугольника. Нервюры расположены перпендикулярно лонжеронам. Модель симметрична относительно срединной плоскости. Продольные и поперечные элементы каркаса, а также обшивка выполнены из алюминиевого сплава Д16Т. Для выполнения расчета в КОМПАС-3D были созданы упрощенные модели кессонов прямого и стреловидного крыла, приведенные на рисунке 1.

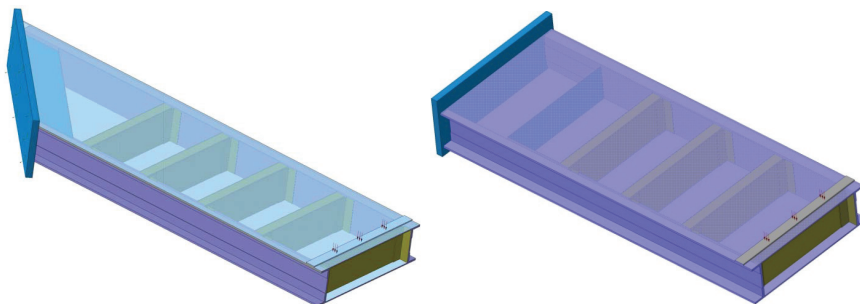


Рисунок 1 – Модель прямого и стреловидного кессонов

Для решения различных задач механики деформируемого твердого тела, в частности, для выполнения экспресс-расчетов на прочность на этапе 3D-проектирования конструкции использовался метод, заключающийся в разбиении твердотельной модели на конечное число элементов, составлении и последующем решении системы линейных алгебраических уравнений. В Компас-3D для этих целей предназначена прикладная библиотека APM FEM, в состав которой входят инструменты подготовки моделей к расчёту, задания граничных условий и нагрузок, а также встроенные генераторы конечно-элементной сетки и постпроцессор. Данный функциональный набор позволяет смоделировать твердотельный объект и комплексно проанализировать поведение расчётной модели при различных воздействиях с точки зрения статики, собственных частот, устойчивости и теплового нагружения.

Для создания конечно-элементного представления объекта в APM FEM предусмотрена функция генерации КЭ-сетки, при вызове которой происходит соответствующее разбиение объекта с заданным шагом. Если созданная расчетная модель имеет сложные неравномерные геометрические переходы, то может быть проведено так называемое адаптивное разбиение. Для того, чтобы результат процесса был более качественным, генератор КЭ-сетки автоматически (с учетом заданного пользователем максимального коэффициента сгущения) варьирует величину шага разбиения.

В результате проведенного расчета была получена картина распределения напряжений в прямом и стреловидном кессонах, показанная на рисунке 2 и 3 соответственно.

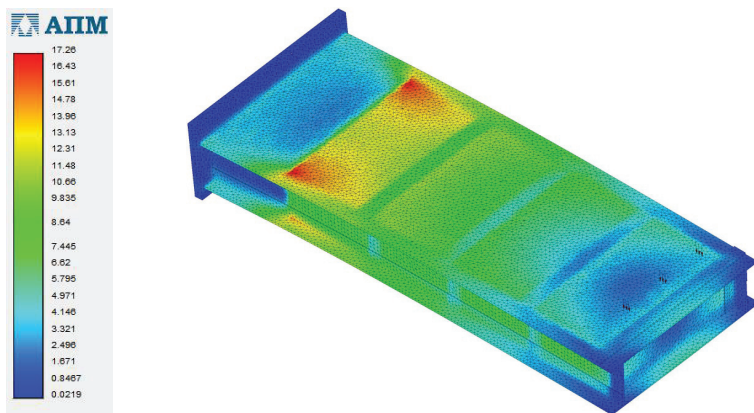


Рисунок 2 – Распределение напряжений в прямом крыле

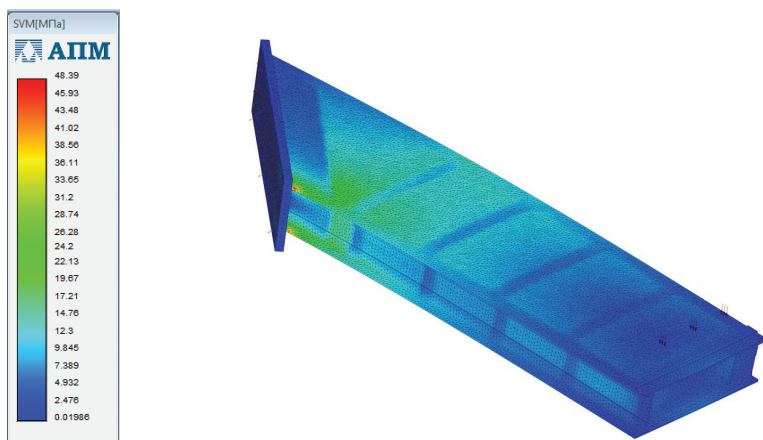


Рисунок 3 – Распределение напряжений в стреловидном крыле

Анализ результатов расчета методом конечных элементов кессонов прямого и стреловидного крыла позволил сделать выводы о том, что данный расчет позволяет получить визуальную картину распределения напряжений, определить величину главных напряжений в различных сечениях крыла и произвести расчет эквивалентного напряжения (напряжения по Мизесу), но не позволяет определить направление главных напряжений и напряжения относительно строительной оси рассматриваемой модели (относительно выбранной системы координат). Таким образом, для более глубокого анализа НДС элементов необходимо определять величину и направление напряжений с помощью эксперимента. Однако, применение прочностного анализа методом конечных элементов значительно быстрее и проще позволяет получить предварительную картину распределение напряжений и деформаций в случае анализа сложных конструкций и схем нагружений, решение которых классическим методом оказывается весьма трудоемким.

**ДАТЧИК УГЛА АТАКИ ДЛЯ ВЫСОКОМАНЕВРЕННОГО
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Современный воздушный бой характеризуется интенсивным маневрированием летательных аппаратов (ЛА) при значительном изменении высот и скоростей полета. Тенденции развития современного самолетостроения связаны с повышением показателей маневренности ЛА, что приводит к необходимости решения актуальной задачи измерения параметров движения ЛА во всем диапазоне их изменения для их дальнейшего использования, в том числе, в системах автоматического управления полетом (САУ). Например, для установленных на ЛА датчиков аэродинамических углов типа ДАУ-72 различных модификаций диапазон измерения углов атаки и скольжения находится в пределах от -30° до $+70^\circ$, что ограничивает их применение при выполнении маневров, например, на закритических углах атаки. При этом необходимо учитывать, что все современные САУ являются цифровыми и, следовательно, получение измеряемой информации в бинарном виде позволит повысить быстродействие и точность ее обработки за счет отсутствия необходимости аналого-цифрового преобразования полученной информации и, соответственно, исключения ошибок квантования по уровню и по времени [1].

В существующих измерительных схемах датчиков аэродинамических углов принцип получения значения местного угла атаки α_m основан на измерении угла поворота флюгарки при изменении взаимного положения направления вектора воздушной скорости ЛА и его продольной строительной оси. Значение α_m пропорционально измеряемому напряжению на потенциометре балансного моста, что накладывает дополнительные инструментальные погрешности за счет существенного изменения электрического сопротивления потенциометра при значительном изменении температуры в ходе выполнения полета ЛА [2].

В докладе предлагается способ измерения местного угла атаки ЛА α_m датчиком флюгерного типа в полном диапазоне $\pm 180^\circ$ с использованием кодирующих дисков, нашедших широкое применение в цифровых измерителях углового положения [3]. Принцип получения значения угла поворота флюгарки ДАУ на кодирующих дисках показан на рисунке 1.

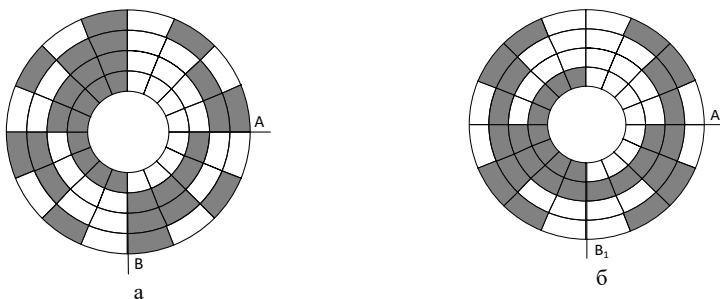


Рисунок 1 – Кодирование углов 4-х разрядным кодирующим диском:
а – стандартное кодирование; б – кодирование в коде Грея

На рисунке 1 а, б сектора с заливкой соответствуют единичному значению выходного сигнала. Внешние сектора на рисунке 1а при стандартном кодировании имеют вес единицы, следующий сектор по направлению к центру кодируется двойкой, далее – 4 и 8 соответственно. Особенностью такого кодирования является наличие точек грубых ошибок на границах некоторых углов, например, в точках А и В на рисунке 1 а. В данных точках

возникает неопределенность получения сигнала, так как ползунки токосъемника могут находиться на границе двух секторов. Так в точке А при значении $\alpha_m = 45^\circ$ можно получить двоичные значения угла равные 0011₂, 0100₂ или 0111₂, в точке В значения 0111₂, 1000₂ или 1111₂, что является недопустимым при дальнейшем использовании полученных значений. Это связано с тем, что двоичные числа в стандартной кодировке 8–4–2–1 имеют значения кодовых расстояний больше единицы, как это показано в таблице 1.

Указанных ошибок можно избежать, используя кодирующие диски в "невесовых" кодах Грея, у которых каждое следующее число отличается от предыдущего на один двоичный разряд, как это показано на рисунке 1 б. Так в точке А₁ двоичные значения угла могут принимать значение равные 0010₂ или 0110₂ (таблица 1), в точке В₁ – значения 0100₂ или 1100₂, то есть не допускается альтернативных значений [3].

Таблица 1 – Кодирование десятичных цифр

Десятичная цифра	Бинарный код 8–4–2–1				Код Грея			
	V ₃	V ₂	V ₁	V ₀	G ₃	G ₂	G ₁	G ₀
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0
				...				
14	1	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	1	1	1	0	0	0

Однако, в связи с тем, что коды Грея не являются весовыми кодами, в которых каждому разряду соответствует десятичный эквивалент, необходимо выполнить переход от числа в коде Грея к целому двоичному числу по следующему логическим формулам:

$$B_i = G_i \oplus G_{i+1} \oplus \dots \oplus G_{n-1}, \quad i = 0, 1, 2, \dots,$$

где i – номер разряда;

n – количество разрядов двоичного числа (длина разрядной сетки числа);

\oplus – операция сложения по модулю 2 (исключающее ИЛИ).

Схемная реализация полученных соотношений для четырехразрядного устройства представлена на рисунке 2.

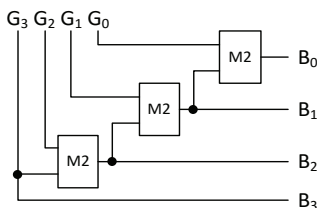


Рисунок 2 – Схема 4-х разрядного преобразователя из код Грея в двоичное число

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бортовые цифровые вычислительные устройства и машины: учебник для слушателей и курсантов вузов ВВС. Под ред. Б.О. Качанова. М.: ВВИА, 2008. 603 с.
2. Авиационные приборы и измерительные системы: учебник для вузов гражданской авиации. / В.Г. Воробьев, В.В. Глухов, А.Л. Грохольский и др. Под ред. В.Г. Воробьева. – М.: Транспорт, 1981, 391 с.
3. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника 3-е издание, учебное пособие. СПб.: «БХВ-Петербург», 2010. 816 с.

РАЗРЯДНИК ЗАЩИТЫ ПРИЕМНИКА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПЛАЗМООБРАЗОВАНИЕМ

Задача, решаемая ограничителями мощности СВЧ, заключается в обеспечении двух условий:

- практически беспрепятственной передачи со входа ограничителя на его выход СВЧ сигнала небольшой амплитуды без существенных затуханий;
- заглубление (ограничение) амплитуды колебаний при превышении СВЧ сигналом заданного порогового значения.

Эквивалентная схема ограничителей мощности соответствует нелинейному четырёхполоснику, параметры которого определяются энергетикой подводимого сигнала.

В практических схемах защиты приёмника часто используют газовый разрядник, который является волноводным электровакуумным прибором (рисунок 1), выполненным в виде отрезка прямоугольного волновода, длина которого выбирается равной $3\lambda/4$. Вход и выход разрядника закрыты резонансными диафрагмами и герметизированы высококачественным диэлектриком. Между резонансными диафрагмами на удалении $\lambda/4$ по оси волновода располагают две пары электродов конусного типа.

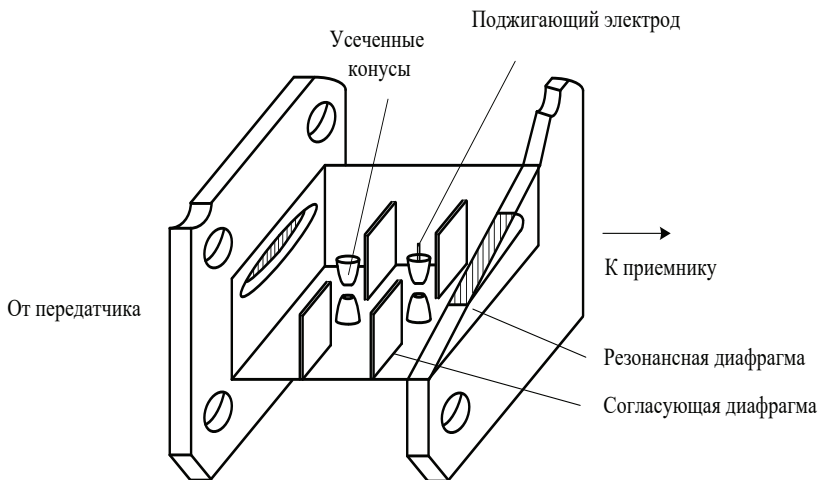


Рисунок 1 – Разрядник защиты приемника с управляемым плазмообразованием

В случае отсутствия разряда они эквивалентны емкости. Для согласования данных емкостей возле них устанавливают индуктивные диафрагмы. В совокупности конусные электроды и индуктивные диафрагмы образуют резонансный контур. В целом при отсутствии разряда разрядник представляет собой полосно-пропускной фильтр в виде четырех связанных резонансных контуров. Полоса пропускания разрядника достаточно широкополосная и составляет $5\div 10\%$. При наличии мощного зондирующего импульса между конусными электродами автоматически происходит разряд с образованием ионизированной плазмы. Механизм её образования следующий. Поджигающие электроды подключаются к источнику постоянного тока, функции которого выполняет подмодулятор. При формировании импульса запуска передатчика с подмодулятора подается импульс поджига, на потенциал которого настраивается порог срабатывания разрядника, в результате чего

между поджигающими электродами образуется тлеющий разряд, поддерживаемый за счёт ионизации газа, заполняющего разрядник. В случае прохождения со стороны входа разрядника мощного зондирующего импульса возникает второй разряд в поджигающем электроде с последующим пробоем второй пары конусообразных электродов, находящихся в максимуме электрического поля. Далее наступает пробой второй резонансной диафрагмы, которая и отключает приёмник от антенны.

Выводы.

1. К главным техническим характеристикам разрядников защиты приёмников относят потери в дуге плазмообразования, время срабатывания разрядника защиты приёмника (10^{-8} с) и время его восстановления (10^{-6} с) в исходное состояние.

2. Разрядники защиты приёмника, на основе управляемого плазмообразования, получили массовое распространение и широко применяются в системах защиты приёмных каналов практически всех существующих радиолокационных станций. Устанавливаются они непосредственно на входе высокочастотной части приёмного канала, имеют относительно низкий порог срабатывания за счёт использования поджигающего электрода и высокие показатели надёжности.

3. К недостаткам существующих разрядников защиты приёмника следует отнести временную избирательность работы. Они работают только во время излучения зондирующего импульса передатчика. Применение их в системах молниезащиты авионики воздушных судов и в устройствах защиты от преднамеренных и непреднамеренных помех в настоящее время не реализовано.

4. Недостаток временной избирательности работы разрядника защиты приёмника устраняется использованием комбинированного СВЧ и лазерного излучения при управляемом плазмообразовании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разрядник в электротехнике // Академик [Электронный ресурс] – 2016. – Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron www.findpatent.ru Дата доступа 19.05.2019.

2. Мак-Доналд А. Сверхвысокочастотный пробой в газах // М.: Мир, 1969. – 212 с.

УДК 621.3

Э.Ж. Павлушкин, А.С. Татаринов, В.И. Майчук

Белорусская государственная академия авиации

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ACARS НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ АВИАКОМПАНИИ «БЕЛАВИА»

В настоящее время основным видом связи между пилотом и диспетчером является речевая связь. Практически любую информацию можно передать посредством голоса, однако именно в этом и кроется один из недостатков данного вида связи. По мере увеличения объемов воздушного движения увеличивается и объем информации, который требуется передать с помощью данного вида связи, что влечет за собой необходимость в выделении дополнительных каналов, количество которых ограничено. Из-за этого экипажу воздушного судна (ВС) приходится менять частоту передачи и приема информации, что так же увеличивает рабочую нагрузку. Кроме того ограничена и пропускная способность диспетчера, осуществляющего управление воздушным движением. Особенно большой объем информации передается на этапах взлета и посадки, а также в процессе полета. Как показывает практика, передаваемая информации на другой стороне не всегда правильно воспринимается экипажем ВС или диспетчером [1]. Так одна неправильно услышанная цифра или слово может привести к катастрофе. Все это негативно влияет на безопасность полетов.

Решением в данном случае являться системы, которые позволяют осуществлять обмен информацией посредством текстовых сообщений. К данным системам и относится адресно-отчетная система авиационной связи Aircraft Communication Addressing and

Reporting System (ACARS). ACARS - это цифровая система передачи данных для обмена текстовыми сообщениями между воздушными и наземными приемниками информации. Такая связь обеспечивает получение информации о погоде и иные сведения для летного состава, передачу на землю информации о текущем состоянии, местонахождении и положении ВС, а так же о каких-либо отклонениях от нормы или аварийных ситуациях, передаче точных сведений о погоде с датчиков, свободный обмен текстовыми сообщениями.

Однако на данном этапе функций ACARS недостаточно. Восполняет этот недостаток система Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC), которая появляется благодаря модернизации системы ACARS. Система CPDLC позволяет диспетчерам выдавать разрешения, запросы и информацию. Благодаря этому диспетчер может задать эшелон, установить определенные ограничения и разрешения на то или иное действие, дать указания по отклонению, изменению маршрута воздушного судна и скорости. Кроме того с помощью CPDLC можно присваивать частоты воздушным судам, а также отправлять запросы на получение необходимой информации [2]. Пилотам предоставляется возможность отвечать на сообщения, запрашивать или получать разрешения на набор высоты, например, или снижение. Кроме того он может получать и передавать информацию, а также посылать аварийные сообщения. Как диспетчеры, так и пилоты должны также иметь возможность посылать текстовые сообщения в свободной форме, если стандартные сообщения не могут обеспечить необходимого содержания. Сообщения могут передаваться также и между наземными станциями.

При применении очень высокой частоты голосовой связи некритичные сообщения, которые передаются посредством CPDLC, могут занимать около 50% времени работы диспетчера, значительно влияя на его пропускную способность [3]. Наличие более строго подготовленных сообщений поможет также снизить уровень неверного понимания и ошибок, связанных с использованием голосовой связи. Типичные команды, передаваемые диспетчером на борт, включают команды "climb to" (подняться на), "descend to" (снизиться на), "fly heading" (лететь в направлении), на которые пилоты должны ответить сообщениями "wilco" (выполняю), "unable" (не могу выполнить), "stand-by" (ждите ответа).

Для реализации на борту всех возможностей CPDLC необходима модернизация по четырем направлениям. Во-первых, на борту самолета необходимо наличие третьего блока радиоаппаратуры, который обеспечивает возможности сверхвысокочастотной связи в режиме VDL mode 2. Во-вторых, должен быть Multifunction Control and Display Unit для отображения получаемых текстовых сообщений и позволяющий пилотам подготовку ответных сообщений. В-третьих, необходима реализация голосовых или визуальных предупреждений о получении бортовым приемником информации нового сообщения. И, в-четвертых, Management Unit необходимо заменить на Communication Management Unit [4].

Внедрение системы CPDLC и, как следствие, появление канала обмена информацией посредством текстовых сообщений еще больше минимизирует риски, связанные с недопониманием информации, повысит пропускную способность диспетчера, а так же увеличит безопасность и регулярность полетов, тем самым выполнив одно из основных требований к авиационной технике. Модернизация системы ACARS является важным и необходимым элементом для дальнейшего развития и поддержания имиджа авиакомпании «Белавиа», который формируется как раз таки на основе безопасности, регулярности и точности выполнения полетов.

Кроме того в связи с тем, что после 5 декабря 2020 года полеты над воздушным пространством Европы без наличия системы CPDLC будут запрещены, то это может привести к снижению экономической составляющей компании «Белавиа», поэтому модернизация таких систем является актуальной в ближайшей перспективе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Electronic repository of safety knowledge related to flight operations [Электронный ресурс]: Controller Pilot Data Link Communications (CPDLC) – режим доступа URL: [https://www.skybrary.aero/index.php/Pilot-Controller_Communications_\(OGHFA_BN\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Pilot-Controller_Communications_(OGHFA_BN))
2. Орленко А.С., Игошин А.М. Актуальные проблемы авиации и космонавтики // Системы передачи информации ACARS и CPDLC. – 2010. – №6. – С. 221-223
3. Eurocontrol [Электронный ресурс]: CPDLC – режим доступа URL: <https://www.eurocontrol.int/faq/what-are-expected-benefits-cpdlc-implementation-continental-airspace>
4. Aircraft maintenance manual. – Chicago: Boeing, 2017. – 404 p.

УДК 621.6-1/9

Д.Г. Подолинский¹, М.М. Лузан²

¹ОАО «МИСОМ» г. Минск

²Белорусская государственная академия авиации

ПРОФИЛИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО КАНАЛА СНЕГОГЕНЕРАТОРА СО-365

Abstract: Описан процесс профилирования газодинамического канала снегогенератора. Приведены результаты теоретических исследований, проектирования и изготовления газодинамического канала снегогенератора СО-365-3.

Введение

По оценке Международной службы наблюдения за ледниками, если в XXI веке темпы потепления климата останутся теми же, что и в XX, а повышение среднемировой температуры воздуха составит 3 градуса по Цельсию, площадь ледников в Альпийских горах сократится на три четверти. Если повышение температуры составит 5 градусов, то альпийские ледники растают практически полностью и льды сохранятся только в некоторых высокогорных районах. Даже при оптимистичном сценарии, если потепление составит только один градус за 100 ближайших лет, сокращение ледникового покрова составит 40 %. Исчезновение ледников будет иметь тяжелые последствия для экономики альпийских районов, зависящих в значительной степени от горного и горнолыжного туризма, отмечает ИТАР-ТАСС (1).

В соответствии с распоряжением Президента Республики Беларусь, ОАО «МИСОМ ОП» совместно с БГАА, приступило в 2018 г. к разработке и опытного образца отечественного бюджетного снегогенератора для оснежения склонов спортивных школ Республики Беларусь. ОАО «МИСОМ ОП» для обеспечения решения этой задачи были привлечены по договору специалисты БГАА, которыми выполнены теоретические изыскания и экспериментальные исследования по тематике разработки снегогенераторов. Одной из проблем требующих разрешения при разработке снегогенератора с газогенератором вентиляторного типа, является задача определения оптимальной геометрии канала проточной части. Для решения этой задачи необходимо спроектировать всю аэродинамическую часть снегогенератора, определить размеры всех его частей взаимодействующих с воздушным потоком.

Этапы работ

В статье, изложена последовательность и методики, использованные нами при профилировании проточной части снегогенератора для обеспечения требуемого расхода воздуха.

На этапе внешнего проектирования, неоднократно изменялись, согласовывались и уточнялись требования к диаметру внутреннего сечения проточной части канала снегогенератора.

Первоначальными исходными требованиями технического задания Заказчика были:

-электродвигатель АИР160S4 привода вентилятора, белорусского производства Могилёвского завода с располагаемой мощностью $N=15\text{кВт}$

- частота вращения вала электродвигателя 1500об/мин (1480 об/мин с учётом скольжения);
- Ø 900 мм – внутренний диаметр канала в зоне РК;
- требование по размещению двигателя внутри канала снегогенератора;

Профилирование воздушного канала снегогенератора СО-365

должно обеспечить: -требуемый расход воздуха; установившееся движение потока; постоянство направления его движения.

Оптимальным каналом эффективного однорежимного газогенератора, очевидно является устройство обладающее минимальным сопротивлением проточного канала и с изменением геометрических размеров, в соответствии с необходимыми изменениями газодинамических параметров (давления, скорости).

Кроме перечисленных требований к каналу снегогенератора, необходимо взаимно увязать их с требованиями к геометрии (размерами) лопастей рабочего колеса и направляющего аппарата.

В результате выполненного сравнительного анализа действующих зарубежных прототипов и теоретических исследований по вопросу проектирования эффективных газогенераторов, специалистами БГАА был осуществлён выбор прототипа, удовлетворяющего требованиям Заказчика, и

сформирован концептуальный облик опытного образца снегогенератора СО-360-3.

Для изучения проблематики исследований, выполнены:

- теоретические исследования в области создания снегогенераторов;
- теоретические исследования в области проектирования компрессоров газотурбинных авиационных двигателей.

-обзор открытых источников по производителям Supersnow, SMI, Demaclenko, Lenko, CRISTAL, SNOWMAX, **Areco**, Hich EFFICIENCY ипр.

-собраны, структурированы и проанализированы параметры снегогенераторов вентиляторного типа и осевых вентиляторов, заявляемые производителями и продавцами продукции:

Таблица 1 – Сводка технических параметров, снегогенераторов вентиляторного типа

Наименование	Мощность вентилятора кВт	G H ₂ O л/мин	P H ₂ O, БАР	N п, шт	L выбро-са	NH ₂ O, шт	N I/U (макс N кВт)	δ	V, снега м3/ч
Supersnow 900A	22	645	8–40БАР	8		120	-	250 мкр	
Supersnow 600ECO	-	480	8–40	12		90	18.5 (N _к =4 кВт)		78
Supersnow 700A SE	11	480	8–40	12		90	17 (11+4+2.1)		83
Supersnow 900MN	15	645	8–40	8		120	22(15+2.4+4+0.6)		105
Hich EFFICIENCY T40	12.5		8–40	6		12 регул 6 фиксир.	33A/400B	250 мкр	
Hich EFFICIENCY TF10	18.5 1500об/мин		8–40	8		8 фикс 16 регул		250 мкр	
PUMA	15	37-470-	-10–63	27	-	-102	-	-	2–28-
SMI SUPER PoleCat	N _B =15–18.5 кВт	200–535	7–50	6		30 (10 шт.нерегул улир			12–32
SMI Standart Polecat	7–11кВт	200–470	7–35	6		18(6 постоянных)	11,5–18.5	-	9–24

Окончание таблицы 1

SMI Polecat KID	5.5	25–245	7-35	6		15			2-15
SMI Polecat SILENT	11	200–475	7-35			18			9-22
SMI Super Wizzard	15–18	70–450	7-34	20		375	23-31.5		16,26-37.5
SMI Wizzard Standart	11	50–540	7-55						12-30
SMI Wizzard KID	5.5	50–250	7-55			135			8-15
Demaclenکو Ventus EVO	11	432	8-50	10	60	45	16.2	-	70 (64.8)
Demaclenکو Ventus	14,5	492	12-50	20	60	60	20	-	73.8
Demaclenکو TITAN 2.0	18.5	660	8-50	12	75	80	24,5	-	105 (99)
Demaclenکو TITAN 2.0Silent	18.5	11л/с	12-50	12	75	80	24,5	350	105
Demaclenکو TITAN		9,6л/с	8-40	27	60	360	24	200	92
ST380 Lenko (Швеция)	11,0	45–380 л/мин	8 - 35 бар	25	35-50	4 контура по 64	24,0	-	57 м³/ч
FA540 Lenko (Швеция)	15	63–540	8-35	27	40-60	4x90=360	24	-	81
LENKO ST940 (Швеция)	15	660	8-35(40)	27	15-50	450	25	-	99
LENKO ST-620 -	15	39–621	8-35	27	45-65	4x56=224			93.1
Lenko Northwind-580 NW 580	12,5	37–577	8-35	27	40-55	4x52=208	22		86.6
Lenko Northwind-450 NW 450	9	28–444	8-35	27	35-50	4x40=160	18(9+4+4.5)		66.7
VEGA, многофорсуночная	14	3.8–30м³/ч	8-40		40-50	280	18(4+0,4)		9,5-75
CRISTAL Центральная форсушка			30-60	5		Центральная 1 12	-		25-150
CRISTAL Light	22	10–60 м³/ч	20-83 8-60 25-60	5	60-120	Центральная 1 (12)	27(4+0.4)		12(от -3С) -150 (105 при-11)
Peak «SUFAG»	15								96
SNOWMAX S30	10		8-30	16		40			30
Snow Китай		45–600	7-35		30-50		30		
Areco Standard	9		8-40			320 (20 в распыл)	9+4+5.5		75
Areco SUPERSNOW	15		8-40			328	15+4+5,5		100
Стройка(Areco SUPERSNOW S10-20	Р возд7(600-700л/мин)	61–244	20-90	2		4+2			9.5-36.5
HEDCO	-	-	8-40	3	70	12	-	-	100

Работы по тематике выполнялись в рамках договора с ОАО «МИСОМ ОП» № от 2019 г. Результатом теоретических исследований, анализа и ранжирования прототипов снегогенераторов и вентиляторов, было выполнено концептуальное проектирование.

В качестве опорного прототипа, был выбран снегогенератор Техноальпина-Т10, который является приемлемым вариантом снегогенератора (Оптимальная частота. Турбина с расположенным внутри двигателем работает со скоростью 1500 об/мин, что обеспечивает минимальный уровень вибрации и существенно снижает уровень шума более приятна на слух.) (2 отчёт об обзоре).

Постановка задачи

Как известно потери в осевых вентиляторах возникают:

- Перед входом в рабочее колесо, из-за сопротивлений входа;
- В рабочем колесе, из-за сопротивлений и потерь в зазоре;
- При выходе из рабочего колеса, из-за закручивания на выходе.
- За рабочим колесом, из-за преобразования давлений (потери в диффузоре)
- В приводе из-за механических потерь.

Указанные потери снижают теоретическую полезную работу осевого вентилятора до действительно отданной полезной работы. (О. Бак).

При создании перспективного снегогенератора с осевым вентилятором необходимо добиться максимального снижения этих потерь и максимального использования располагаемой мощности привода. Один из путей снижения потерь – это снижение сопротивления в воздушном канале. Для эффективного профилирования канала следует определить требования к его поверхности.

При проектировании канала снегогенератора СГ360-3, требования к качеству поверхности внутреннего канала определялись на основании исследований Н.И.Чекаловой, Ищенко С.А., Семитковской Т.А, исследовавших влияние шероховатости поверхности на приращение дополнительного сопротивления. Исследователями было показано, что приращение сопротивления зависит высоты микронеровностей. Определяющим параметром качества поверхности является требование минимального сопротивления, т. е высоты микронеровностей.

В свою очередь допустимая высота неровностей поверхности не зависит от длины поверхности, а определяется скоростью течения и кинематической вязкостью воздуха. Разработчиком геометрии канала СГ-360-3 Лузаном М.М., на основании аэродинамического расчёта была рекомендован диапазон микронеровностей 0-15мкр. (Отчёт о проектировании канала СГ 360-3 и определении параметров лопаток Лузан М.М.)

На основании исходных данных ТЗ Заказчика, руководствуясь паспортным значением мощности и оборотов асинхронного двигателя АИР160s4, учитывая его КПД было принято расчётное значение крутящего момента, которое было использовано в проектировочном аэродинамическом расчёте лопастей и геометрии внутреннего канала.

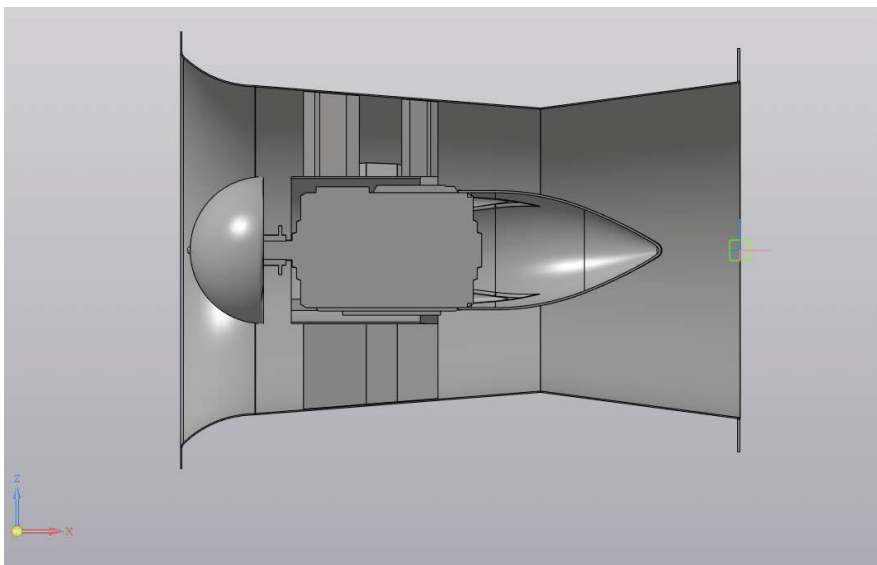
Размеры длины лопаток рабочего колеса, их количество, значение радиального и осевых зазоров между рабочим колесом и направляющим аппаратом определялись, с учётом исследований Остроухова С.П., который исследовал винтовые и винтокольцевые движители.

Размеры канала снегогенератора, а также геометрия всех омываемых воздушным потоком деталей, определялась оптимизацией требований:

- минимума аэродинамических потерь;
- минимальной стоимости материалов деталей СГ, омываемых потоком;
- габаритных размеров рекомендованного Заказчиком электродвигателя и условий его охлаждения;
- технологических возможностей Заказчика (ОАО «МИСОМ ОП»).



Лузаном М.М. были с момента начала работ по 18.06.2019г. создано несколько вариантов моделей лопасти рабочего колеса и направляющего аппарата. Модели лопастей и канала СГ СО365-3 были направлены в ОАО «МИСОМ ОП» по электронной почте.



В качестве исходных профилей были использованы профили П105, П106, П107, П108 и П117 ЦАГИ. Теоретические исследования профилей винтов, выполненные Лузаном М.М. позволили выбрать профиль П117, для лопастей проектируемого осевого газогенератора. Выбранный профиль обладает наилучшими аэродинамическими параметрами (C_y , K) при толщине в диапазоне 4,5–12 % при числах Маха порядка 0,15-0,5, что соответствует режиму работы СГ.

Для определения силовых факторов, действующих на лопасти СГ360-3, необходимо задать распределение плотности материала по сечению и размаху, а также его механические свойства. Выбор материала осуществлялся на основании проведенных специалистами БГАА Заико А.Ф. и Лузаном М.М. теоретических исследований свойств материалов – филументов, используемых при аддитивной печати. Обзор материалов и их физико-механических свойств приложен в НТО (6).

Специалистами УО «БГАА» были предложены несколько вариантов материалов, и по согласованию с Заказчиком, для проведения проверки работоспособности снегогенератора для изготовления опытных образцов лопаток был выбран материал АСА.

После выполнения расчётов на прочность от растяжения, изгиба и кручения лопастей вентилятора снегогенератора СО-365-3, руководствуясь методикой расчёта на среднем диаметре (5) было определено расчётное значение силовых факторов, действующих на лопасти рабочего колеса и направляющего аппарата. Выполнена коррекция геометрических размеров лопаток РК и НА, и выполнен поверочный расчёт подтвердивший возможность применения лопастей без разрушения от эксплуатационного нагружения.

После выполнения аэродинамических экспериментов в стенде НТЦ-92, была экспериментально подтверждена прочность лопастей РК СГ СО-365-3.

После подтверждения достаточной прочности лопастей РК, они были изготовлены на оборудовании НИЛ УО БГАА методом аддитивной печати на 3D принтере Stratasys по отдельному хозяйственному договору.

Заказчиком в период июль-август были выполнены испытания снегогенератора СО-365-3 с каналом спроектированным специалистами УО «БГАА» и лопастями изготовленными в академии. Лопастями испытания на опытном образце выдержали, при работе установки Заказчик отметил низкий уровень шума вентилятора. Уровень потребляемой мощности составил около 12КВт при испытаниях установки в летний период.

После стендовых испытаний Заказчик потребовал увеличить значение отбираемой мощности снегогенератора, планируя поднять значение располагаемой мощности привода с 15КВт до 22Квт. Данное требование Заказчика существенно отличалось от согласованного ТЗ. Для удовлетворения этого требования Заказчика, Лузаном М.М. в короткий срок была изменена конструкция лопасти, в сторону увеличения площади, для увеличения отбираемой мощности и увеличения расхода воздуха.

Заказчик потребовал изменить технологию изготовления с аддитивной печати на традиционное литье, с заменой материала. Это потребовало неоднократного перепроектирования лопасти и пересчёта прочности геометрии лопасти в кратчайшие сроки.

Трёхмерная модель лопасти РК увеличенного размера была направлена Лузаном М.М. в августе 2019 г. на электронную почту Главного инженера МИСОМ ОП. Также в августе-сентябре была оказана помощь Заказчику в изготовлении лопасти литьём, изменением размеров модели для обеспечения возможности литья в форму.

Заключение

В сентябре-октябре Заказчиком проводились испытания осевого вентилятора снегогенератора СО-365-3. Испытания подтвердили прочность увеличенных лопастей и показали увеличение отбираемой мощности до 18квт.

В испытаниях снегогенератора с увеличенными лопастями участвовали специалисты ОАО «МИСОМ ОП» и УО «БГАА». Данные отбираемой мощности и значения осевой скорости воздушного потока за контролируемым сечением и на расстоянии от выходного сечения отражены в протоколах [9].

Производительность оценена Заказчиком величиной порядка $45\text{м}^3/\text{с}$

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Отчёт о выполнении обзора интернет ресурсов о параметрах производимых в настоящее время снегогенераторов.» 2019г. Лузан. Заико.
2. Проектирование и расчёт вентиляторов. О.Бак ГОгортехиздат(Государственное издательство литературы по горному делу.) Москва1961 г.
3. «Влияние шероховатости внешней поверхности воздушного судна на приращение дополнительного сопротивления» Н.И.Чекалова
4. «Аэродинамика воздушных винтов и винтокольцевых движителей.» Остроухов С.П. М. ФИЗМАТЛИТ,2014.-328с. ISBN 978-5-9221-1531-5
5. Руководящий материал авиационной техники РТМ1624-80. «Турбины авиационных двигателей. Методика расчёта на среднем диаметре. 62стр. Москва 1980г.
6. Научно-технический отчёт о выполнении хозяйственного договора б/н от 04.01.2019 г. между ОАО «МИСОМ ОП» и УО «БГАА» УО БГАА 2019А.Ф.Заико, Лузан М.М.
7. Аэро-гидродинамика летательных аппаратов на воздушной подушке. Труды ЦАГИ им. Проф. Н.Е. Жуковского. Москва 1965 г.
8. «Аэродинамическое проектирование высоконапорного осевого вентилятора» Ю.А.Рыжов, С.А.Попов, Мань Хиеу Ву. Научный вестник МГТУ ГА.
9. Протоколы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРУЖИННЫХ ЗАГРУЖАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ НА ПИЛОТАЖНЫХ СТЕНДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

На современных самолетах с электродистанционной системой управления загрузка командных рычагов управления осуществляется пружинными нагрузочными механизмами. При моделировании различных целевых задач пилотирования различных самолетов на пилотажных стендах необходимо обеспечивать адекватную реальную загрузку командных рычагов управления (КРУ). Кроме того для самолетов с прямой управления необходимо моделировать шарнирный момент, действующий на органы управления. Таким образом, реализовать систему загрузки можно только с помощью устройств, обладающих необходимыми статическими и динамическими характеристиками. Наилучшими решениями в отношении электромеханических систем загрузки владеет компания MOOG-Fokker Control Systems BV, Нидерланды [1].

Трехканальная система загрузки ECoL-8000 (рис.1) обеспечивает имитацию загрузки рычагов управления пилотажного стенда, а именно создания усилий на них, аналогичных усилиям, ощущаемым летчиком на всех этапах полета.

Система загрузки ECoL-8000 включает в себя три независимых кинематических канала. Каждый кинематический канал (рис. 1) соединен с цифровым вычислителем 1 и содержит исполнительный блок загрузки. Исполнительный блок загрузки представляет собой силовой привод с коллекторным электродвигателем постоянного тока 2, механически связанный с командным рычагом управления 3 и снабженный блоком управления и контроля 4, датчиками усилия 5, положения 6 и блоком питания.

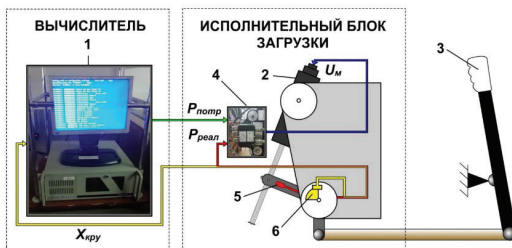


Рисунок 1 – Кинематический канал системы загрузки:

- 1 – цифровой вычислитель; 2 – коллекторный электродвигатель; 3 – командный рычаг управления;
4 – блок управления электродвигателем; 5 – датчик усилия; 6 – датчик положения

Каждый кинематический канал работает по принципу следящей системы, суть которого заключается в том, что перемещение КРУ осуществляется после (в результате) сравнения фактического усилия на нем и требуемого (вычисленного).

Цифровой вычислитель реализован на базе персонального компьютера. На компьютере установлено специализированное программное обеспечение, работа с которым осуществляется по сети Ethernet с помощью сервисной программы FCS Explorer. С ее помощью в цифровом вычислителе формируется модель движения массы, эквивалентной распределенной массе механической проводки, КРУ и органа управления (руля). Величина перемещения КРУ измеряется датчиком положения 6, размещенным на

исполнительном блоке загрузки. В зависимости от положения КРУ $X_{\text{КРУ}}$, от параметров имитируемого полета, а так же от конструктивных особенностей системы управления (ее кинематических характеристик, наличия механизмов загрузки и систем улучшения устойчивости и управляемости) вычисляется потребное усилие $P_{\text{потр}}$, приведенное к КРУ. Усилие $P_{\text{реал}}$, создаваемое летчиком-оператором на КРУ и приведенное к силовому приводу, измеряется датчиком 5. В блоке управления электродвигателем (рисунок 2) усилия $P_{\text{реал}}$ и $P_{\text{потр}}$ сравниваются и, на основе результата этого сравнения, формируется сигнал U_M управления электродвигателем.

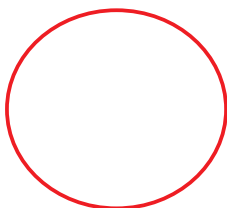


Рисунок 2 – Блок управления электродвигателем

В применяемой системе загрузки ЕСoL-8000 используется коллекторный электродвигатель постоянного тока типа «М».

Математическая модель динамики полета самолета представляет собой комплексную систему, которая включает в себя модели аэродинамических характеристик, силовой установки, функциональных систем, системы управления и т. д. На рисунке 3 представлена схема загрузки командного рычага управления на ПС, из которой видно, что аэродинамические силы $F_{\text{азр}}$, действующие на систему управления, вычисляются в математической модели динамики самолета и совместно с параметрами системы управления и ее механизмов передаются в цифровой вычислитель.

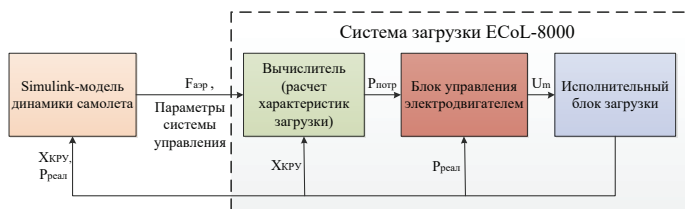


Рисунок 3 – Схема загрузки командного рычага управления на пилотажном стенде

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Tactical parameter's MOOG-Fokker Control Systems BV, Nederland, 2010.
2. Верещикова Д.В. «Программно-моделирующий комплекс для исследования динамики полета самолетов при решении различных целевых задач пилотирования»: Статья / Серпухов, 2018 г. – с. 4.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ СИНТЕЗИРОВАННОГО ВИДЕНИЯ В ЛОКАТОРАХ ОБЗОРА ЛЁТНОГО ПОЛЯ

В гражданской авиации одной из основных задач является безопасность полётов. Для обеспечения безопасности полётов в аэропортовой зоне, а также во время взлёта/посадки воздушных судов применяется радиолокатор обзора лётного поля. Наличие системы обзора лётного поля обязательно при аттестации гражданских аэропортов по III категории ИКАО. Данное устройство предназначено для наблюдения за воздушными судами, идущими на посадку, осуществляющих руление по аэродрому, за объектами на перроне, а также наблюдения за автотранспортом, пересекающим взлётно-посадочную полосу. Возможности радиолокатора по определению угловых координат, габаритов объектов являются недостаточными. На индикаторе современных радиолокаторов обзора лётного поля отображаются объекты в виде условных символов: самолёт, автотранспорт. Точное определение габаритов объектов не осуществляется. Также затруднительно распознавание небольших объектов. На рисунке 1 показан вид на индикаторе обзора лётного поля в аэропорту Шереметьево. Зелёным цветом выделены движущиеся объекты. А жёлтым засветки от зданий и сооружений. Для удобства самолётам присвоены номера (присваиваются системой автоматически).

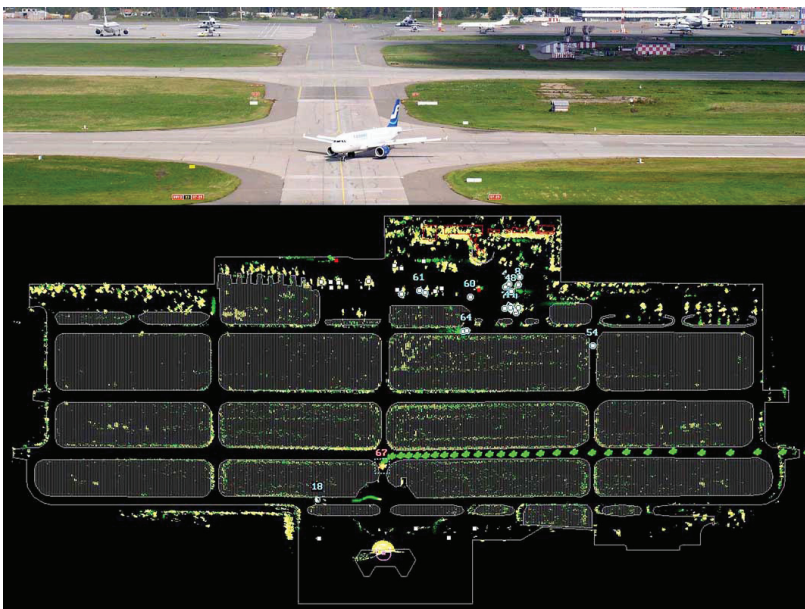


Рисунок 1 – Пример работы системы обзора лётного поля в аэропорту Шереметьево-2 во время испытаний

Для улучшения возможностей по определению габаритов объектов и их распознаванию предлагается использовать систему синтезированного видения. Данные устройства находят применение на самолётах гражданской авиации для улучшения определения окружающего пространства. В качестве устройства, которое позволит реализовать данный принцип в радиолокаторе обзора лётного поля предлагается лазерный интерферометр. На рисунке 2 показан пример индикации диспетчерской вышки, при работе одного из типов лазерного сканирующего устройства в сравнении с традиционным изображением.

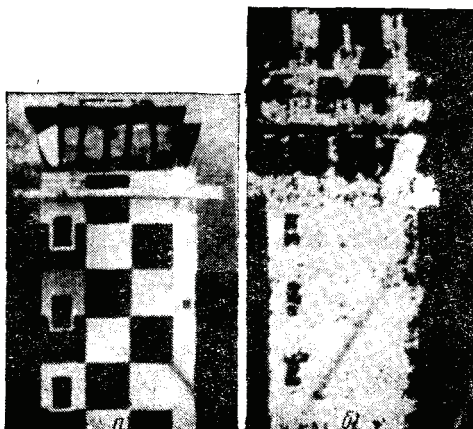


Рисунок 2 – Изображение, полученное с помощью:
а) традиционного метода, б) лазерного устройства.

На данном этапе известны алгоритмы для анализа характеристик лазерного интерферометра, известны характеристики и требования к радиолокационным станциям обзора лётного поля.

Для определения возможности применения лазерного интерферометра (системы синтезированного видения) в радиолокаторе обзора лётного поля требуется выполнить статистическое моделирование данного устройства. Для этих целей необходимо следующее: сформировать требования к характеристикам лазерного интерферометра для применения в условиях аэропорта, разработать статистическую модель устройства, определить алгоритмы работы статистической модели, обосновать показатели сигнал/шум, выбрать среду, для осуществления моделирования. В выбранной среде необходимо построить модель и произвести испытания. После чего, будут получены характеристики модели и результаты моделирования.

С помощью статистического моделирования будет определена теоретическая возможность применения системы синтезированного видения, а именно лазерного интерферометра в радиолокаторе обзора лётного поля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. И.Н. Матвеев, В.В. Протопопов, И.Н. Троицкий, Н.Д. Устинов «Лазерная локация». – Москва: «Машиностроение», 1984 г.

УДК 681.5

К.В. Терещенко, А.Г. Капустин

Белорусская государственная академия авиации

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В работе предложен подход к разработке адаптивной системы при реализации которого система управления не просто реагирует на текущую ситуацию, но и прогнозирует последовательность действий, которые должны привести к намеченной цели; обучается взаимодействию между различными формами поведения; следует единым принципам управления и основывается на единой модели. Исследование свойств разработанной адаптивной системы проводилось во временной и частотной областях (рисунки 1–3) при действии внешних воздействий: *step, pulse generator, random number* в среде *Matlab* [1, 2].

Для компенсации изменения входного сигнала $a = a(t)$ коэффициент k сделан перестраиваемым. Передаточная функция замкнутой системы имеет вид:

$$\Phi(p, a, k) = \frac{X(p)}{G(p)} = \frac{1}{p + a + k}. \quad (1)$$

В качестве эталонной модели используется звено с передаточной функцией:

$$\Phi_m(p) = \frac{1}{p + a_0 + k_0} = \frac{X_m(p)}{G(p)}, \quad (2)$$

где X_m – выходная координата модели;

a_0, k_0 – желаемые значения коэффициентов.

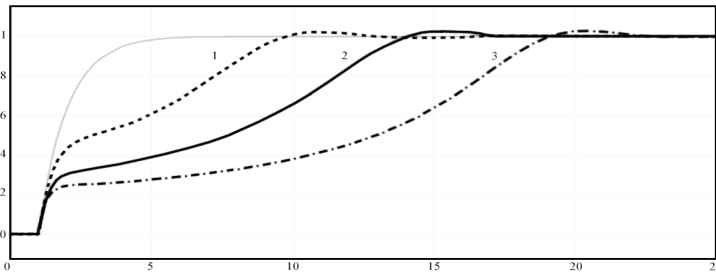


Рисунок 1 – Графики работы адаптивной системы при действии ступенчатого входного сигнала (*step*) и постоянных параметрах $(k_0 + a_0) = 1, \lambda=1$:
сплошная линия – требуемый сигнал;
график 1 при $(\alpha = 2)$; график 2 при $(\alpha = 3)$; график 3 при $(\alpha = 4)$

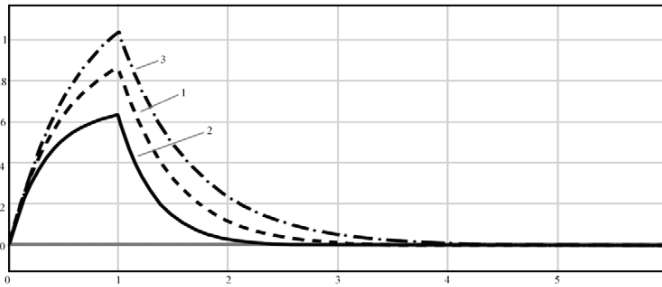


Рисунок 2 – График влияния параметра α на выходной сигнал при сигнале *pulse generator*:
график 1 при $\alpha = 1$; график 2 при $\alpha = 2$; график 3 при $\alpha = 0.5$; (значения $(k_0 + a_0) = 1$ и $\lambda=1$ постоянны)

Из рисунка 1 видно, что параметр α практически не влияет на точность управления, а параметр λ влияет лишь на быстродействие системы: чем он меньше, тем быстрее система приходит в устойчивое состояние [3].

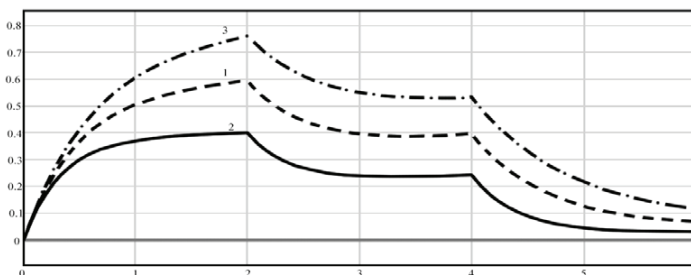


Рисунок 3 – График влияния параметра α на выходной сигнал при сигнале *random number*: график 1 при $\alpha = 1$; график 2 при $\alpha = 2$; график 3 при $\alpha = 0.5$; (значения $(k_0 + a_0) = 1, \lambda=1$ постоянны)

Анализ результатов моделирования адаптивной системы с эталонной моделью и без эталона по временным и частотным характеристикам показал следующее: время регулирования у системы с эталонной моделью сокращено приблизительно в 2 раза; время отклика системы на дельта функцию уменьшилось приблизительно в 1,35–1,52 раза (быстродействие увеличилось); запас устойчивости системы по амплитуде и фазе у системы с эталонной моделью в 0,75–2,1 раза больше.

Кроме того, результаты исследования эффективности управления адаптивной системы с эталонной моделью показывают ее высокую робастность при управлении авиационными компонентами с электроприводами, работающими при различных резких изменениях окружающих условий и нагрузок. В реальной ситуации вывести систему с эталонной моделью на границу устойчивости практически невозможно за счет работы адаптивного контура, то есть даже при действии сильных и резких возмущений система работает устойчиво.

Система с эталонной моделью может быть использована для управления электроагрегатами перспективных самолетов с полностью электрифицированным оборудованием, например, в системе электропривода колес основных стоек шасси, в системе управления топливными насосами, в системе управления электрокомпрессорами системы кондиционирования воздуха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рутковский, В.Ю. Физически реализуемый алгоритм адаптивного управления с эталонной моделью // Рутковский В.Ю., Глумов В.М., Суханов В.М. Автоматика и телемеханика. – 2011. – № 8. – С. 96–108.
2. Терещенко, К. В. Адаптивная система с эталонной моделью для управления объектами электропривода // Терещенко К.В., Капустин А.Г. Международный сборник научных трудов молодых ученых, докторантов, магистрантов и студентов / под науч. ред. Ш.А. Курманбаевой. – Семей: КазГЮИУ, 2019 – №6. – С. 178–181.
3. С.Д. Земляков, Алгоритм функционирования адаптивной системы с эталонной моделью, гарантирующий заданную динамическую точность управления нестационарным динамическим объектом в условиях неопределенности // Земляков С.Д., Рутковский В.Ю. Автоматика и телемеханика. – 2009. – № 10. – Р. 35–44.

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОТ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Устройство предназначено для повышения боевой живучести подвижных и неподвижных технических объектов, например, летательных аппаратов, автомобильной техники, инженерных сооружений при воздействии высокоскоростных элементов дистанционных средств поражения.

При обеспечении заданного уровня боевой живучести защищаемого объекта одной из важнейших задач является сохранение тактико-технических характеристик объекта без существенного увеличения весовых и габаритных параметров броневой защиты [1].

Устройство состоит из гибкой преграды, закрепленной по периметру участка обшивки объекта с внутренней стороны в зоне расположения жизненно важных агрегатов или живых организмов, при этом гибкая преграда установлена в ненапрянутом состоянии и ее площадь не менее, чем на 15 % превышает площадь защищаемого участка, рисунок 1 [2].

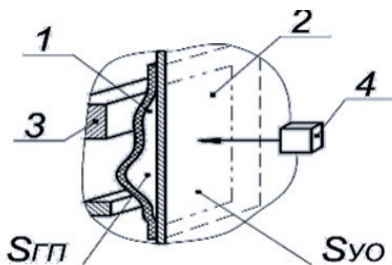


Рисунок 1 – Схема работы изобретения:

1 – гибкая преграда; 2 – участок обшивки; 3 – защищаемый агрегат; 4 – поражающий элемент

На рисунке 2 представлена схема воздействия высокоскоростных элементов дистанционных средств поражения на защищенный предложенным устройством участок обшивки защищаемого объекта и на незащищенный.

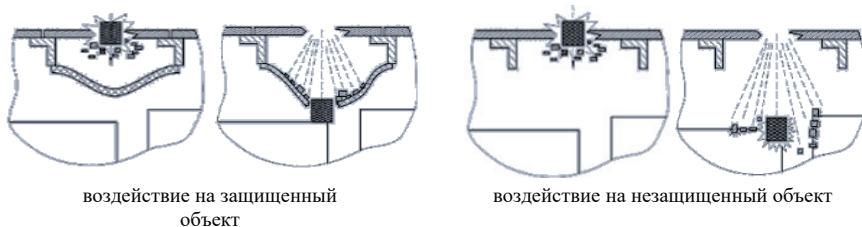


Рисунок 2 – Принцип реализации защиты объекта

Преимуществом устройства является возможность его применения как к отдельным элементам конструкции защищаемых объектов, например, для летательного аппарата – мотогондолам, навесным контейнерам, фюзеляжу в целом, так и локально – для защиты жизненно важных агрегатов и пространства, занимаемого личным составом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В. Михеев. Ми-8. 40 лет. Полет нормальный. Полигон-пресс? 2001 г. – 52 с.

2. Трофимчук М.В., Кровяков В.Б. и др. Патент РФ № 2628415 на изобретение «Устройство защиты технических объектов от механического воздействия поражающих элементов», МПК F 41H 5/00, дата гос. регистрации 16.08.2017.

УДК 621.431.75

Г. Туганов, Н. Махмудов, С. Кадиоров

Академия Вооруженных Сил Республики Узбекистан,

ВВАУ Республики Узбекистан

НАХОЖДЕНИЕ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Комбинированные методы анализа данных двигателя даёт большой шанс обнаружения будущих неисправностей [1].

Несмотря на такие дополняющие методы контроля, всё же надо сказать случаи по авариям не уменьшилось, и человеческий фактор, не изученность природы отказов (КПН) на сегодня не дают расслабиться инженерно-техническому составу и это является толчком для дальнейших исследований на пути обеспечения безопасности полётов и человеческих жизней. Все средства контроля двигателя, которые используется в данное время необходимо максимально эффективно использовать как инструменты «Data mining», включить все прямые и косвенные источники информации и максимально эффективно, стабилизировать деградацию двигателя в обратную сторону, т. е. в сторону обеспечения безотказности и надёжности при использовании АТ по назначению [2].

Постановка задач

Выделить наиболее информативный параметр из участвующего в системе контроля двигателя, одним из которых является величина вибрации [3].

При обработке математическим способом необходимо составить таблицу интервалов:

- учитывать количество измерений или наблюдений значения вибрации;
- построить интервалы значений вибрации и распределить поровну на количество наблюдений, т. е. на 50 наблюдений.

С помощью таблицы «Статистические распределения основного параметра сложного технического объекта» необходимо показать, что оно близко к нормальному распределению [3]. Затем производим замену переменной по формуле арифметической прогрессии $a_1=1,5$, $d=3$, тогда, общая формула:

$$x_n = a_1 + d(n-1) = 1,5 + 3(T-1) = 3T - 1,5 \quad , \quad (1)$$

Последовательно находим все значения T и составляем таблицу статистических распределений для величин T и T^2

Далее, имеем:

$$M(T) = \sum_{i=1}^{10} T_i W_i, \quad (2)$$

и соответственно:

$$M(T)^2 = \sum_{i=1}^{10} T_i^2 W_i. \quad (3)$$

В соответствии формулы 3 подставляем данные таблицы статистических распределений с эмпирическими данными ГТД для величин T и T^2 и построим следующую таблицу 2.

Таблица 2 – Функция нормального закона распределения случайных величин вибрации ГТД

$M\hat{z}$	X	U	z_n	$f(x)$	$h \cdot f(x)$
1	1,5	-2,29	0,029	0,005	0,02
.
10	28,5	2,29	0,029	0,005	0,02

Заметим, что полученные результаты могут быть сопоставлены с вероятностями попадания случайной величины на данной участок, вычисляемыми на формуле, где:

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{k}} \int_0^x e^{-t^2} dt, \quad (4)$$

функция Лапласа, значение, которых приведены в таблице «Вероятностные распределению значений вибрации для построения гистограммы» и $m=M(x) = 15$; пользуясь этой таблицей, находим на примере:

$$P(0 < x < 3) = 0,5[-\Phi(1,44) + \Phi(1,80)] = 0,5[-0,9583 + 0,9891] = 0,02.$$

Далее определяем значения вероятности до интервала [27-30] и на основе распределения построим таблицу 3.

$$(27 < x < 30) = 0,5[-\Phi(1,86) + \Phi(1,44)] = 0,02.$$

По результатам данных функции построим гистограмму 1 нормального распределения значений вибрации за период эксплуатации в условиях горно-пустынной местности Узбекистана.

Таблица 3 – Распределение значений вибрации смежных технических объектов

I	[0–3]	[3–6]	[6–9]	[9–12]	[12–15]	[15–18]	[18–21]	[21–24]	[24–27]	[27–30]
P	0,02	0,04	0,09	0,15	0,19	0,19	0,15	0,09	0,04	0,02

Сравнивая значения W и $hf(x)$ (или W и P) убеждаемся в том, что заданное статистическое распределение данных вибрации смежных технических объектов как ГТД вертолёт, можно считать подчиненными нормальному закону.



Рисунок – Гистограмма 1. Распределение данных вибрации смежных технических объектов как ГТД вертолёт

Вывод

Проведенные исследования показали выборка статистических данных вибрационных характеристик ГТД ТВ3-117ВМА или распределение параметров вибрации можно считать подчиненными нормальному закону согласно приведенной функции Лапласа. Очевидно, то, что износ подшипников конкретно исследуемого двигателя протекает равномерно без интенсивной разбалансировки и графитовые прокладки герметичны на текущий период эксплуатации и можно эксплуатировать за ресурс по техническому состоянию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биргер И.А. Техническая диагностика/И.А. Биргер.–М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.;
2. <http://statistica.ru/local-portals/data-mining/> (дата обращения 12.07.2019 г.);
3. Закс Л. Статистическое оценивание. Пер. с нем. В. Н. Варыгина. Под ред. Ю. П. Адлера, В. Г. Горского. – М.: Статистика, 1976, 598 с., ил.

УДК 629.7.069: 621.3.019

В.К. Шамко, к.т.н., доцент; О.Л. Кужельный, магистрант

Белорусская государственная академия авиации

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АИРЭО ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ВС

Возрастание с каждым годом пассажиро- и грузооборота на воздушном транспорте, ведёт к потребности во всё большем количестве воздушных судов (ВС) различных типов и назначения, что даёт дополнительный толчок к производству всё большего их количества, также и модернизации ВС предыдущих поколений из-за отсутствия предложений новых аналогов.

Так по данным компании Airbus (A300/310, A320 family, A330/340) к концу 2027 года парк самолётов старше 15 и 20 лет увеличится до 6655 и 4044 соответственно [1].

Старение парка ВС прослеживается и у авиакомпании «Белавиа» в своём парке имеет 28 самолётов, из которых 17 Boeing 737. Из этих 17 бортов 5 Boeing 737-300 и 6 Boeing 737-500, относящихся к серии самолётов Boeing 737 Classic, выпущенных до 1999 года [2].

В связи со спецификой выполняемых задач некоторые типы самолётов являются уникальными по своей природе и разработка нового летательного аппарата нецелесообразна ввиду больших материальных затрат. В таких случаях проводят глубокую модернизацию таких ВС, например: В-52Н, (США); Ту-95МС; Ту-22МЗ, (РФ).

Самолёты Ту-134 после катастрофы в Карелии 20.06.2011 вывели из эксплуатации, но это решение было отменено [3]. Причина, отсутствие в РФ альтернативы подобных самолетов в качестве учебных машин, и не просматривается перспектива нового самолёта, на базе которого можно создать подобные «летающие парты» [4].

Эти факторы ведут как к увеличению среднего срока эксплуатации воздушных судов, так и к постоянному росту парка, активно использующихся самолётов, устаревших модификаций. Необходимость в постановке проблемы правильной эксплуатации воздушных судов с длительным сроком их использования, выработке методов прогнозирования отказов и формирования системы предупреждающего (проактивного) обслуживания. Проблемы общего продления эксплуатации ВС прорабатываются, но без должного внимания к системам А и РЭО.

Решение о выполнении капитального ремонта изделия А и РЭО принимается в случаях отказа изделия, истечения межремонтного срока эксплуатации изделия, поступлении воздушного судна на выполнение ремонтной формы с истечением межремонтного срока эксплуатации или в случаях, когда средства на поддержание лётной годности воздушного судна превышают допустимые объёмы.

А и РЭО самолётов старых типов представлено радиоэлектронной аппаратурой 2 и 3 поколений, а в некоторых случаях и 1. Радиоэлементы такой аппаратуры переходят в стареющее состояние и требуют замены по причине отказа или по причине старения. Старение радиоэлементов приводит к возрастанию интенсивности отказов изделия и необходимости в переводе его на новую элементную базу [5].

Переход на элементную базу 4 и 5 поколений может оказаться нецелесообразен в виду относительно малого количества модернизируемого оборудования и резким возрастанием стоимости такого перевода. Рассмотрим ситуацию на примере самолета Ту-134 модификаций «Ш», «УБЛ» и «УБК», эксплуатирующихся в ВВС и ВМФ РФ (по некоторым данным до 55 бортов) [6].

Самолёты сняты с производства и комплектующие изделия к ним промышленностью не выпускаются. Это препятствует выполнению форм ТО и проведение ремонтов.

Так при ремонте авиационного оборудования на предприятии ОАО «Минский завод гражданской авиации № 407» выявлены частые отказы приборного оборудования этих ВС в следствии выхода из строя конденсаторов типа МБМ различных номиналов. Отказ конденсаторов проявляется в увеличении емкости сверх номинала на величину от 30 до 100 % и выше. Из 233 проверенных конденсаторов ОС МБМ 1 мкФ ± 10 % 160 В только 11 укладываются в указанный допуск и при этом 5 из них находятся на пределе этого значения, равного 1,1 мкФ. т. е. менее 5 % элементов сохранили свои эксплуатационные свойства. Одновременно нет гарантии, что оставшиеся конденсаторы смогут сохранить свои параметры в последующий межремонтный период.

Анализ результатов выбраковки конденсаторов при ремонте не дают представления о причинах и скорости изменения емкостей конденсаторов, т. к. невозможно проследить их жизненный цикл от момента изготовления и до проведения измерения, поэтому рассмотрим частный случай самолёта Ту-134УБК з.н. 64222 МО РФ. Одним из элементов бортовой РЭА является система траекторного управления СТУ-134А, в состав которой входят блоки с конденсаторами ОС МБМ 0,1 мкФ±10% 160 В = 45 шт., ОС МБМ 0,25 мкФ±10% 160 В = 10 шт. и ОС МБМ 1 мкФ±10% 160 В = 17 шт.

Жизненный цикл комплектующих изделий системы можно проследить по их паспортам, из чего получаем, что блоки БК-51 №0610143, У-20Н №0710227, В-26 №0610178, В-26 №0610174 изготовлены в июне-июле 1981 года, одновременно установлены на самолёт при его изготовлении на Харьковском авиационном производственном объединении. Конденсаторы этих блоков от момента изготовления до замера параметров находились в одинаковых условиях. Остальные блоки: БЭ-3 №1120166 и У-20Н №0630212 изготовлены соответственно на 1 и 2 года позже и переставлялись на разные самолёты, что несколько отличает условия их эксплуатации.

При анализе распределение значений параметров конденсаторов не просматривается зависимости емкости конденсаторов от сроков эксплуатации. Индивидуальный характер изменения параметров конденсаторов под действием эксплуатации обусловлены их конструкцией и стабильностью технологии их производства. Из-за отсутствия необходимого количества запасных радиоэлементов, данную проблему намечается решать в подборе нового типа конденсаторов. ООО «Кузнецкий завод конденсаторов» предлагает схожие по массогабаритным параметрам конденсаторы типа К73-16, как аналог аналог конденсаторов МБМ, производивший их ранее. Технического совета ОАО «Минский завод гражданской авиации №407» был вынесен вопрос о замене конденсаторов МБМ на конденсаторы К73-16. Данное предложение должно быть оценено с позиций определения истинной причины изменения параметров конденсаторов МБМ и присутствия этих негативных факторов в конструкции и технологии изготовления предложенных конденсаторов на основании сравнительных ускоренных климатических испытаний, потому что эти типы конденсаторов изготавливаются по совершенно разным технологиям и имеют разные конструкции.

Опыт решения вышеописанной частной задачи в перспективе выводит проблему на более высокий уровень, с необходимостью отработки методики поиска и замены типовых элементов АирЭО, находящихся в предельном состоянии, при проведении ремонтов, для различных типов ВС, снятых с производства и эксплуатирующейся без технической поддержки со стороны производителя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Airbus FAST magazine. 61 Edition. Pages 32–37. Article «Supporting ageing fleets» by Isabelle Remaury-Lando, Delphine Meunier and Hugo Alberto Quijano Fiallos.
2. http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/history/pdf/Boeing_Chronology.pdf.
3. <https://mak-iac.org/rassledovaniya/20-iyunya-tu-134-ra-65691/>.
4. <https://iz.ru/news/544942>.
5. Семак, Ю.И. Обеспечение надёжности радиоэлектронной аппаратуры зенитно-ракетного вооружения при модернизации и капитальном ремонте. / Ю.И. Семак, // Журнал Наука и военная безопасность. – 2006. - №3 – С.42-47.
6. <https://russianplanes.net/planelist/Mil/Tu-134>.

УДК 004.932.2

А.А. Шейников, Ю.В. Суходолов

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Белорусский национальный технический университет

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ

В настоящее время в современной пилотируемой авиации наиболее часто используются кольцевые лазерные гироскопы (ЛГ), входящие в состав бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) (таблица 1) [1].

Таблица 1 – БИНС на основе кольцевых лазерных гироскопов

БИНС	Базовый прибор	Точность, км/ч	Масса, кг	Летательный аппарат
И42-1С	Лазерный гироскоп КМ-11-1А	3,7	43	Ил-96-300, Ту-204, Ан-70
БИНС-85	Лазерный гироскоп ЛГ-1	3,7	20	
БИНС-77				
БИНС-СП-1	Блок лазерных гироскопов БЛГ	3,7	15	Як-130, Су-35, Т-50, Ту-160М, Ту-95МСМ
БИНС-СП-2		1,85	15	
БИНС-21	Блок цифровых лазерных гироскопов	0,9	15	ПАК ФА, ПАК ДА

Применение ЛГ на самолетах четвертого и пятого поколений обусловлено наличием ряда преимуществ по сравнению с механическими гироскопами, главным из которых является отсутствие подвижных частей. Однако, несмотря на широкую распространенность и обладание безусловными преимуществами с точки зрения применения в авиации (достаточно высокая точность при небольшой массе) ЛГ имеют ряд недостатков, препятствующих их дальнейшему развитию: высокая стоимость производства, необходимость оснащения приборов вспомогательными системами, необходимость и трудность калибровки, нелинейность выходного сигнала при малой угловой скорости, дрейф выходного сигнала из-за газовых потоков в лазере, изменение длины оптического пути под воздействием внешних факторов, синхронизация частот излучения во встречных направлениях при малых скоростях вращения прибора. Недостатки ЛГ подтолкнули исследователей и конструкторов к созданию оптических гироскопов с пассивным интерферометром, позволяющим использовать новые возможности, которые открывает волоконная оптика. Развитие волоконно-оптических гироскопов (ВОГ), наблюдающееся в течение последних лет, обусловлено как улучшениями методов оптимальной обработки сигналов, так и прогрессом волноводных технологий (создание одномодовых волокон, интегрированной оптики и т.д.) [2]. На рисунке 1 представлена классификация ВОГ [3].

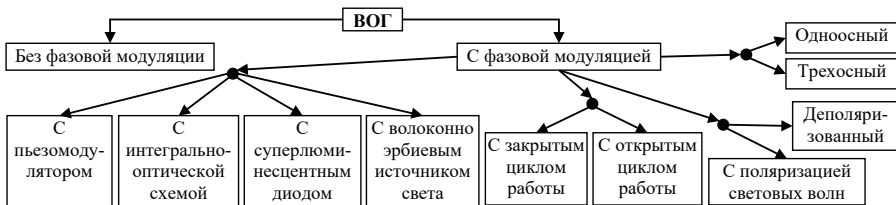


Рисунок 1 – Классификация ВОГ

По сравнению с ЛГ ВОГ имеют следующие преимущества: из-за использования в качестве среды распространения света оптического волокна (ОВ), эффект Саньяка, на котором основан принцип работы прибора, проявляется на порядки сильнее, так как затухание в ОВ на порядки ниже, чем в открытой линии связи; ОВ подводится непосредственно к фотоприемнику, что обеспечивает попадание света на датчик практически на 100 %, в то время, как в ЛГ на датчик попадает не более 50 % световой энергии; конструктивно ВОГ выполнен в форме твердотельного прибора (рисунок 2), что делает его более надежным и простым в эксплуатации; ВОГ непосредственно измеряет скорость вращения, а не вычисляет ее на основе измерения приращения скорости, как в ЛГ; ВОГ чувствителен к обратному (реверсному) направлению вращения; ВОГ с высокой точностью измеряет малые угловые скорости.

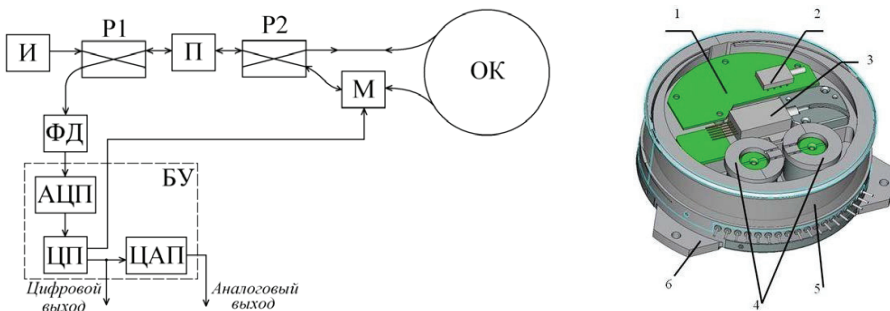


Рисунок 2 – Конфигурация и компоновка волоконно-оптического гироскопа (Татарников)

И – излучатель; P1, P2 – разветвители; П – поляризатор; ОК – оптоволоконная катушка; М – модулятор; ФД – фотодетектор; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЦАП – центральный процессор; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; БУ – блок управления; 1 – плата усилителя фототока; 2 – фотодиод; 3 – суперлюминесцентный диод; 4 – фазовые модуляторы; 5 – катушка волоконного контура; 6 – корпус

В настоящее время американская военно-промышленная компания «Northrop Grumman» выпускает БИНС на базе ВОГ (LN251) точность определения координат которых соответствует лучшим современным БИНС на базе ЛГ (LN251 – 1,5 км/ч; БИНС-21 – 0,9 км/ч; БИНС-СП-2 – 1,85 км/ч) [4]. Таким образом, в настоящее время волоконная гироскопия наряду с лазерной гироскопией перешла в область производства приборов навигационного класса точности (0,01°/ч). Дальнейшее развитие ВОГ будет идти в следующих направлениях [5]: повышение стабильности приборов за счет повышения качества элементов (модуляторов, светоделителей, поляризаторов и волоконного контура), повышения их температурной стабильности, снижения чувствительности к механическим вибрациям; повышения предельной чувствительности путем уменьшения глубины модуляции флуктуаций источников излучения (что может привести к вытеснению ЛГ волоконными из области навигационной гироскопии); удешевление и миниатюризация ВОГ за счет серийного производства интегральных модулей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов, А.Г. Обзор современного состояния волоконно-оптических датчиков угловой скорости и тенденции их развития / А.Г. Кузнецов, А.В. Молчанов, М.В. Чиркин, Е.А. Измайлов // Квантовая электроника – 2015. – №1(45). – С. 78–88.
2. Сущенко, О.А. Обзор современного состояния волоконно-оптических датчиков угловой скорости и тенденции их развития / О.А. Сущенко, В.В. Пальчик // Электроника и системы управления – 2011. – №3(29). – С. 74–84.
3. Горохов, С.Л. Волоконно-оптические гироскопы (обзор) / С.Л. Горохов // Научно-технич. вестник информац. технологий, механики и оптики – 2005. – №4(20). – С. 60–67.
4. Борисова, А.Ю. Анализ разработок современных бесплатформенных инерциальных навигационных систем / А.Ю. Борисова // Инженерный вестник – 2017. – №5. – С. 50–57.
5. Андропова, И.А. Физические проблемы волоконной гироскопии на эффекте Саньяка / И.А. Андропова, Г.Б. Малыкин // Успехи физич. наук – 2002. – №8. – С. 849–873.

НАПРАВЛЕНИЕ

«БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ»

DEVELOPMENT OF ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Taking into account the features of modern aircraft, the authors recommend the structure of the power supply system of the aircraft, which contains: RES1 and RES2 – renewable energy sources, BP – battery pack, BMU – battery monitoring unit, CS – control system, EMC1 and EMC2 – electromechanical complexes of the power system of electric motors based on asynchronous motors with short-circuited rotor (AMSCR), G1 and G2 – generators, E1 and E2 – aviation engines of internal combustion.

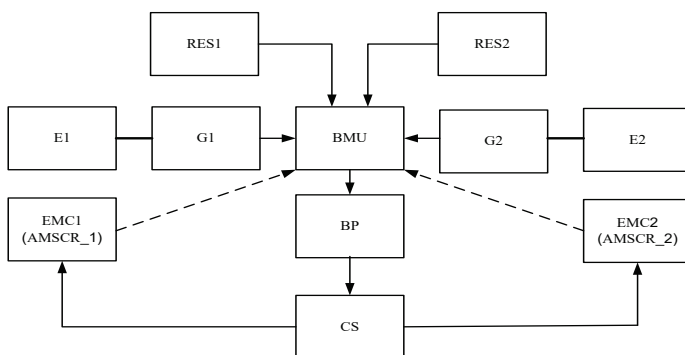


Figure 1 – Recommended structure of the aircraft power supply system

In modern aircraft, the structure of the power supply is built in such a way that the main sources of electric energy (EE) are generators, whose work is directly connected with the operation of the internal combustion engines (aircraft engines). In case of failure of internal combustion engines, aircraft in-flight power system is powered solely from the batteries, which is the emergency source EE onboard. Meanwhile, the emergency power supply system on the basis of batteries designed to supply electro starter and equipment ignition when starting the aircraft engines, it is vitally important to consumers during the flight. The lifetime is an important characteristic for battery and depends on many internal and external factors [1]. Complicated specific operating conditions dictate the necessity of monitoring the status of aircraft on-board batteries. The authors propose to implement condition monitoring on-board batteries in the BMU unit (see Figure 1). Meanwhile, the unit BMU battery will perform the functions of the charger. It is also proposed in addition to aircraft engines, is standard on the aircraft, in parallel to set the motors and as an additional source of the primary side of the power supply system, renewable energy sources. Given the basic tendencies of development of aircraft in the world today, among the major indicators of the Autonomous aircraft power systems is their energy efficiency, reliability and manageability.

Although in the generator mode, the short-circuit induction motor (AMSCR) is rarely used due to the presence of an external cool-down characteristic and imperfect condenser excitation, but such application has a number of undeniable advantages over synchronous generators [2] such as: simplicity and reliability of the design; small weight and dimensions; low cost; easy installation and maintenance.

Taking into account the possibility of EE, including AMSCR, to work both in power and in generator mode, and optimum weight and weight indices, AMSCR is the optimal option for the implementation of additional power sources of low power on board the aircraft.

The energy efficiency of the on-board power supply system can be expressed as the ratio of the difference between the energy produced W_{ps} and the energy losses in the converters ΔW_p and rechargeable batteries ΔW_b :

$$k_e = (W_{ps} - \Delta W_p - \Delta W_b) / W_{ps_max}. \quad (1)$$

From the analysis of formula (1) it can be seen that the energy efficiency of the airborne power supply complex-electric power consumption of the aircraft depends on its structure and the coefficients of the usefulness of the transforming devices. An integrated approach to building a power supply system-power consumption of the aircraft will reduce losses in the distribution board network [2].

Next we will consider the reliability index, which is closely related to the reservation. Since in case of general reservation, the failure of the on-board electrical equipment of the aircraft will come with the refusal of all backup and one main, then with a separate reservation and in the presence of backup chains probability of failure of aircraft on-board electrical equipment will be equal to the product of the probability of failure of the main Q_{och} and backup Q_{pcsi} chains:

$$Q(t) = Q_{och}(t) \prod_{i=1}^m Q_{och}(t) = \prod_{i=1}^{m+1} Q_i(t). \quad (2)$$

In the case of a separate reservation, if each main element has m backup elements, the probability of failure of the on-board electrical equipment of the aircraft due to the failure of elements of the i -th type is equal to the product of the probabilities of failures of the i -th element q_i and all its reserving elements, i.e.:

$$Q(t) = \prod_{i=1}^{m+1} q_i = \prod_{i=1}^{m+1} (1 - p_i(t)). \quad (3)$$

Where $p_i(t)$ is the probability of failure-free operation of the i -th element and all its reserve ones:

$$p_i(t) = 1 - \prod_{i=1}^{m+1} (1 - p(t)). \quad (4)$$

As can be seen from formulas (2-4), when connecting additional power sources to the on-board power supply system of the aircraft using backup chains, the probability of the failure of on-board electrical equipment will decrease, which will increase the reliability of the electrical supply system of the onboard assembly. Moreover, the probability of failure-free operation of the power supply system of the airborne complex in the general reservation was 0.98, and in the scheme of the previous connection 0.85.

The modern concept of aircraft development sets forth the requirements related to the miniaturization of on-board power and electronics systems, as well as requirements for the use of advanced technologies for manufacturing aircraft designs. Given the application of nanotechnology in the production of SB, there is a prospect of increasing the efficiency of their functioning and at the same time, a significant reduction in their cost. The implementation, if possible, of such implementation (depending on the design of the aircraft) as additional sources of the main electrical power supply system, the retractable wind power installations and the use as power systems of electric motors to install asynchronous motors with a short-circuited rotor, with the possibility of their use in generator mode, is also relevant.

REFERENCES

1. Touat M.A.; Bocharnikov I.V.; Bodnar L.S. Parametric optimization of multivariable robust control using genetic algorithm. – IX International Scientific Conference of graduates and young scientists "Polit": Proceeding of abstracts. Kyiv NAU-Druk: 215–216.
2. Asai K.; Watada D.; Ivay S., and other. Applied fuzzy systems / translated from Japanese by T. Terano, K. Asai, M. Sueno. – M.: Mir, 1993. – 386 pp.

УДК629.7.

S. Boiko PhD, Yu. Shmelev PhD, O. Ponomapenko

Kremenchug Flight College at the Kharkov National University of Internal Affairs

THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF POWER SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Ukraine possesses a full cycle of aviation engineering and occupies a significant place in the global aviation market in the transport and regional passenger aircraft sector, which allows the development and production of aviation technology in areas such as aircraft engineering, on-board radio equipment, focused on the use of satellite communication systems, navigation and observation, ultralight and light aircraft, helicopter construction, unmanned aerial vehicles. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are no exception. Today, this technology is applied in many areas of activity and has extremely high prospects for other areas. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are currently used to address a wide range of tasks, such as border patrols, reconnaissance, transportation and armed attacks. This diversity is due to the fact that UAVs are very technological, which explains their widespread use. Modern technologies of UAV energy supply have not yet reached the proper level, due to the dynamic development of this technology. Therefore, the purpose of the work is to develop a variant of the power supply system of the UAV using, in addition, alternative power sources and control system of the proposed grid.

The main components of the UAV are: an airplane with a special landing system, a power plant, a power supply for it, a power supply system, on-board radio electronic equipment (on-board control equipment and electronic elements of the target load). The UAV scheme in NATO countries is presented in Figure 1.

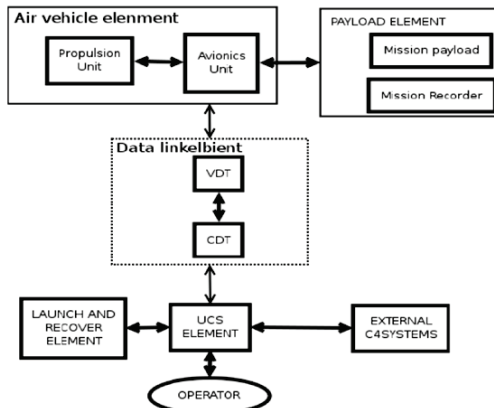


Figure 1 – Energy supply system for unmanned aerial vehicles

The UAV should consist of three main elements: air vehicle element, payload element and control system (UAV air component). To analyze the possibility of external influence it is expedient to consider elements that can interact with other components using a wireless communication line (radio, optical, acoustic). In this case it may be a control system and a target load.

UAVs are characterized by the following advantages over manned aeronautics, such as: the lack of a need for crew and systems for its life support, in aerodromes; relatively low cost and low costs for their creation, production and operation; relatively small weight and dimensions in combination with high reliability, significant length and range of flight, maneuverability and a list of target equipment that can be placed on board, etc.

The height of the flight significantly affects the work of the whole complex of electrical equipment and other airborne equipment of the aircraft.

External influences on electrical installations can lead to various types of damage, for example, to breakage of wires and windings, especially in the places where they are soldered, until cracks and damage to electrical insulating materials, accelerated wear of the axes and bearings in actuators, deviations from normal operation of spring and moving elements of mechanical systems.

The tactical and technical requirements for aircraft equipment, developed taking into account the conditions of operation of the electrical equipment and its purpose, include the following indicators: reliability and faultiness, requirements for mass and dimensions, strength of electrical equipment, chemical resistance of electrical equipment, ease of operation and repair of electrical equipment, economic requirements.

From the onboard generators all the electronics are emitted on board the aircraft, so the failure of generators will lead to the discharging of all on-board equipment. In this case, in some types of aircraft, manufacturers install retractable wind power units (RWPU) that produce current due to the fact that the wind wheel is spinning under the influence of the counterflow of air on the blade, which makes it possible at least to keep track of critical technical indicators of the state of airborne equipment and aircraft systems.

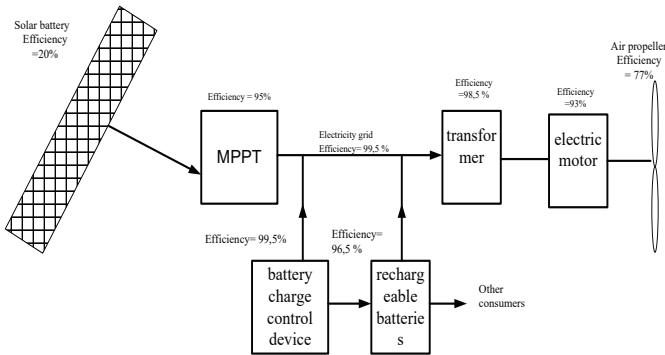


Figure 2 – Principle diagram of power plant for unmanned aerial vehicles using solar energy

At present, solar batteries (SBs) are one of the most promising alternative sources of electric energy in aircraft. Taking into account the fact that the SBs have been used in cosmonautics, which occupy a dominant position among other sources of autonomous power supply, we can talk about the further active their implementation in the system of primary emergency power supply aircraft systems, as additional sources of electrical energy.

Therefore, in view of the urgency of the problem of increasing the reliability of the operation of the entire complex of aircraft equipment, in order to increase the safety of operation, it is expedient to consider the issues of modernization of the airborne power supply aircraft, including renewable energy sources.

REFERENCES

1. Bocharnikov V.P.; Bocharnikov I.V. 2010. Discrete fuzzy filter of UAV flight parameters. Proceedings of the NAU. N 3 (44): 30–39.
2. Bocharnikov V.P. Fuzzy Technology: Mathematical Foundations. Modeling Practice in Economics. – St. Petersburg: Science of the RAS, 2000. – 328 pp. [Bocharnikov V.P. 2000. Fuzzy-Technology: Mathematical Foundations. The practice of modeling in economics. St. Petersburg Nauka RAN 328 p.] (In Russian).

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛА ТАНГАЖА ПЕРЕГРУЗКИ
 БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ
 MATLAB R2017b**

В современных системах автоматического управления довольно часто управление продольным движением центра масс беспилотного летательного аппарата самолетного типа осуществляется через контур перегрузки. С целью сохранения постоянства структуры канала, что благоприятствует повышению надежности (уменьшается число переключений в схеме), целесообразно и стабилизацию углового положения беспилотника вести через контур перегрузки. Тогда закон управления может быть записан следующим уравнением (1):

$$\Delta \delta_{\text{ВРА}} = -k_{\text{В}}^{n_y} (\Delta n_{y_3} - \Delta n_y) + k_{\text{В}}^{\omega_z} \omega_z, \quad (1)$$

где $\Delta n_{y_3} = k_{n_y}^{\vartheta} (\vartheta_3 - \vartheta)$ – заданное значение избыточной перегрузки;

$k_{n_y}^{\vartheta}$ – передаточное число.

Структурная схема контура тангажа беспилотного летательного аппарата представлена на рисунке 1, в которой появляется еще одна местная обратная связь по Δn_y , создающая дополнительный канал воздействия на динамику контура [1].

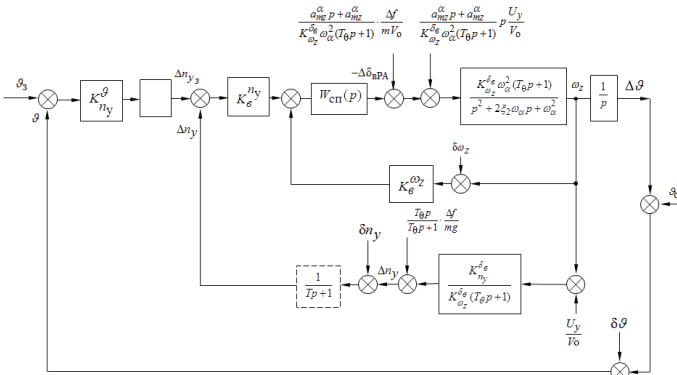


Рисунок 1 – Структурная схема стабилизации угла тангажа через контур перегрузки

Преобразованной структурной схеме соответствует следующая передаточная функция разомкнутого контура (2):

$$W(p) = \frac{k_n^{\vartheta} \cdot k_{n_y}^{\vartheta} \cdot k_{\omega_z}^{\delta_{\theta}} \cdot \omega_{\text{сп}}^2 \cdot \omega_{\alpha}^2 (T_{\text{ос}} p + 1)}{(p^2 + 2\xi_{\alpha} \omega_{\alpha} p + \omega_{\alpha}^2) (p^2 + 2\xi_{\alpha} \omega_{\alpha} p + \omega_{\alpha}^2) (T_{\text{ос}} p + 1) p}. \quad (2)$$

В полученной передаточной функции входит форсирующее звено с постоянной времени $T_{\text{ос}}$. В этом и проявляется роль обратной связи по перегрузке – место постоянной времени самолета теперь занимает величина, которую можно подбирать, исходя из

требований, предъявляемых к рассматриваемому контуру. В отличие от передаточной функции, соответствующей закону управления $\Delta \delta_{вРА} = -k_B^{\theta} (\theta_3 - \theta) + k_B^{\omega} \omega_z$, в передаточную функцию вместо звена $T_{\theta}p+1$ входит форсирующее звено с постоянной времени $T_{ос}$. В этом и проявляется роль обратной связи по перегрузке – место постоянной времени самолета теперь занимает величина, которую можно подбирать, исходя из требований, предъявляемых к рассматриваемому контуру.

Имитационное моделирование контура тангажа перегрузки проводилось в среде MatLab R2017b в частотной области (рисунок 2), при следующих значениях коэффициентов: $T_{\theta} = 1,25 \text{ с}$, $\omega_{сп} = 15-20 \text{ с}^{-1}$, $\xi_{сп} > 1$ [2].

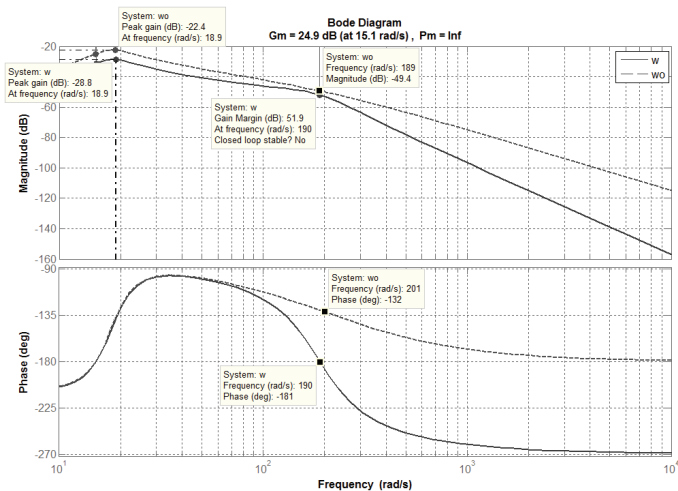


Рисунок 2 – Логарифмические частотные характеристики контура тангажа

В структурной схеме контура зависимости процесса изменения угла атаки и связь $\omega_z \pm \Delta \eta_y$ при воздействии ветра находят отражение в виде дополнительных возмущений. В обоих случаях дополнительные возмущения, связанные с перегрузкой, в установившемся режиме отсутствуют. Это объясняется тем, что появляющееся при сбрасывании груза приращение перегрузки компенсируется уменьшением балансирующего угла атаки, а приращение перегрузки, создаваемое вертикальным ветром, устраняется восстановлением прежнего балансирующего значения угла атаки. В переходном режиме реакция контура на типовые возмущения несколько изменяется вследствие обратной связи по перегрузке.

Ошибки измерителей оказывают такое же влияние, как и в первом варианте контура тангажа. Для акселерометра характерен довольно значительный уровень шумов, создаваемых вибрацией конструкции. В связи с этим в цепи сигнала акселерометра ставят обычно простейший фильтр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яковлев К.С., Макаров Д.А., Панов А.И., Зубарев Д.В. Принципы построения многоуровневых архитектур систем управления беспилотными летательными аппаратами // Авиакосмическое приборостроение. 2013. – № 4. – с. 10–28.
2. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. / [П.П. Афанасьев, И.С. Голубев, В.Н. Новиков и др.]; под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина. – Издание второе, переработанное и дополненное. – М.: 2008. – 656 с.

УДК 629.7

В.В. Берулин, А.Б. Гоголев

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ПОИСКА НАЗЕМНЫХ ЦЕЛЕЙ ДИСТАНЦИОННО-ПИЛОТИРУЕМОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Одной из основных задач воздушной разведки является поиск объектов противника в заданной области его территории с целью немедленного воздействия на них. Метод поиска объектов противника определяется их подвижностью, размерами, заметностью и плотностью размещения в его боевых порядках. К настоящему времени на основе опыта военных конфликтов на Западе сформировалась устойчивая система взглядов на развитие видов Вооруженных сил.

Основным направлением развития сухопутных войск США (НАТО) является создание высококомобильных воинских формирований, оснащенных полным набором сил и средств, обеспечивающих ведение боевых действий в отрыве от тыловых подразделений. Подобные воинские формирования уже прошли первое практическое применение в боевых действиях в Ираке. Высокая подвижность механизированных воинских подразделений в сочетании с другими мероприятиями подтвердили свою высокую эффективность при наличии оперативного простора [1,2].

Основными методами поиска объектов противника являются:

- поиск цели в заданной исполнительной зоне;
- барражирование в исполнительной зоне;
- облет заданного рубежа в боевых порядках противника;
- выход в заданную точку на территории противника и ее облет;
- поиск наземной цели в заданном угловом секторе;
- поиск наземной цели на заданном маршруте полета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федосов, Е.А. Авиация ПВО России. Научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра. М.: Изд-во «Дрофа», 2005.

2. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. – Мн.: ООО «Попурри», 2003. – 272 с.

УДК 623.618

В.Г. Бутенко

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЛЕКСОВ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК

Отличительными особенностями современного противовоздушного боя стали значительный пространственный размах, высокая динамичность и маневренность. Эффективное управление воинскими частями и подразделениями становится таким же решающим фактором успеха, как количественные и качественные характеристики войск и оружия, а соотношение возможностей управления сторон – не менее важным показателем, чем соотношение боевых сил и средств. В условиях скоротечных боевых действий как никогда остро встает вопрос о борьбе за выигрыш во времени, о быстром обнаружении противника, об умении боевых расчетов быстро оценивать обстановку и эффективно решать задачи боевого управления. От того насколько быстро будет обнаружен противник, насколько точно будет раскрыт его замысел, тип и количество применяемых средств нападения, будет зависеть дальнейшее принятие решения на отражение удара.

В настоящее время задачи по обнаружению, сопровождению, определению типа, тактико-технических характеристик (ТТХ) и государственной принадлежности воздушных объектов возложены и решаются радиотехническими войсками (РТВ).

За последние годы широкое распространение как в военной, так и гражданской сферах получили беспилотные летательные аппараты. Отличительной чертой этого вида авиационной техники является отсутствие человека (экипажа) на борту. Беспилотные самолёты, вертолёты, конвертопланы, способны длительное время находиться в воздухе, совершать полёты на большие расстояния и нести различную полезную нагрузку. Эффективность выполнения поставленных задач зависит от точности позиционирования аппаратов в воздушном пространстве. Для определения местоположения их в полёте применяются GPS/ГЛОНАСС приёмники. В качестве дополнительных или альтернативных спутниковым системам навигации и наведения беспилотников могут служить бортовые системы ориентирования с реализацией методов получения изображений и распознавания объектов в формате 3D. В последнее время широко анализируются инженерные решения, характеристики и возможности построения систем управления, навигации и наведения летательных аппаратов с лазерными приборными модулями [1]. Предложены различные составы и схемы функционирования автономных систем ориентирования беспилотного летательного аппарата - бортового модуля, включающего камеру, лазерный сканер, фильтр. Приборы должны работать совместно, синхронно, во взаимодействии с инерциальным измерительным блоком, создавая вокруг летательного аппарата зону просмотра и измерений в формате 3D. В результате могут формироваться характерные контрольные точки и фигуры, определяющие не только точность следования беспилотного летательного аппарата по заданному маршруту, но и параметры объёмных объектов (целей) или препятствий [2].

Блоки управления и регистрации учитывают в полёте: угол крена; угол тангажа; истинный курс; магнитный курс (от системы геомагнитного ориентирования); истинную воздушную скорость; скороподъемность; угловую скорость по оси X; угловую скорость по оси Y; угловую скорость по оси Z; линейное ускорение по оси X; линейное ускорение по оси Y; линейное ускорение по оси Z; относительную высоту; напряжение системы электропитания (аккумуляторных батарей); долготу (от приемника GPS и ГЛОНАСС); широту (от приемника GPS и ГЛОНАСС); курс (от приемника GPS и ГЛОНАСС); наличие сигнала GPS или количество обнаруженных спутников (от приемника GPS и ГЛОНАСС); скорость относительно земли (от приемника GPS и ГЛОНАСС); абсолютную высоту (от приемника GPS и ГЛОНАСС); восточную составляющую скорости относительно земли (от приемника GPS и ГЛОНАСС); северную составляющую скорости относительно земли (от приемника GPS и ГЛОНАСС); вертикальную составляющую скорости относительно земли (от приемника GPS и ГЛОНАСС); астрономическое время (от приемника GPS и ГЛОНАСС); команды по управлению исполнительными механизмами (рис.1).

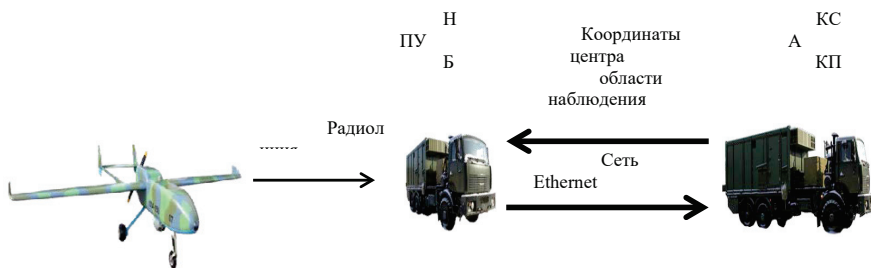


Рисунок 1 – Схема подключения видеоинформации от НПУ БПЛА

В связи с этим возникает необходимость разработки алгоритмов программ комплексов средств автоматизации РТВ, включающих в себя [3]:

1) разработку схем общего функционирования;

2) разработку схем частных алгоритмов программ, которые предназначены для гарантированного распознавания воздушных объектов.

Таким образом, для разработки алгоритмов предлагается использовать:

– проверку нахождения воздушных объектов в зоне гарантированного распознавания аэродинамических и баллистических целей;

– определение класса воздушных объектов по принятому на момент набора данных: класс цели не определён, класс «баллистическая цель», класс «аэродинамическая цель»;

– определение подкласса аэродинамического объекта по результатам объединения радиолокационной информации и информации каналов пассивной радиотехнической разведки;

– определение подкласса аэродинамического объекта по видеoinформации, полученной от БПЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Джефф Хорвиц, UNIX системы. Проектирование, конфигурирование и формирование технической политики информационного центра, Москва: ООО «ТИД»ДС», 2004. – 589с.

2. И. Жук, Экспериментальная авиация: особый вид, высокая ответственность, Журнал государственного военно-промышленного комплекса Республики Беларусь, Минск: ВИА «Ваяр», № 3(17), 2015. – 94 с.

3. А.В.Куренев, Ю.В.Фролов Программное обеспечение комплекса средств автоматизации 7В 960, - Минск: ВА РБ, 2011. – 116 с.

УДК 355.23

Д.А. Дьяков, К.Е. Рогачевский, И.В. Рожков

Белорусская государственная академия авиации

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ НА ВОЕННОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В УО «БГАА»

В настоящее время применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) в вооруженных конфликтах последнего времени показывает высокую эффективность использования БЛА как в качестве разведчиков, так и в качестве носителей средств поражения и специальной аппаратуры. В связи с этим постоянно корректируются требования к уровню профессиональной подготовки специалистов по эксплуатации беспилотных авиационных комплексов (далее – БАК).

На военном факультете в учреждении образования Белорусская государственная академия авиации (далее – БГАА) подготовкой специалистов по эксплуатации БАК занимается кафедра беспилотных авиационных комплексов и боевого управления военного факультета. Преподавательским составом кафедры разработана и в настоящий момент проходит апробацию система подготовки специалистов по эксплуатации БАК.

Подготовка специалистов с высшим образованием производится для государственной авиации по специальности «Беспилотные авиационные комплексы» и двум специализациям: «Технологическая эксплуатация беспилотных авиационных комплексов» (операторы БЛА и операторы целевой нагрузки) и «Техническая эксплуатация беспилотных авиационных комплексов» (инженеры БАК). Срок обучения составляет 4 года.

В ходе обучения особое внимание уделяется практической подготовке, которая для специализации «Технологическая эксплуатация БАК» состоит из трех модулей:

Первый модуль – приобретение навыков в управлении БЛА в ручном режиме. Обучение проводится на технологической практике на первом курсе. Для этого используются модели БЛА самолетного и вертолетного (квадрокоптеры) с ручным управлением.

Второй модуль – приобретение первичных навыков в управлении БЛА в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Обучение проводится на технологической практике на втором курсе с использованием учебно-тренировочных комплексов самолетного и вертолетного типа (рисунок 1).



Рисунок 1 – Учебно-тренировочные комплексы

Третий модуль – приобретение навыков в управлении тактических БЛА ближнего действия. Обучение проводится с использованием БЛА заказчика на технологической практике и войсковой стажировке на третьем и четвертом курсах.

Всего за период обучения курсанты выполняют по 25–30 управлений моделями БЛА, 10–15 управлений учебно-тренировочными комплексами и 6–8 управлений БЛА.

В ходе практик курсанты получают также первичные навыки в выполнении задач по предназначению (фото, виде и ИК-разведка, наведение, целеуказание, доставка грузов и др.), а также навыки работы оператора целевой нагрузки.

Для поддержания приобретенных практических навыков, а также отработка действий в составе расчета БАК с учетом перспективных разработок предусмотрена тренажная подготовка, которая проводится в течение каждого учебного года. Для этого используется комплексный тренажер подготовки расчета БАК (рисунок 2).

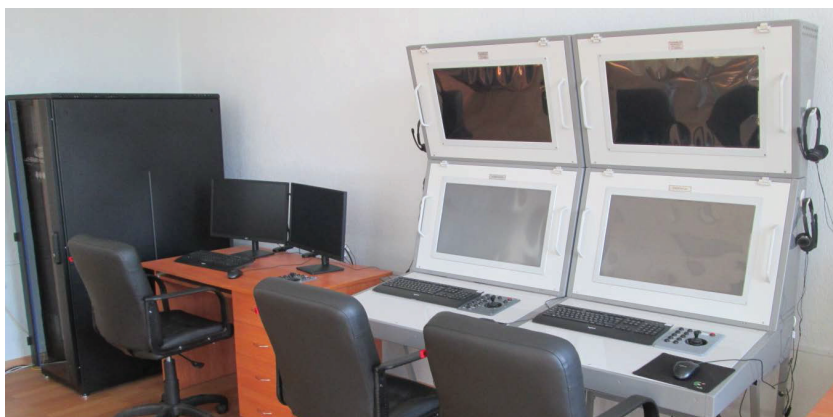


Рисунок 2 – Комплексный тренажер подготовки расчета БАК

Результатом практической подготовки является готовность обучаемых к самостоятельному управлению тактических БЛА и выполнению задач по предназначению.

По окончании БГАА выпускникам присваивается звание лейтенант и квалификация «Инженер. Специалист по управлению».

Второй компонент системы подготовки специалистов по эксплуатации БАК – переподготовка и повышение квалификации на курсах подготовки операторов БЛА, руководителей полетов БЛА и инженерно-технического состава БАК.

Длительность курсов обучения зависит от уровня первоначальной подготовки слушателей и варьируется от 100 до 160 часов.

Таким образом, созданная на военном факультете в УО «БГАА» система подготовки специалистов по эксплуатации БАК позволяет обеспечить потребность военной организации государства в специалистах по эксплуатации БАК

УДК 629.7.05

А.М. Коваленко, А.А. Шейников

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

СПОСОБЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИИ БЛА В УСЛОВИЯХ ПОМЕХ

В настоящее время большое развитие получили средства радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с беспилотными летательными аппаратами (БЛА), например, «Гроза», «Красуха». Такие системы обеспечивают эффективное подавление каналов управления и спутниковой навигационной связи (СНС), принуждая БЛА к посадке. Кроме этого точность измерений СНС зависит от состояния ионосферы и атмосферы Земли (сильная облачность и т. д.). При отсутствии сигналов СНС в бортовой ИНС возникают ошибки определения координат, которые вызваны инструментальными погрешностями чувствительных элементов. Процесс накопления ошибок ИНС имеет экспоненциальный характер, поскольку дисперсия ошибки пропорциональна кубу времени интегрирования [1]. Поэтому инерциальные навигационные системы проблематично использовать без дополнительной коррекции в течение продолжительного времени. Наиболее эффективным решением такой задачи является комплексирование ИНС и бортовой оптико-электронной системы (ОЭС) так как ее ошибки не накапливаются с течением времени, а их значения зависят от характеристик ОЭС, высоты полета над подстилающей поверхностью, случайных изменений углов ориентации БЛА, а также от работы алгоритмов, отвечающих за точность определения относительных координат.

В авиационных навигационных системах при комплексировании информации широко используются методы оптимального линейного оценивания (фильтрация Калмана-Бьюси) и методы марковской теории оценивания. При этом используются различные алгоритмы построения процедур обработки измерений. На рисунке 1 показаны рассмотренные схемы комплексирования навигационных измерителей. Широкое применение получили схемы, известные как способ компенсации (а) и способ фильтрации (б).

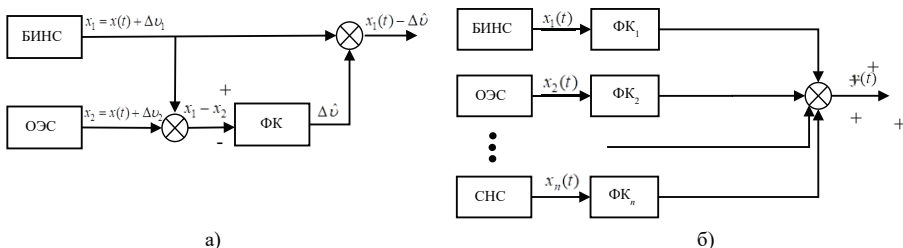


Рисунок 1 – Структурные схемы комплексирования навигационных измерителей

Идея способа компенсации заключается в формировании разностных измерений при которых исключается из рассмотрения навигационный параметр (полезное сообщение). Навигационные измерители (БИНС и ОЭС) определяют один и тот же навигационный параметр $x(t)$. Сигналы на выходе навигационных измерителей x_1 и x_2 включают погрешности измерений $v_1(t)$ и $v_2(t)$. Разностный сигнал поступает в линейный фильтр, который выдает оценку результирующей погрешности комплексной навигационной системы. Далее оценка погрешности системы вычитается из выходного сигнала измерителя. Таким образом результирующая погрешность существенно меньше чем погрешность отдельных измерителей.

Способ фильтрации подразумевает наличие линейных фильтров с передаточными функциями, на вход которых поступают сигналы от соответствующих измерителей. Задача фильтра заключается в подавлении помех и пропуски полезного сигнала с наименьшим искажением. При реализации комплексной навигационной системы по данной схеме необходимо, чтобы фильтр не вносил динамических погрешностей в измерение $x(t)$.

Алгоритмы комплексирования информации в инерциальных навигационных системах БЛА разделяются по уровню интеграции [1]. Основные схемы построения комплексных навигационных систем, а также варианты их применения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Способы комплексирования информации в ИНС БЛА по уровню интеграции

Схемы уровней интеграции	Описание	Вариант применения
Раздельная	Самый простой вариант построения ИО систем в котором БИНС и ОЭС не зависят друг от друга. Для ограничения роста погрешностей производится периодическая перезагрузка алгоритмов БИНС по данным ОЭС.	Применяется при маршрутном способе навигации, когда с помощью ОЭС осуществляется оценка линейного бокового отклонения БЛА от линии заданного пути.
Слабосвязанная	Способ основан на формировании разностных измерений сигналов. Решение задачи оценивания осуществляет фильтр Калмана (ФК) с заложенными моделями погрешностей.	Применяется в комплексных системах при навигации по опорным точка с известными координатами.
Сильносвязанная	Следующая по уровню интеграции.	Применяется в навигационных системах с высоким уровнем доступа
Глубокоинтегрированная	На ФК возложено большое количество задачи (оценивание навигационных параметров навигации и ориентации, оценка погрешностей гироскопов и акселерометров)	Может применяться на БЛА, обладающих мощными вычислительными ресурсами.

Таким образом, одним из важнейших принципов построения авиационных систем навигации является комплексирование устройств и систем, входящих в их состав, при котором осуществляется совместная обработка навигационной информации, получаемой от нескольких измерителей для снижения общей погрешности системы датчиков (для повышения точности навигации). Разработка алгоритмов комплексной обработки информации, выбор структуры, задание уровней иерархии и разработка математических моделей навигационных сигналов и погрешностей являются важными этапами создания авиационных навигационных комплексов БЛА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвеев, В. В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: учеб. пособие / В. В. Матвеев, В. Я. Распопов; ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». – СПб, – 2009. – 280 с.

**ОСНОВНОЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Методологической основой создания теории эффективного применения (комплекса беспилотного летательного аппарата) КБЛА различных видов и назначения является такое направление прикладной математики как теория исследования операций, получившая бурное развитие в 60...80 г. прошлого века.

Важным требованием этой теории является необходимость оптимальной организации действий (операций) в любой сфере человеческой деятельности, включая и военную сферу. Для ее практической реализации используются понятия цели операции и критерия ее оптимального (эффективного) достижения [1]. При этом искомыми параметрами при исследовании конкретной операции являются количественные значения ресурсов применяемых для оптимального достижения цели проводимой операции.

Математический аппарат решения задач исследования операций достаточно подробно представлен в многочисленной литературе по данному научному направлению.

В качестве недостатка разработанной теории исследования операций можно отметить рассмотрение в ней единственной цели операции и соответственно одного критерия оптимальности ее достижения. Соответственно методы решения задач исследования операции позволяли определять единственное оптимальное решение.

Практика организации эффективной деятельности в военной и гражданской сферах указала на необходимость учета совокупности часто противоречивых целей, достижение каждой из которых описывается собственным критерием оптимальности [2].

Рассмотрение таких многокритериальных задач стало предметом прикладной теории принятия решений, которую можно определить как дальнейшее развитие теории исследования операций.

Математически методы такой теории позволяют получать совокупность вариантов эффективных (неулучшаемых) решений, из которой лицо, принимающее решение, выбирает вариант наиболее подходящий для текущих конкретных условий проводимой операции.

Критерии эффективности применения КБЛА должны удовлетворять следующим требованиям:

- описание только основных целей операции;
- минимальное число используемых критериев, понятных персоналу беспилотных подразделений, связанному с подготовкой и принятием решений по применению КБЛА;
- наличие четких методик расчета значений используемых критериев эффективности применения КБЛА в различных операциях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федосов, Е.А. Авиация ПВО России. Научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра. М.: Изд-во «Дрофа», 2005.
2. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. – Мн.: ООО «Попурри», 2003. – 272 с.

ОСОБЕННОСТИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННО-ПИЛОТИРУЕМОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Применение дистанционно-пилотируемого летательного аппарата (ДПЛА) предусматривает возможность изменения функционального поведения по командам оператора наземного пункта управления (НПУ). С этой целью система управления ДПЛА предусматривает наличие трех каналов связи: оптического (ОКС) – между подстилающей поверхностью и оптико-электронной системой (ОЭС) ДПЛА; телевизионного канала связи (ТКС) – между ДПЛА и оператором НПУ, для передачи изображения подстилающей поверхности на НПУ; радиоканала связи (РКС) – для передачи команд управления от оператора НПУ в систему управления ДПЛА [1].

Телевизионный и радиоканалы связи имеют аппаратуру, размещаемую как на НПУ, так и на борту ДПЛА, передающая и приемная антенна при этом совмещены.

Схема боевого применения ударного ДПЛА отличается от комплекса беспилотного летательного аппарата. Например, этап функционирования ДПЛА в районе цели, на котором в автоматическом режиме постоянно поддерживается двусторонняя связь между ДПЛА и НПУ, заключается в следующем (рисунок 1). После обнаружения станцией радиотехнической разведки радиоэлектронного сигнала в районе барражирования ДПЛА автоматически начинает осуществлять наведение на точку с координатами источника излучения. При наличии связи между ДПЛА и НПУ на телевизионный индикатор оператора передается текущее изображение местности, получаемое от ОЭС ДПЛА [2].

Обнаружив цель, оператор осуществляет «привязку» к цели. После определения координат цели система управления ДПЛА переходит в режим ее автоматического сопровождения. На борту ДПЛА решается задача прицеливания и при достижении аппаратом требуемых расчетных координат осуществляется применение авиационных средств (АСП).

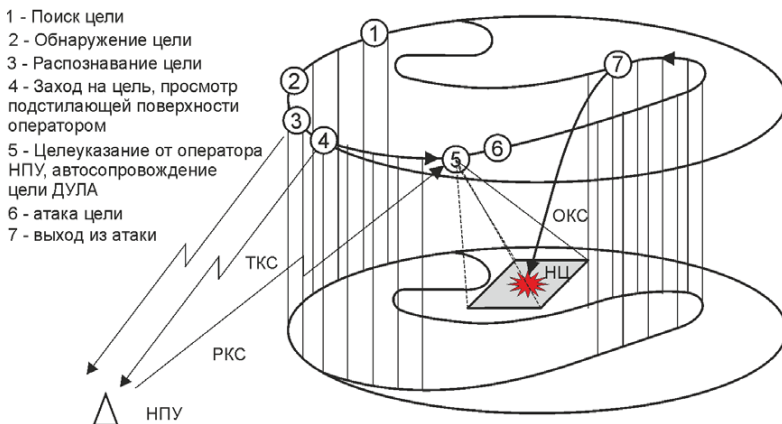


Рисунок 1 – Взаимодействие дистанционно-пилотируемого летательного аппарата с наземного пункта управления в процессе атаки наземной цели

В случае отсутствия информационного контакта с пунктом управления, применение АСП осуществляется в автономном режиме с использованием параметров целеуказания от станции радиотехнической разведки.

Таким образом, анализ особенностей боевого применения ДПЛА показывает, что его боевая эффективность существенно зависит от тактико-технических характеристик применяемого бортового оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федосов, Е.А. Авиация ПВО России. Научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра. М.: Изд-во «Дрофа», 2005.
2. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. – Мн.: ООО «Попурри», 2003. – 272 с.

УДК 629.7

А.Н. Левадный, А.В. Афанасьев

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр
многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси*

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БЛА ТИПА «БУСЕЛ» ПО ДОСТАВКЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ

Важными задачами, решаемыми беспилотной авиацией являются: обнаружение чрезвычайных ситуаций, разведка очагов пожаров, контроль территории, государственной границы, сельскохозяйственных угодий, патрулирование местности, мониторинг линий электропередачи, растительного покрова и др. В настоящее время оказались очень востребованными услуги БЛА по оперативной доставке грузов, например, медикаментов, почты, продуктов питания, спецобъектов в труднодоступные места. Точность доставки должна быть такой, чтобы исключить их повреждение, например, падение на камни, в водоемы, находящиеся в окрестности точки назначения. БЛА типа «Бусел» могут доставлять грузы до 1,5 кг, а типа «Буревестник» – до 40 кг. Допустимая ошибка отклонения точки приземления груза должна быть не более 10–15 м. Создание высокоточной системы связано с применением дорогих компонентов, что существенно увеличивает стоимость БАК.

Решение задачи по выбору точку сброса груза может быть автоматическим на базе ПНК, если координаты точки приземления заданы заранее. Для этого перед стартом БЛА готовится полетное задание и рассчитывается точка сброса. Расчет координат точки сброса представляет собой задачу свободного падения тела при известных аэродинамических коэффициентах и параметрах атмосферы (плотности, давления воздуха и др.). Обязательным условием является непосредственное измерение постоянной (долговременной) составляющей скорости ветра для того, чтобы учесть в задаче. Эксперимент показал, что в возмущенной атмосфере со средней скоростью ветра 5 м/с груз весом 0,5 кг в форме цилиндра относит в продольном или боковом направлении на расстояние до 10 м.

Суммарная ошибка приземления определяется ошибками определения начальных условий (координат центра масс груза и траекторных углов вектора скорости летательного аппарата), ошибками измерения параметров спокойной атмосферы, и ветровыми возмущениями. Наибольшие ошибки вносятся турбулентностью атмосферы, если груз имеет низкую аэродинамическую обтекаемость.

Для БЛА «Бусел» СКО ошибки измерения координат его ЦМ и груза при использовании оптимальной фильтрации координат по данным СРНС и БИНС составляет 3 м, СКО ошибки измерения путевой скорости - 1 м/с, СКО ошибки измерения углов курса и подъема траектории – 0,3 град. В спокойной атмосфере такие начальные ошибки приводят к СКО ошибки приземления 3 м при высоте сброса 100 м. Для уменьшения ошибки измерения углов желательно, чтобы перед сбросом груза БЛА выдерживал прямолинейную траекторию с постоянной путевой скоростью.

Для уменьшения ошибки измерения координат были проведены эксперименты с использованием режима дифференциального метода спутниковой навигации Real Time Kinematics (RTK) и модуля U-Blox NEO-M8P [1]. В данном модуле реализована аппаратная поддержка алгоритмов RTK с использованием библиотеки RTKlib. Координаты подвижного объекта относительно базовой станции RTK измеряются с точностью 0,1–1 м и широко используются в настоящее время для решения геодезических задач. Для передачи дифференциальных поправок на борт БЛА используются существующие каналы связи GSM/GPRS и автономные радиомодемы. Однако применение режима дифференциальной коррекции для малых БЛА не достаточно описано в открытых источниках информации.

В случае, когда координаты точки приземления неизвестны, решается задача определения координат указанной точки или объекта с использованием бортовой видеосистемы. Координаты точки, которая сопровождается по угловым координатам ручным или автоматическим способом, рассчитываются геометрически с использованием информации о высоте, дальности, угловых координатах. На борту БЛА в составе видеосистемы необходимо иметь дальномер, который определяет дальность до точки приземления. Угловые координаты оптической оси видеосистемы измеряются с помощью БИНС. Для повышения точности измерения углов перспективным является применение RTK приемников типа NV08C-RTK-A [2], например, российской фирмы «НВС Навигационные Технологии» с функцией выдачи углов курса, крена, тангажа.

Используя рассчитанные координаты точки приземления, бортовой вычислитель определяет координаты точки сброса, которые индицируются для принятия решения оператором. Подходы к моделированию системы автоматического слежения БЛА за наземным подвижным объектом описаны в [3].

На наш взгляд, целесообразно в комплексе с полигонными (летными) испытаниями БЛА по сбросу грузов, полевыми тренировками операторов проводить лабораторные испытания с использованием авиасимуляторов на базе компьютеров и применением методов полунатурного моделирования для отладки алгоритмов работы прицельных устройств. Для этого в НИЦ используется учебный тренажер и соответствующее специальное программное обеспечение, который имитирует различные процессы полета БЛА, прицеливания и сброса полезной нагрузки. Для тренировки операторов разрабатывается полунатурный стенд, в котором используются физические устройства (видеосистема, трехосевой электромеханический стенд).

Трехосевой динамический стенд, показанный на рисунке 1, воспроизводит угловые движения БЛА, что влияет на точность угловых координат бортовой следящей системой.



Рисунок 1 – Стенд электромеханический

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронные данные. NEO-M8P series, u-blox M8 high precision GNSS modules. [Электронный ресурс] / <https://www.u-blox.com/en/product/neo-m8p-series>, – Дата доступа: 1.10.2019.
2. Электронные данные. Высокоточный ГНСС приемник NV08C-RTK-A с функцией выдачи Курса и Крена/Тангажа [Электронный ресурс] / <http://nvs-gnss.ru/news/company-news/189-nv08c-rtk-a.html> – Дата доступа: 1.10.2019.
3. Системы автоматического слежения БЛА за наземным подвижным объектом / Гриднев Ю.В., Яцына Ю.Ф., Иванов А.Г. // Материалы V Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации» – Минск: Военная академия ВС РБ, 2015. – С. 189.

УДК 623.462.22

А.В. Лопухов, О.В. Сидорович

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛБЫ ЗЕНИТНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ РАКЕТЫ ПО ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ЦЕЛЯМ

Рост тактико-технических характеристик средств воздушно-космического нападения (СВКН) (баллистические цели, самолеты (F/A-22F «Рэптор», F-35 JSF, Еврофайтер «Тайфун»), JAS «Грипен»), крылатые ракеты, беспилотные летательные аппараты и другие летательные аппарата 5-го и 6-го поколений) постоянно возрастает, требуя повышения эффективности стрельбы зенитной управляемой ракеты (ЗУР) по таким целям.

Одним из подходов повышения эффективности – является синергетическая теория управления. Отличающаяся новой системой построения систем управления ракетой, что позволит повысить на 150–200 % эффективность стрельбы по высокоскоростным и высокоманевренным целям.

Синергетический эффект достигается посредством создания системы управления ЗУР находящийся вблизи границы области устойчивости. Управление такой системой наведения ЗУР в плотных слоях атмосферы требует существенно меньших управляющих аэродинамических сил и моментов для его высокоточного наведения на цель, придавая ей свойства сверхманевренности.

Для наведения ЗУР на цель при больших высотах (20–25 км) требует применение газодинамического способа создания управляющих сил и моментов.

Комплексное использование аэродинамического и газодинамического способов управления совместно с теорией синергетического управления позволяет обеспечить высокую эффективность стрельбы ЗУР по высокоскоростным, высокоманевренным целям.

Развитие СВКН, повышение их показателей (количественных и качественных), совершенствование тактики их применения затрудняет действия противовоздушной обороны.

Для обеспечения высокой точности наведения ЗУР на высокоскоростную цель, она должна создать большие перегрузки за минимальный промежуток времени (несколько десятков миллисекунд). Однако выполнение данных требований невозможно обеспечить, используя только аэродинамический способ создания сил и моментов. Исходя из этого, появляется необходимость применения более быстродействующих газодинамических способов создания управляющих полетом сил.

Чтобы газодинамическое управление было максимально эффективным, ЗУР должна обладать сверхманевренными свойствами, так как без нее нельзя обеспечить точное наведение ракеты на цель. Нормальной перегрузкой, которая должна обладать перспективная ЗУР должна составлять около 70-75 единиц, требуя от проектировщиков применения новых материалов, конструкций и технологий изготовления ракет.

Реализация изложенных выше требований позволит:

повысить маневренность ЗУР, ее скорость, ширину боевого применения для поражения СВКН, провести при необходимости повторные пуски, и как следствие увеличить огневые возможности подразделений противовоздушной обороны;

увеличить точность наведения телеуправляемой ЗУР и динамические характеристики системы стабилизации ракеты;

увеличить эффективность поражения высокоскоростных СВКН, за счет применения теории синергетического управления, где связь между каналами осуществляется не косвенно, а напрямую.

К комбинированным способам создания сил и моментов относятся отклонение вектора тяги маршевого двигателя и создания аэрореактивных сил с помощью специальных двигателей управления [1].

Высокоманевренные ЗУР должны быть построены одним из следующих способов:

аэродинамический способ совместно с реактивным двигателем, т.е. так называемое «моментное управление»;

аэродинамический способ совместно с импульсными двигателями или «поперечное управление».

Практически все использованные на практике методы теории управления опираются на линейные математические модели, представленные в виде «вход-выход», а нелинейные математические модели не могут быть реализованы в полной мере.

Поэтому использование синергетической теории управления оправдывает себя в полной мере. Так как она основывается следующих основных свойствах:

обязательный обмен с внешней средой энергией, веществом и информацией;

обязательное взаимодействие, т.е. когерентность поведения компонентов системы.

При синергетическом подходе к синтезу систем целью функционирования замкнутой нелинейной системы, в отличие от классической теории регулирования и теории оптимального управления, является не только выполнение требований к характеру переходного процесса, а, в первую очередь, обеспечение желаемого асимптотического поведения системы на аттракторе или в его близкой окрестности. Это связано с тем обстоятельством, что поведение любой нелинейной диссипативной системы может быть разделено на этап переходного движения, когда ее траектории устремляются к аттрактору, и этап асимптотического движения на желаемом аттракторе, является целью системы. Такой подход позволяет принципиально разрешить проблему аналитического синтеза объективных законов управления нелинейными многомерными и многосвязными объектами [2].

Синергетическая теория управления способна обеспечить требуемые динамические свойства ЗУР и достигнуть желаемых инвариантных многообразий (аттракторов), обеспечить устойчивое движение с заданными параметрами ЗУР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Проектирование зенитных управляемых ракет / И.С. Голубева [и др.]; под общ. ред. И.С.Голубева – М.: Издательство МАИ, 1999. – 728 с.

2. Колесников, А.А. Новые нелинейные методы управления полётом / А. А. Колесников – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 196 с.

УДК 629.7

В.Н. Макаренко

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУППЫ РАЗНОРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Пример операции, в которой используется $n=5$ видов комплексов беспилотных летательных аппаратов (КБЛА), представлен на рисунке 1.

Отметим, что при решении отдельных задач оценки эффективности КБЛА могут применяться вспомогательные критерии оптимальности формируемых решений, например, стоимостные критерии.

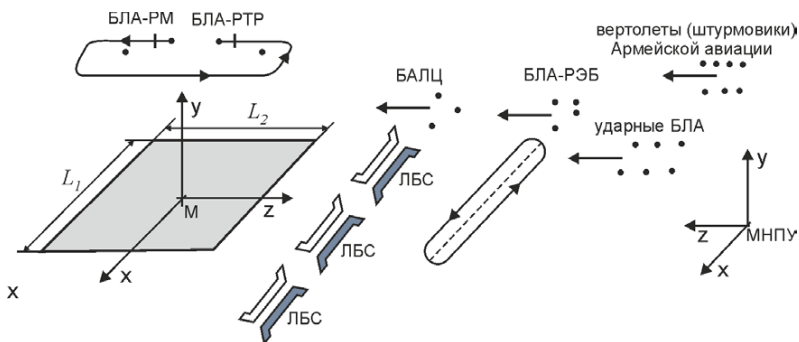


Рисунок 1 – Пример операции использования 5 видов КБЛА

Основным типами целевых нагрузок разведывательных КБЛА являются целевые нагрузки радиотехнической, радиолокационной и оптико-электронной разведки. В перспективе в воздушной разведке большое применение найдет лазерная и голографическая аппаратура.

Важным условием для обеспечения своевременной доставки информации является способность ее передачи непосредственно с борта КБЛА в ходе выполнения разведывательного полета. Для повышения достоверности разведки целесообразно одновременно использовать различные технические средства разведки. Скрытность разведки в наибольшей степени обеспечивают инфракрасные и радиотехнические станции, оптико-электронные комплексы воздушной разведки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федосов, Е.А. Авиация ПВО России. Научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра. М.: Изд-во «Дрофа», 2005.
2. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. – Мн.: ООО «Попурри», 2003. – 272 с.

УДК 629.7

М.А. Маликзода

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси

ВЛИЯНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ РУЛЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ БЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕРА

Угловая скорость вращения рулевых поверхностей БЛА существенно влияет на характеристики устойчивости и управляемости планера. Значение характеристик «устойчивости и управляемости» БЛА тяжело оценить в рамках одного полета, так как они зависят от множества внешних и внутренних факторов. К числу существенных факторов относится, например, центровка планера, площадь рулевых поверхностей, атмосферные условия и т. д.

В ходе проведения летных мероприятий по подтверждению характеристик устойчивости и управляемости БЛА была выявлена критическая зависимость управляемости от угловой скорости вращения рулевых поверхностей. Так для БЛА типа «Дрон-мишень» (рисунок 1) в рамках проведенных летных экспериментов определено:

- органы управления по крену типа "флапероны" имеют меньший диапазон угловых скоростей вращения чем "элероны";
- в полете при отклонении органов управления со скоростью $110 \div 220$ %сек нарушается характер обтекания планера, что приводит к неустойчивости и неудовлетворительной управляемости БЛА.
- рекомендуемая угловая скорость рулевых поверхностей находится в диапазоне $45 - 60$ %сек и зависит в основном от площади рулей.

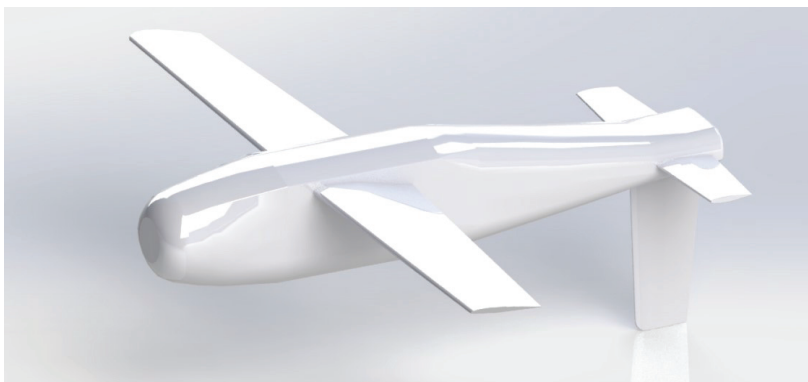


Рисунок 1 – Планер БЛА типа «Дрон-мишень»

В докладе рассмотрены вопросы влияния угловой скорости вращения рулевых поверхностей БЛА на его управляемость.

УДК 629.7.058.55

А.С. Маликов, С.Ю. Романенко

Военный факультет в учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации»

АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ СПОСОБОВ КОДИРОВАНИЯ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

В настоящее время в радиосвязи с активным развитием электроники решение кодирования информации имеет большое значение.

Приоритетными направлениями применения кодирования информации является:

1) уплотнение канала связи для обеспечения большей пропускной способности, обусловлена увеличением объемов передаваемой информации;

2) обеспечение конфиденциальности (защиты) передаваемой по техническому каналу связи информации, обусловлена тем, что с развитием радиоэлектронных средств связи развиваются и средства электронного шпионажа.

Каналы утечки информации достаточно многочисленны. Они могут быть как естественными, обусловленными, например, техническим несовершенством канала связи, так и искусственными, то есть созданными с помощью технических средств.

Существующие методы кодирования информации можно классифицировать по принципам кодирования:

- принцип кодирования формы низкочастотного сигнала (НЧ);
- принцип кодирования параметров НЧ сигнала;
- принцип кодирования символической информации (фонем);
- принцип кодирования лингвистической информации (слов, фраз и тому подобное).

Эти принципы положены в основу методов кодирования.

В зависимости от используемых основных свойств НЧ сигнала, образования и восприятия принципы различают на:

1) основные свойства НЧ сигнала: амплитуда, частота (время), площадь (как производная амплитуды и времени);

2) свойства образования НЧ сигнала: изменения амплитуды, деление на звуки, паузы и шумы, особенности языковой и фонетической структуры, кратковременная корреляция (особенности формантной структуры), особенности структуры тона звука (звонкие звуки), особенности структуры шума (глухие звуки).

3) свойства восприятия НЧ сигнала: локальный, спектральный, динамический диапазон сигнала, слуховое маскирование.

При передаче закодированного сигнала обращают внимание на характеристики формируемого сигнала: ширину полосы частот, гармонический состав сигнала, способность к синхронизации приёмника с передатчиком. И на основании этого решаются вопросы синхронизации, управления полосой пропускания сигнала, скоростью передачи данных и расстоянием на которое необходимо передать данные. По мимо этого решаются еще и задачи: кодирование с целью обеспечения требуемой достоверности в каналах передачи данных различной природы, кодирование в системах с обратными связями, кодирование для защиты от несанкционированного доступа, кодирование для сжатия информации с потерями.

В настоящее время используются такие способы кодирования НЧ сигнала как: физическое кодирование (линейное кодирование, манипуляция сигнала, модуляция, импульсно-кодовая модуляция) и логическое кодирование (системы с двухуровневым кодированием, системы с трехуровневым кодированием, системы с четырёхуровневым кодированием). В их состав входят: NRZ (Non Return to Zero), NRZI (Non Return to Zero Invertive), Манчестер-II, Код Миллера, RZ (return to zero), Биполярный код AMI, MLT-3 (Multi Level Transmission – 3), 4B3T (4 Binary 3 Ternary), 2B1Q (2 Binary 1 Quaternary), 4b/5b, 8b/10b и др. имеющие свои достоинства и недостатки.

В каждом способе кодирования появляются свои недостатки. Использование несколько уровней кодирования приводит к необходимости использования большой мощности передатчика. Появление низкочастотная составляющая (постоянная) в составе сигнала, что приводит к усложнению реализации кодирующего устройства. Чувствительность аппаратуры к джитерам приводит к возрастанию частоты ошибок. Усложнение способа кодирования сообщения и увеличение скорости передачи информации приводит к увеличению полосы пропускания. Одна из следующих недостатков – это передача длинных последовательностей нулей или единиц. При этом аппаратуре сложно разделить где начало и окончание последовательности группы битов и требуется дополнительно передавать старт-стоповые импульсы. Следующая и не мало важная проблема – это синхронизация передатчика и приемника между собой при передаче сообщения.

В процессе исследования способов кодирования информации было выяснено, что каждый новый способ устраняет недостатки предыдущего, но в полной мере устранить их не получается. В следствии это приходится чем-то жертвовать, например: для увеличения скорости передачи информации приходится увеличивать полосу пропускания приемника из-за увеличения спектра принимаемого сигнала, для борьбы с джитерами используют стробирование импульсов и т. д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы теории мягкого декодирования избыточных кодов в стирающем канале связи / А. А. Гладких. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 379 с.
2. Дворкович В.П., Дворкович А.В. Метрологическое обеспечение видеоинформационных систем. – Техносфера, 2015. – 784 с.
3. Ирвин Дж., Харль Д. Передача данных в сетях: инженерный подход. – БВХ-Петербург, 2003. – 448 с.

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Транспортный комплекс обеспечивает потребности народного хозяйства в перевозках грузов и людей, объединяет регионы страны, являются связующим звеном между производителями и потребности товаров, продукции, услуг, без которого функционирование рынка и рыночные отношения невозможны. В этом состоит его стратегическое социально-экономическое значение для государства и общества в целом. Именно поэтому нарушения в работе транспортного комплекса могут привести к серьезным негативным последствиям для экономической, политической и иных сфер безопасности страны.

Количество аэропортов во всём мире постоянно растёт. Постоянно ужесточаются требования к аэронавигационному оборудованию, от надёжности которого зависит как безопасность, так и регулярность полётов. Следовательно, требуются и регулярные дорогостоящие проверки этого оборудования.

С этой целью за рубежом применяют беспилотники для выполнения лётных проверок аэронавигационного оборудования. Так Авиационная комиссия Южной Каролины, отвечающая за организацию воздушного движения в этом американском штате, использует беспилотники для поиска возможных препятствий на посадочной глиссаде в аэропортах.

Обычно процесс проверки чистоты глиссады, траектории, по которой самолет снижается к взлетно-посадочной полосе, отнимает довольно много времени, требует участия нескольких человек и самолета и стоит относительно дорого. На этапе проверки несколько человек встают в 61 метре от начала взлетно-посадочной полосы и с помощью клинометра визуально ищут препятствия на глиссаде.

Препятствиями на глиссаде как правило становятся верхушки растущих в округе аэропорта деревьев. Визуальный способ позволяет найти такие препятствия, однако не дает гарантии. Дело в том, что с точки зрения наблюдателя за одним препятствием может скрываться другое. Поэтому вторым этапом проводится облет всех глиссад аэропорта. Весь процесс стоит дорого. Поэтому с проверкой глиссад быстрее и дешевле справится беспилотник. Каждый такой проверочный вылет занимает около получаса. По его итогам владельцы аэропортов получают подробные трехмерные карты, 200-250 перекрывающихся фотографий в высоком разрешении и данные о препятствиях на всех глиссадах, разрешенных в аэропорту.

Проверки средств радиотехнического обеспечения полётов и светосигнального оборудования на сегодняшний день осуществляются с помощью пилотируемых воздушных судов, оснащённых измерительными комплексами.

Создание БПЛА, которые могут нести нужную полезную нагрузку и обеспечивать высокую точность выдерживания координат, дало возможность для существенного повышения эффективности применения измерительного оборудования. Беспилотник, имеющий массу менее 30 килограмм, можно быстро доставить к месту проведения измерений, оперативно выполнить проверку и в автоматизированном режиме получить сведения об исправности аэродромного оборудования и точности его настроек. Как ожидается, применение беспилотных комплексов за счёт снижения стоимости лётного часа позволит сократить затраты на проведение проверок аэронавигационного оборудования в несколько раз, минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, а также исключить влияние человеческого фактора при проведении работ.

Оснащение БПЛА системами искусственного интеллекта, тепловизорами, инфракрасными и оптическими системами позволяет особенно эффективно использовать их в идентификации попыток незаконного проникновения внутрь охраняемого периметра аэропорта.

Авиакомпания «Аэрофлот» планировала начать применение беспилотных авиационных систем для визуального осмотра воздушных судов. По мнению представителей авиационной промышленности, использование дронов — перспективное направление, но для начала их широкого использования в отрасли может потребоваться разработка дополнительных специальных методик, а также внесение изменений в воздушное законодательство.

Осмотр высококорсаположенных частей самолетов должен выполняться с помощью беспилотников. Дроны оснащены автопилотом, встроены в системы контроля территории аэропорта и его периметра. Достаточно лишь внести координаты и программу полета — и БПЛА без участия оператора обрабатывает заданный маршрут. БПЛА также оборудованы видеокамерами с высоким разрешением и системой стабилизации.

По словам представителя авиакомпании, подключение беспилотника по беспроводной связи к IT-системам технических служб позволит синхронизировать результаты осмотра воздушного судна с предыдущими инспекциями в реальном времени. Это повысит отслеживаемость повреждений и позволит предотвратить возникновение дефектов, угрожающих безопасности полетов. Было ли это осуществлено неизвестно.

На данный момент существуют отечественные решения, позволяющие говорить о становлении нового направления в индустрии безопасности. По мнению авиационных экспертов, беспилотная технология в будущем также сможет с успехом применяться для повышения авиационной безопасности, например, мониторинга ограждения и периметра аэродрома. Камеры дронов могут передавать детальное изображение поверхности взлетно-посадочной полосы или рулежной дорожки, которое гораздо точнее физического экспертного осмотра.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://cyberleninka.ru/article/v/ispolzovanie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-na-obektah-transporta>.
2. Мобильный радиоизмерительный комплекс, разработанный ООО "Курсир" https://docs.google.com/document/d/1CVgINsdBw_j8yRD4JXlkn1gi0EHmRyuUhlxGC2q1QQU/mobilebasic.
3. <http://robotrends.ru/pub/1729/na-salone-maks-2017-pokazali-radioizmeritelnyy-kompleks-na-baze-geksakoptera>.
4. <https://nplus1.ru/news/2016/09/15/drones>.
5. <https://aviation21.ru/aeroflot-planiruet-ispolzovat-bpla-dlya-vizualnogo-osmotra-vozdushnyx-sudov/>.
6. <https://www.aviaport.ru/news/2018/03/27/534055.html>.
7. «Транспортная безопасность и технологии», №2, июль 2018 журнал стр 134.

УДК 629.7.05

В.А. Мисько

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь» **К ВОПРОСУ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ**

Бурное развитие технологий в последние десять лет позволило беспилотным летательным аппаратам (БПЛА) стать важной составляющей боевых действий и промышленного шпионажа. Сегодня они становятся самостоятельной ударной силой. Как показали недавние события в Сирии, Саудовской Аравии очень скоро БПЛА могут превратиться в главное оружие террора. Активно растет рынок гражданских аппаратов. Поэтому вопросы защиты от БПЛА очень актуальны.

В соответствии с существующей классификацией БПЛА по их основным характеристикам, они разделяются на две группы:

малоразмерные беспилотные летательные аппараты (МБПЛА);

БПЛА средних и больших размеров.

К основным параметрам классификации МБПЛА относятся [1]:

габаритные и весовые характеристики (длина, размах крыла, взлетная масса, масса полезной нагрузки);

оперативные характеристики (продолжительность, дальность и высота полета, максимальный радиус применения);

тип конструкции (самолетная, вертолетная, винтовентиляторная и т. п.);

тип двигательной установки (электродвигатель, двигатель внутреннего сгорания, турбореактивный двигатель, реактивный двигатель), а также тип движителя (пропеллер, несущий винт, несущее крыло);

выполняемые функциональные задачи (разведывательные, разведывательно-ударные, радиоэлектронной борьбы, транспортные);

степень автономности (полет по фиксированной или корректируемой программе, дистанционно-пилотируемый полет).

Совокупность этих признаков определила классификацию МБПЛА:

нано БПЛА массой менее одного килограмма, продолжительностью полета менее одного часа и высотой полета до 300 м;

микро БПЛА – массой до 10 кг, временем полета около одного часа и высотой полета до 1 000 м;

мини БПЛА – массой до 50 кг, временем полета до нескольких часов и высотой полета до 3 000–5 000 м.

Борьба с МБПЛА представляет собой комплекс мер по их обнаружению, распознаванию, противодействию (подавлению и уничтожению).

Наибольшую уязвимость МБПЛА обуславливает наличие у них электромагнитного излучения. К электромагнитным демаскирующим признакам относятся [1]:

сигналы бортового ответчика;

сигналы радиолокационных станций, отраженные от корпуса и агрегатов МБПЛА;

сигналы телевизионных ретрансляторов, широкоэшелетельных станций, базовых станций сотовой связи, отраженные от МБПЛА;

команды и «доклады» канала управления между наземным пунктом управления и МБПЛА, а также между МБПЛА и спутником-ретранслятором системы навигации;

сигналы бортовой РЛС бокового обзора;

каналы обмена разведывательной информацией;

сигналы системы автоматической посадки на аэродром.

Способы противодействия беспилотным летательным аппаратам [2]:

акустические (БПЛА всегда оснащаются гироскопом, который работает на определенной частоте. И если получится подобрать нужную частоту, то гироскоп можно ввести в состояние резонанса, при котором БПЛА становится, практически не управляем);

лазерные (позволяют вывести из строя МБПЛА посредством повреждения сенсоров, датчиков, винтов и других уязвимых элементов);

микроволновые (принцип действия данной системы защиты в том, чтобы дистанционно вывести из строя часть бортовой электроники беспилотного аппарата);

РЭС/РЭБ. Виды действия РЭС:

- системы автоматического обнаружения БПЛА в заданном секторе (оптические, радарные, акустические, по радиоизлучению, комбинированные);

- системы перехвата управления БПЛА;

- системы постановки помех в канале управления БПЛА;

- системы постановки помех для работы систем геопозиционирования БЛА на частотах NAVSTAR/GPS, ГЛОНАСС и других систем спутникового геопозиционирования;

- системы, вносящие помехи в работу бортовой электроники, включая системы уничтожения бортовой электроники (системы на базе ЭМИ, микроволновые системы);

использование сетей. Установки бывают двух типов:

- захват нарушителя с помощью БПЛА перехватчика;
- наземная установка, которая с земли будет метать сеть в нарушителя.

перехват управления БПЛА. Основные способы взлома БПЛА:

- получение доступа к управлению за счет взлома зашифрованного канала связи или подмены данных авторизации;
- использование уязвимостей ПО, включая переполнение буфера;
- использование интерфейсов и каналов данных оригинального ПО для «протаскивания» стороннего кода.

Примеры практической реализации средств борьбы с БПЛА:

1. Специалистами ZALA AERO GROUP, подразделения холдинга «Калашников», создано электромагнитное ружье REX 1. Способно работать без подзарядки 3 часа. Суть работы REX 1 заключается в подавлении сигнала систем навигации и связи. В оружие встроено блок, который в радиусе двух километров заглушает сигналы спутниковой навигации ГЛОНАСС и аналогичных зарубежных систем. Также устройство способно блокировать на расстоянии одного километра сигналы GSM, 3G, LTE и ставить помехи на частотах 900 МГц, 2,4, 5,2–5,8 ГГц.

2. Ручной комплекс «Пищаль-ПРО». Разработка российского концерна «Автоматика». Вес оружия – около 3,5 кг. Работа основана на подавлении сигналов навигационных систем и систем связи и управления на расстоянии до двух километров в условиях прямой видимости.

Для исключительно стационарной защиты разработан комплекс «Таран-ПРО». Принцип работы «Таран-ПРО» такой же, как у «Пищали-ПРО». При этом над объектом создается непроницаемый для БПЛА «купол» радиусом не менее 2,7 км.

3. Концерн «Созвездие», холдинга «Росэлектроника», создал первый в России автоматический комплекс радиоэлектронной борьбы с беспилотными летательными аппаратами «Солярис-Н». Новейшая разработка обеспечивает защиту на площади до 80 квадратных километров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ерёмин Г. В., Гаврилов А. Д., Назарчук И. И. Малоразмерные беспилотники – новая проблема для ПВО // Армейский вестник. 2015. URL: <http://armynews.ru/2015/02/malorazmernye-bespilotniki-novaya-problema-dlya-pvo/>.

2. Семенец В. О., Трухин М. П. Способы противодействия беспилотным летательным аппаратам // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10. № 3. С. 4–12.

УДК 681.7.015.2+620.179.13

Е.А. Мойсейчик, к.т.н., доцент, А.Е. Мойсейчик, к.т.н.

РУП «Бел НИЦ «Экология», ООО «Гидромания»

ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В АВИАЦИИ

Физические основы дистанционных методов теплового контроля. При любой температуре, отличной от абсолютного нуля, все физические объекты излучают электромагнитную энергию. Это излучение генерируется хаотическим движением заряженных частиц. Излучение энергии происходит в широком спектре частот (длин волн). При температурах, близких к условиям обитания людей, таких, как температура земной поверхности или температура окружающих предметов, основная доля излучения происходит в инфракрасной области (рисунок 1).

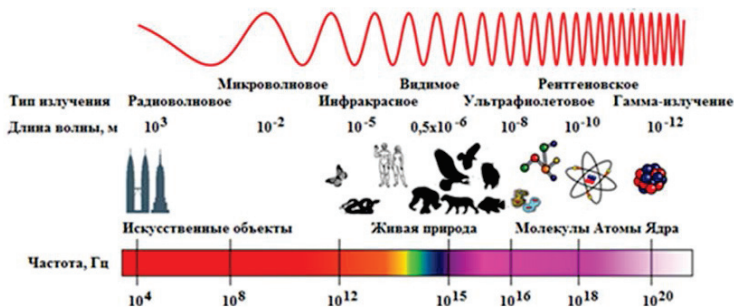


Рисунок 1 – Шкала электромагнитных волн

Распределение теплового излучения по спектру длин волн (или частот) зависит от температуры тела и природы вещества объектов. Дистанционная фиксация температуры может осуществляться благодаря инфракрасному излучению нагретых тел, которое можно фиксировать (визуализировать) приборами (пирометрами), чувствительными к инфракрасному излучению (рисунок 2).

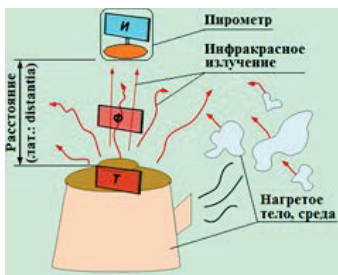


Рисунок 2 – Принципиальная схема дистанционной фиксации температуры объекта по инфракрасному излучению

Инфракрасное излучение занимает на шкале электромагнитных волн спектральную область между концом красного цвета видимой части спектра (с длиной волны равной 0,74 мм) и коротковолновым радиоизлучением (длина волны равная 1–2 мм). Для удобства инфракрасную область спектра условно разделяют на отдельные участки: ближнее ИК излучение (0,76–1,5 мкм), коротковолновое (1,5–5,5 мкм), длинноволновое (5,6–25 мкм) и дальнее (25–1000 мкм) [1,2].

Физическими основами, методами и приборами дистанционного измерения и фиксации температур, получением видимого изображения объекта по его собственному, или отраженному от него излучению инфракрасной (ИК) части электромагнитного спектра занимается современное научно-техническое направление, называемое инфракрасной термографией [1,2]. В настоящее время разработано и активно используется большое количество приборов инфракрасной термографии (тепловизоров) средневолнового и длинноволнового ИК поддиапазонов, создаются приборы ближнего и коротковолнового ИК поддиапазонов, комбинированные и комплексированные приборы, сочетающие в своём составе несколько каналов приёма электромагнитного излучения. На рисунок 3 представлена обобщенная функциональная схема тепловизора с фокальной матрицей.

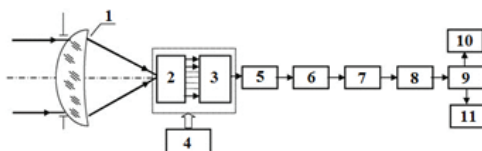


Рисунок 3 – Обобщенная функциональная схема тепловизора с фокальной матрицей:
 1 – оптическая система; 2 – фокальная матрица с предусилителями; 3 – мультиплексор; 4 – система охлаждения; 5 – корректор неоднородности характеристик чувствительных элементов; 6 – аналого-цифровой преобразователь; 7 – цифровой корректор неоднородности; 8 – корректор неработающих ячеек; 9 – формирователь изображения; 10 – дисплей; 11 – цифровой выход

Соотношения между температурой тела и характеристиками его излучения устанавливаются с помощью законов излучения.

Большинство бесконтактных температурных измерений производится в диапазонах инфракрасных и видимых лучей. При бесконтактном методе измерения температуры используются приборы, основанные на измерении теплового излучения тел. При этом температурное поле объекта излучения со сплошным спектром не искажается, так как измерение не требует непосредственного контакта термодатчика с телом. Бесконтактные методы измерения температур теоретически не имеют верхнего температурного предела применения. Температура излучения во всем диапазоне излучения измеряется одними и теми же методами. Различие заключается только в технике измерения.

При любых внешних воздействиях на твердые тела (элементы конструкций) в их внутренней структуре возникают точечные, линейные, плоские и объемные изменения, являющиеся реакцией тела на произведенное на него воздействие [3]. Такая реакция проявляется и на атомно-молекулярном уровне в виде электромагнитного излучения [4]. Электромагнитные явления, возникающие, например, в твердых телах при воздействии на них внешних сил изучаются как в фундаментальном плане, так и в связи с многообразными прикладными задачами [4]. Одним из интересных эффектов в деформируемых телах является излучение электромагнитных волн, сопровождающее движение дислокаций при упругом и пластическом деформировании тел, а также зарождение в них и развитие трещин.

На рисунке 4 показаны процессы деформирования (изменения формы и размеров, от лат. *deformatio* – «искажение») и разрушения различных природных и конструкционных материалов, которые сопровождаются инфракрасным и другим излучением.

Методы теплового вида неразрушающего контроля (НК) [1, 2] основаны на взаимодействии собственного или наведенного теплового поля объекта с термометрическим чувствительным элементом, преобразовании параметров поля (интенсивности, температурного градиента, контраста лучистости и др.) в параметры электрического или другого сигнала и его передаче на регистрирующий прибор.



Рисунок 4 – Инфракрасное излучение при различных видах механических воздействий

Для неразрушающего контроля применяют пассивный и активный тепловые методы. При пассивном контроле объект не подвергают воздействию от внешнего источника энергии. Пассивный метод предназначен для контроля собственного теплового режима объекта, обнаружения отклонений от заданной формы и геометрических размеров объектов контроля. При активном контроле объект подвергают воздействию от внешнего источника энергии с целью наведения в нем теплового поля. Активный контроль предназначен для обнаружения дефектов в объектах контроля (трещин, пористости, расслоений, инородных включений), изменений в структуре и физико-химических свойствах объектов контроля (неоднородность структуры, теплопроводность структуры, теплоемкость и коэффициент излучения).

В авиации общепринятыми методами неразрушающего контроля являются следующие: проникающими веществами, магнитный, вихретоковый, ультразвуковой, радиографический, термографический, шерография [5–7]. При установлении критериев годности материалов, деталей, компонентов, узлов или агрегатов авиационных систем могут использоваться другие методы НК: акустическая эмиссия, нейтронная радиография, теическание, голография и др.

Выбор методов и средств НК должен осуществляться на основе анализа следующих факторов: контролепригодности деталей, узлов и элементов конструкций; материала и конструктивных особенностей объектов контроля; состояния контролируемых поверхностей; мест расположения и ориентации искомых дефектов; условий проведения контроля. Выбранные методы и средства НК должны обеспечивать выявление дефектов, параметры которых устанавливаются техническими условиями на контроль конкретного объекта. Контроль объектов может проводиться одним или комплексом методов. Комплексование методов позволяет выявлять с большей достоверностью дефекты, (различные по форме, расположению и контролируемым параметрам), уточнять тип и параметры дефектов, выявленных визуально-оптическим методом, выявлять дефекты, которые невозможно определить одним методом контроля.

Тепловая (инфракрасная) диагностика имеет преимущества перед другими методами, так как позволяет проводить исследование изделий, расположенных в труднодоступных местах, без непосредственного контакта с ними (дистанционно). Другими достоинствами тепловых методов контроля являются: высокая производительность и скорость обработки информации, возможность контроля при одно- и двустороннем доступе к изделиям из различных материалов; многопараметрический характер испытаний; возможность комплексования с другими видами неразрушающего контроля, сочетаемость со стандартными системами обработки информации, возможность поточного контроля и создания автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами, представление процесса развития дефектов в виде термо- и видеофильмов.

Использование в НК высокоточных инфракрасных камер позволяет применять инфракрасную термографию в задачах механики сплошных сред, исследовании работы металлических и композитных конструкций. Методы анализа теплового излучения оказываются эффективными при мониторинге микроповреждений, изучении термодинамических особенностей эволюции микродефектов при пластическом деформировании и разрушении, в процессе определения усталостных свойств материала, неразрушающем контроле. По инфракрасному излучению деформируемой стали можно судить об особенностях эволюции температурного поля, а по нему – о напряженном состоянии, предельном состоянии и развитии разрушения [8, 9]. На рисунке 5 даны примеры термограмм, полученных при съемке в инфракрасном свете (термографировании), при растяжении изделий и титана (а) и низкоуглеродистой стали (б).

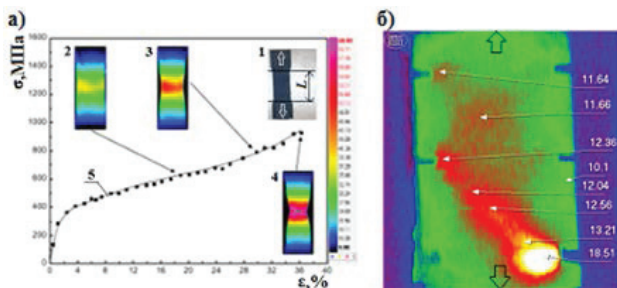


Рисунок 5 – Примеры термограмм, полученных при растяжении металлических образцов: а) – результаты термографирования титанового образца 1 [8]; термограммы 2,3,4 в указанных точках графика деформирования 5; б) – температурное поле поверхности стального изделия с боковыми дефектами в стадии предразрушения [9]

Тепловые методы НК в авиации применяют для выявления технологических и эксплуатационных нарушений в структуре и конструкциях композиционных материалов (рисунок 6) (возникновение коррозии под краской и между слоями; расслоения и непроклеи; ослабление сцепления между слоями; наличие воды или масла в сотах; пористость; ударные повреждения (например, смятие сот); изменение толщины слоев и др.), образования воды в обшивке. Дефекты, представленные на рисунке 6 получены активным тепловым методом. Трещины и тепловые аномалии в элементах конструкций воздушных судов, выявленные пассивным методом инфракрасной термографии, представлены на рисунке 7. Наибольшую информативность тепловые методы НК представляют при их комплексировании с методами расчетного анализа и сочетании с другими методами неразрушающего контроля. Так, пассивный метод НК элементов на основе деформационного тепла и конечно-элементного анализа позволяет выявлять дефекты с достоверностью до 95 %. Этим методом можно

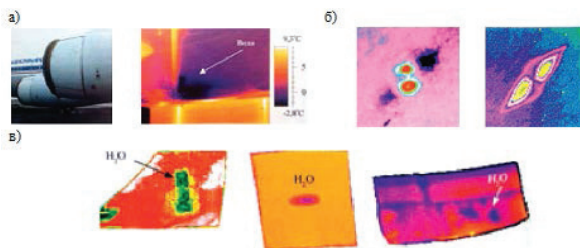


Рисунок 6 –Выявление дефектов в обшивке самолета [10]:

- а) – обнаружение воды в алюминиевых сотах воздухозаборников двигателей самолета ИЛ-96;
- б) – термограммы зон с ударным повреждением углепластикового композита; в) –Обнаружение воды в сотовых панелях различных конструкций

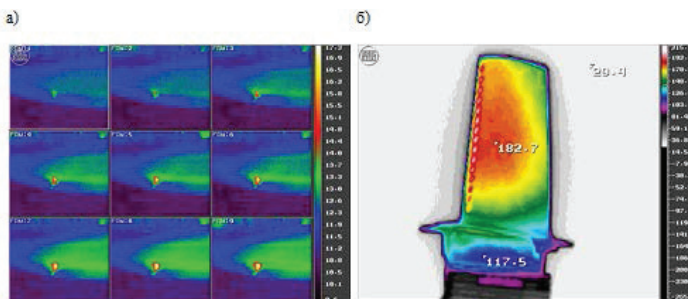


Рисунок 7 – Выявление дефектов в элементах летательных аппаратов [11]:

а) – обнаружение микротрещин в лопастях вертолета при вибрации; б) – выявление тепловых аномалий турбин реактивных двигателей

установить зоны предразрушения, зарождение и развитие трещин, оптимизировать конструктивно-технологические формы элементов.

Выводы

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Тепловыми методами неразрушающего контроля можно выявлять технологические и эксплуатационные дефекты, зоны предразрушения, зарождение и развитие трещин, оптимизировать конструктивно-технологические формы элементов авиационных конструкций.

2. Пассивный метод контроля элементов на основе деформационного тепла и конечно-элементного анализа позволяет определять дефекты с достоверностью до 95% в несущих конструкциях, тепловыделяющих узлах воздушных судов.

3. Активный тепловизионный контроль эффективно выявляет дефекты типа расслоений, отрыва обшивки от заполнителя в конструкциях из композитных материалов, скопления воды в обшивке.

4. Наибольшую информативность тепловые методы НК представляют при их комплексировании с методами расчетного анализа и сочетании с другими методами неразрушающего контроля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль.- М.: ИД Спектр, 2009. – 544 с.
2. Maldague, X. P. Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing [Text] / X. P. Maldague. – John Wiley & Sons, Inc., 2001. – 684 p.
3. Панин, В.Е. Основы физической мезомеханики. – Физическая мезомеханика. – 1998 – №1. – С.5-22.
4. Новацкий, В. Электромагнитные эффекты в твердых телах. – М.: Мир, 1986. – 157 с.
5. ГОСТ Р 55252–2012. Воздушный транспорт. Контроль неразрушающий авиационной техники. Квалификация и сертификация персонала. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2013. – 20 с.
6. ГОСТ Р 53698–2009. Контроль неразрушающий. Методы тепловые. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2010. – 8 с.
7. ГОСТ Р 55253–2012. Воздушный транспорт. Контроль неразрушающий авиационной техники. Требования к применению, организации и проведению работ. – М.: Стандартинформ, 2013.– 12 с.
8. Шаркеев, Ю.П. Исследование процесса деформирования и разрушения бионертных сплавов на основе титана и циркония в различных структурных состояниях

методом инфракрасной термографии/ Ю.П.Шаркеев, В.П.Вавилов, В.А.Скрипняк // <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/15346>. Режим доступа – 10.06.2018. – С.230–245.

9. Мойсейчик, Е.А. Исследование теплообразования и зарождения разрушения в стальной растянутой пластине с конструктивно-технологическим дефектом// Прикладная механика и техническая физика, 2013. – №1. – С.134–142.

10. Ковалев, А.В. Тепловой контроль авиационных конструкций/А.В.Ковалев, В.И.Матвеев, В.В.Кошкин, С.А.Хижняк//MEGATECH Новые технологии в промышленной диагностике и безопасности, 2011. – №2-3. – С.16 – 22.

11. ИРТИС. Визуализация и измерение тепловых полей/ [Электронный ресурс]. URL: www.irtis.ru/ (дата обращения: 23.10.2019).

УДК 629.7.064.5

Д.В. Морозов, Е.С. Куклин

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
НЕОБСЛУЖИВАЕМАЯ В МЕЖРЕГЛАМЕНТНЫЙ ПЕРИОД
БЕСПЛАТФОРМЕННАЯ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА
НА ОПТИКО-ВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКАХ

В беспилотных летательных аппаратах класса средней и большой дальности с длительной продолжительностью автономного полета большое значение имеет пилотажно-навигационный комплекс. Точность определения координат местоположения БЛА определяется характеристиками, входящих в состав ПНК, инерциальных систем, в том числе характеристиками датчиков первичной информации. К достоинствам бесплатформенных инерциальных систем на оптико-волоконных датчиках первичной информации относят соотношение характеристик по точности к масса-габаритным характеристикам, что стало следствием применения их в ПНК БЛА описываемого класса. Для контроля состояния такого рода инерциальных систем при подготовке к полету, используется автоматизированный контроль. Результат работы такого контроля помогает квалифицированному обслуживающему персоналу принять решение о готовности. То есть, при расчетах эксплуатационных затрат на применение БЛА необходимо учитывать оплату труда квалифицированных специалистов и другие сопутствующие обстоятельства (затраты на проживание, обеспечение и т.п.). Для закладывания другой системы технического обслуживания, предполагающей отсутствие квалифицированного персонала при подготовке БИНС, автор доклада предлагает при проектировании БИНС на ОВД использовать модель изменения технического состояния необслуживаемого в межрегламентный период оборудования, описанной в [1, 2, 3, 4].

Постановка задачи.

Пусть БИНС на ОВД состоит из n разнотипных элементов. Из них n_p элементов являются резервированными, а n_{np} элементов - нерезервированными ($N = n_p + n_{np}$). Обобщенная схема надежности БИНС на ОВД приведена на рисунке 1. Резервированный элемент 1 содержит k_1 резервов, резервированный элемент 2 – k_2 резервов, а резервированный элемент n_p – k_{np} резервов. Таким образом, можно считать, что БИНС на ОВД с точки зрения надежности состоит из двух подсистем – резервированной подсистемы, включающей n_p резервированных элементов, и нерезервированной подсистемы, включающей n_{np} нерезервированных элементов.

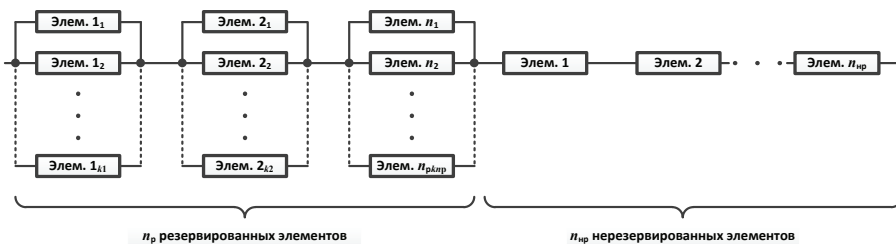


Рисунок 1 – Обобщенная схема надежности БИНС на ОВД

В состоянии отказа БИНС на ОВД переходит при отказе хотя бы одного нерезервированного элемента, а также при критическом количестве отказов хотя бы одного резервированного элемента. Под критическим количеством отказов резервированного элемента будем понимать количество отказов его резервов, при котором теряется работоспособность элемента, а значит и БИНС на ОВД в целом. Критическое количество отказов будем обозначать $k_{крq}$ – где q – номер резервированного элемента. Критическое количество отказов определяется, в первую очередь, используемым способом контроля. Так при контроле работоспособности резервированных элементов на основе мажоритарной логики, исправность элемента может быть определена при исправности хотя бы двух его резервов. Тогда следующий отказ – когда остался работоспособен только один его резерв – будет являться критическим и в этом случае $k_{крq} = k_q - 1$. Для цифровых каналов передачи данных, для которых соответствующими стандартами предусмотрен комплекс аппаратных и программных средств и способов контроля, критическое количество отказов наступает при отказе всех резервов, т. е. в этом случае $k_{крq} = k_q$.

Также введем определение предельного количества отказов резервированного элемента $k_{прq}$ – это такое количество отказов резервов, при котором сохраняется работоспособность только до отказа любого следующего резерва, т. е. можно записать, что $k_{прq} = k_{крq} + 1$.

Примем допущение, что для необслуживаемой в межрегламентный период БИНС на ОВД, имеющей первостепенную важность для обеспечения заданной регулярности полетов, возможна летная эксплуатация с накоплением отказов до момента возникновения предельного количества отказов $k_{прq}$ хотя бы для одного резервированного элемента. Даже если не закончился межрегламентный период, но для одного из резервированного элементов отказало $k_{прq}$ резервов, то летная эксплуатация необслуживаемой БИНС на ОВД приостанавливается, выполняются аварийно-восстановительные работы (АВР), при которых осуществляется замена БИНС на ОВД.

В связи с этим при составлении модели было принято, что БИНС на ОВД может находиться в одном из трех состояний:

- S_0 – работоспособное состояние, в котором исправны все нерезервированные элементы, а в каждой группе резервированных элементов исправны не менее $k_{прi} + 1$ резервов;
- S_1 – предельное состояние, в котором исправны все нерезервированные элементы, а хотя бы один из резервированных элементов содержит предельное количество отказов $k_{прi}$;
- S_2 – состояние отказа БИНС на ОВД.

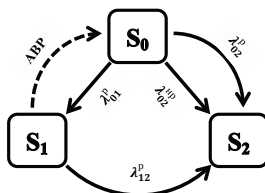


Рисунок 2 – Граф состояний БИНС на ОВД

На рисунке 2 приведен граф состояний БИНС на ОВД, необслуживаемой в межрегламентный период. Переход системы из состояния S_0 в состояние S_1 может быть связан только с отказами резервированных элементов. Соответствующая интенсивность перехода на рисунке 2 обозначена λ_{01}^p . В состоянии S_2 может осуществляться переход как из состояния S_0 (λ_{02}^p - интенсивность переходов для резервированной подсистемы, λ_{02}^{np} - интенсивность переходов для нерезервированной подсистемы), так и из состояния S_1 (λ_{12}^p - интенсивность переходов для резервированной подсистемы).

Рассматривается конечный интервал эксплуатации T . Среднее время полета составляет T_p .

С периодичностью τ_{pp} на БИНС на ОВД проводятся регламентные работы. Считается, что регламентные работы полностью обновляют объект. Это соответствует в полетном времени скачкообразному переходу всех интенсивностей отказов в значение, соответствующее нулевому времени $\lambda(0)$, а также устранению всех отказов.

Считается, что БИНС на ОВД контролируется автоматически, и такая система контроля, с вероятностью $1-\beta$, распознает состояние S_1 (β - вероятность не обнаружения (пропуска) состояния S_1).

Необходимо разработать математическую модель изменения технического состояния необслуживаемой в межрегламентный период БИНС на ОВД.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Морозов, Д.В. Моделирование изменения технического состояния необслуживаемого в межрегламентный период бортового оборудования беспилотного летательного аппарата [Текст] / Д.В. Морозов, А.М. Бронников, А.А. Копылов, М.О. Зыков // Сб. науч. ст. по материалам IV Всероссийской науч.-практ. конф. «Академические Жуковские чтения». - Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. - С. 116–121.

2. Бронников, А.М. Модель технического состояния необслуживаемой в межрегламентный период системы управления летательного аппарата [Текст] / А.М. Бронников, Д.В. Морозов // Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н.Е. Жуковского. - 2016. №4 – С. 140–146.

3. Бронников, А.М. Динамика технического состояния необслуживаемой в межрегламентный период бортовой системы летательного аппарата [Текст] / А.М. Бронников, Д.В. Морозов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2017. Т. 20. №1. – С. 152–158.

4. Бронников А.М. Эффективность технической эксплуатации необслуживаемой в межсервисный период бортовой системы воздушного судна [Текст] / Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2017. – Т. 20. №6. – С. 89–98.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ПЛОСКОСТИ

В работе было проведено исследование распознавания объектов на изображении методом вычисления коэффициента корреляции. Рассмотрен способ сопоставления изображения с эталоном. Для анализа выбран алгоритм среды инженерных вычислений MATLAB.

Развитие беспилотной авиации и усложнение конструкции летательных аппаратов привело к тому, что увеличилась нагрузка на системы обработки информации. В отдельную дисциплину выделяется компьютерная обработка и распознавание изображений, задачи которой актуальны в робототехнике и в системах интеллектуального управления [1].

Обнаружение и локализация объекта на изображении – одна из задач, возникающих при разработке систем технического зрения. Существует множество методов распознавания образов [2]: бинаризация по порогу, выбор области гистограммы; классические методы фильтрации; вейвлет–преобразование. В основе указанных методов лежит корреляция. Классическое применение – корреляция видеопотока для нахождения сдвигов или оптических видеопотоков. Метод корреляционного распознавания заключается в вычислении двумерной корреляционной функции между изображениями входного и эталонного объектов. По характеристикам результирующего корреляционного распределения делается вывод о соответствии входного объекта эталонному.

Для проведения исследований была использована среда инженерных вычислений MATLAB [3], в которой реализован корреляционный алгоритм. Коэффициент корреляции вычисляется в соответствии с выражением:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

где $x_m(x_1, \dots, x_m)$ – исходная матрица изображения;

\bar{x} – среднее значение элементов матрицы;

$y_m(y_1, \dots, y_m)$ – матрица эталонного изображения;

\bar{y} – среднее значение элементов матрицы.

На практике для тестирования алгоритмов обработки изображений пользуются их верификацией на нескольких свободно распространяемых базах изображений, для которых есть проверяемые результаты по другим методам обработки.

Были сформированы наборы данных с различными характеристиками, состоящими из изображений сцен и эталона, искомого элемента этой сцены. К исходным изображениям сцен применялись геометрические искажения (поворот от -20^0 до 20^0 , с шагом 2^0).

Поиск объекта осуществлялся путем сканирования изображения сцены с равномерным шагом по полю зрения. Искомый объект обрисовывался рамкой.

Так как, обнаружение рассматривается как случайный процесс, во время экспериментов определялась вероятность правильного обнаружения путем имитационного моделирования в соответствии с методикой [3].

Оценка вероятности правильного обнаружения рассчитывалась как отношение числа изображений с правильным обнаружением ($R_i = 1$) к общему числу изображений серии экспериментов:

$$P_{\text{обн}} = N^{-1} \sum_{i=1}^N R_i. \quad (2)$$

Цель эксперимента – определить уровень искажений, при которых происходит распознавание и при которых оно становится невозможным. На графике видно, что при увеличении искажения вероятность распознавания приближается к нулю. По результатам проведенных выше тестов видно, что алгоритм распознавания уже при угле поворота больше 6° имеет вероятность распознавания меньше 50 %, а изменение на 10° ведет к падению вероятности распознавания ниже 80 %.

Таким образом, исследование позволяет сделать вывод, что алгоритм корреляционного распознавания слабо устойчив к геометрическим искажениям. Эффективно система распознавания функционирует, если геометрическое искажение не превышает 6° . Алгоритм требует доработки, так как увеличение угла поворота приводит к неточности распознавания. На данный момент известно большое количество способов коррекции изображения. Наиболее часто используется билинейная интерполяция, поскольку ее применение требует меньших вычислительных ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов. Беспилотные летательные аппараты [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rtc.ru/images/docs/book/vozdushnie.pdf> (дата обращения 02.04.2019).

2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

3. Пантюхин М.А., Писарев Ю.В., Поликарпов А.А. Методика оценки вероятностных характеристик эффективности автоматических алгоритмов обработки изображений // Сб. науч. ст. по материалам докл. Международной НПК «Академические Жуковские чтения»: Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. – С. 200–204.

УДК 629.7.05

А.В. Овчаров

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

АНАЛИЗ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и их применение представляет большой интерес и повод для обсуждения. БПЛА активно разрабатывают в США, Израиле, Канаде, Франции, Германии, Великобритании, Украине, Беларуси и России. Это обусловлено принципиально новыми возможностями, которые открываются при использовании БПЛА. Прежде всего – отсутствие угроз сохранности жизни летного состава в ходе эксплуатации, малые затраты на обслуживание и эксплуатацию, трудность обнаружения, маневренность.

В военных целях БПЛА используют для организации непрерывного воздушного наблюдения в заданном районе, выявления фактов передвижения живой силы, перемещения вооружений, организации засад и закладки взрывных устройств на маршрутах движения транспортных колонн либо другой активности противника. Полученная с помощью разведоборудования БПЛА информация об объектах атаки используется в ходе предполетной подготовки экипажей боевых самолетов или вертолетов, а также непосредственно в ходе выполнения ими задач, что позволяет повысить эффективность выхода на цель, ее идентификации и поражения в сложной обстановке, в частности, при действиях в условиях населенных пунктов. К способности длительно и скрытно вести воздушную разведку добавляется возможность БПЛА точно атаковать противника с помощью ракетно-бомбовых ударов [1].

БПЛА активно используются в конфликте в Сирийской Арабской Республике. БПЛА осуществляют наводку ударных самолетов, контроль за поражением цели, разведку. Видеоматериалы дают возможность оценить действия экипажей, положение противника, координировать удары в связи с изменившейся обстановкой, а также обеспечивают необходимую информационную составляющую, которая не позволяет дискредитировать действия России в лице мирового сообщества.

Рассмотрим БПЛА с точки зрения конструктивных особенностей [2].

Самолёты

Это беспилотные летательные аппараты, которые имеют в своей конструкции одно или несколько крыльев, зафиксированных на корпусе. За счет высоких аэродинамических свойств, они имеют высокую скорость и дальность полета, но уступают в мобильности и маневренности. Так же важным недостатком является сложность управления, что сильно повышает риск аварии в руках неопытного пилота.

Мультикоптеры

Высокую популярность приобрели сравнительно недавно, примерно с 2010 года. Представляют собой корпус, произвольной формы с различным числом пропеллеров. Как правило, это от 2 до 8 винтов. Наибольшее распространение получили квадрокоптеры (летательные аппараты с 4 пропеллерами). Управление такими беспилотными летательными аппаратами простое, а распределенные винты и возможность зависания в воздухе делает их очень маневренными.

Главным недостатком является низкая скорость и продолжительность полета.

Вертолеты

Летательные аппараты данного типа имеют один или несколько винтов и представляют собой классический вертолет.

Основными достоинствами является более продолжительное время работы, возможность зависания в воздухе и более простое управление.

К недостаткам относится все же малое время работы.

Конвертопланы

Конвертопланы это такие беспилотные летательные аппараты, которые могут взлетать и садиться вертикально, за счет того, что его двигатели могут поворачиваться на 90–180 градусов. После процедуры взлета, они продолжают полет, как обычные самолеты и опираются на крыло, зафиксированное на корпусе.

Другой модификацией конвертоплана является конструкция с фиксированным двигателем, но направление тяги задается поворотами жалюзи.

Достоинствами является: могут взлетать, как мультикоптеры, но вести полет, как самолеты. Могут зависать в воздухе, просты в использовании.

К недостаткам однако относится более низкая мобильность и маневренность, чем у мультикоптеров.

Глайдеры (планеры)

Это беспилотные летательные аппараты, которые не имеют двигателя или имеют двигатель невысокой мощности, который не может обеспечить постоянное пребывание машины в воздухе и самостоятельный взлет, но позволяет корректировать траекторию и курс движения. Такой двигатель позволяет обеспечить приземление в заданной точке или обеспечить более длительную продолжительность полета за счет пребывания аппарата в восходящих воздушных потоках. Если в летательном аппарате отсутствует двигатель, то управление осуществляется путем управления микропроцессором.

Основное применение – это разведка. Информация с борта передается на спутник или аппарат сопровождения. Взлет осуществляется либо с катапульты, либо с возвышенности.

Тейлситтеры

Беспилотный летательный аппарат, который, оказавшись в воздухе изменяет свое положение на горизонтальное и продолжает полет, как самолет. В момент посадки, дрон вновь принимает вертикальное положение и производит приземление на специальные приспособления, которые отходят от крыльев или хвоста летательного аппарата. Поворотные элементы в данной конструкции отсутствуют.

Достоинства:

- способность вертикального взлета как у коптера (не требует катапульты или ВПП);
- способность полета по-самолетному с опорой на фиксированное крыло;
- способность к зависанию в заданной точке.

Привязные беспилотники

Данный тип беспилотных летательных аппаратов был разработан с целью отделения от него батареи питания, так как она является самым тяжелым элементом. Соответственно такие беспилотные летательные аппараты соединяются с наземных элементов питания проводом. Данная конструкция позволяет беспилотнику неделями находиться в воздухе.

Как следствие, такие аппараты неспособны передвигаться на большие расстояния, но зато умеют прекрасно зависать в воздухе, что делает их незаменимыми в задачах, связанных с наблюдением или функциями ретрансляции или приема, передачи сигналов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Семенец В. О., Трухин М. П. Способы противодействия беспилотным летательным аппаратам // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. – Т. 10. – № 3. – С. 4–12.

2. Ишук И.Н. Способы применения групп беспилотных аппаратов коптерного типа одним оператором. / Ишук И.Н., Зубков С.Д., Аккубеков П.А // Сборник докладов и статей по материалам II научно-практической конференции «Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами» / Коломна: 924 ГЦ БпА МО РФ, 2017. – 337 с.

УДК 621.3

Э.Ж. Павлушкин, П.Г. Богинский, С.В. Крескиян

Белорусская государственная академия авиации

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Современные беспилотные летательные аппараты (БЛА) получают всё более широкое распространение во всем мире. Одним из актуальных вопросов является передача на фиксированных частотах видеоинформации с борта БЛА малой и средней дальности, а это требует разработку легких, компактных, современных систем передачи видеоинформации.

Оцифрованный видеосигнал с БЛА поступающий с большого расстояния – это значительный объем информации, а это для радиоканала является критическим показателем. Поэтому развитие цифровых систем передачи данных пошло по пути уменьшения объема данных или их сжатия [1].

Система передачи видеоинформации состоит из бортового и наземного сегмента (рисунок 1). Бортовая часть включает: аналоговый источник видеоинформации, видеосервер, преобразующий аналоговый сигнал в цифровой и кодирующий его, цифровой источник видеоинформации, маршрутизатор и модем, передающий цифровой сигнал на землю. Следовательно, имеется источник сигнала, передатчик и антенно-согласующее устройство. Так как система передачи видеоинформации подразумевает управление масштабированием и углом поворота видеокамер, то необходимо использовать двухсторонний канал связи.

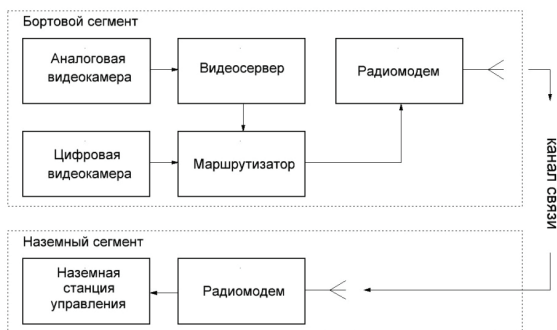


Рисунок 1 – Функциональная схема системы передачи видеоинформации

Наземный сегмент должен обеспечивать прием переданного с борта БЛА цифрового сигнала и преобразование его в видеоизображение на экране. Наземный сегмент должен состоять из антенно-согласующего устройства, приемника цифрового сигнала и устройства индикации.

Предъявленные требования к оборудованию в основном касаются массогабаритных характеристик и качества формируемой и передаваемой информации. Что касается размеров, то они в первую очередь зависят от типа БЛА. Другим основным требованием к разрабатываемой системе будет качество изображения, которое она сможет передать на землю. Для небольших БЛА, высота полета и дальность прямой видимости невелика, достаточным разрешением передаваемого видео с борта будет считаться 1920×1080 или Full HD формат. Видеосервер должен поддерживать обработку Full HD изображения. Для передачи Full HD видео со сжатием необходим канал с пропускной способностью не менее 4 Мбит/с. Требования по дальности радиосвязи также определяются назначением БЛА. Для малых БЛА, достаточной дальностью связи радиоканала будет 15 км.

Стационарная аналоговая видеокамера KPC-S700CB формирует аналоговый видеосигнал формата NTSC или PAL (в зависимости от выбранных настроек). Все устройства подобраны таким образом, чтобы обрабатывать любой из этих сигналов. Для дальнейшей работы этот сигнал необходимо оцифровать. С этой целью в систему добавлен видеосервер. Аналоговая видеокамера имеет видеовыход BNC 1.0Vp-p/75 Ом. Видеосервер имеет точно такой же вход. Что касается видеосервера, который был выбран приоритетным, а именно Samsung SPE-110P, то он работает только с композитным сигналом PAL. Это накладывает небольшое ограничение на использование режимов аналоговой видеокамеры, но на работоспособность системы это не влияет. Аналоговый сигнал, поступивший на вход видеосервера Samsung SPE-110P, преобразуется в цифровой и поступает на HDMI выход видеосервера. Видеосервер можно настроить на выдаваемое разрешение, скорость кадров и формат сжатия. Что касается разрешения, то, учитывая предъявляемые требования, видеосервер будет оцифровывать видеопоток с разрешением 1280×720, что соответствует формату Full HD. Максимальная частота кадров, возможная при данном разрешении, составляет 30 fps. Что касается формата сжатия, то в данном случае их два: H.264 и MJPEG. Видеосервер будет сжимать видео в формате H.264, так как это наиболее распространенный формат, с которым может работать электронная вычислительная машина.

Поворотная цифровая видеокамера Wi-FiP-камера Link-D73W-8G формирует изображение с разрешением 1280×960, что так же считается как Full HD, с частотой кадров 25 fps. Особенностью данной видеокамеры является то, что она может снимать в инфракрасном спектре. Процесс сжатия происходит непосредственно в видеокамере с помощью формата H.264 либо AVI. Так же, как в случае с аналоговой видеокамерой, в данной системе видео будет сжиматься по кодеку H.264. Камера имеет сетевой интерфейс

NTP Ethernet 10Base-T/100Base-TX. Видеопоток формируется сразу в цифровом виде, поэтому не требует дополнительных устройств для обработки сигнала. Он может сразу напрямую через модем и антенну передаваться в эфир.

Предварительно сигналы с видеокamer поступают на маршрутизатор. Маршрутизатор MicroTikRB750, используемый в данной системе, имеет 5 сетевых портов 10/100Fast Ethernet, один из которых является выходным. Отсортированный сигнал с маршрутизатора поступает на радиомодем. Используемый радиомодем UbiquitiBulletM2HP, также имеет сетевой интерфейс Ethernet. Передатчик передает сигнал, используя стандарт 802.11n. Этот стандарт подразумевает использование модуляции MIMO [2]. На приемной стороне точно такой же модем принимает данный сигнал и передает его напрямую на ноутбук Getac B300 G7 в защищенном кейсе. Дальнейшая обработка сигнала производится программным путем непосредственно на нем [3]. В качестве ненаправленных антенн выбрана модель OmniAO-2415 с усилением 15 dBi, вертикальной поляризацией и диапазоном 2,4–2,5 ГГц.

Данная цифровая система передачи видеoinформации, позволяет передавать видеoinформацию с БЛА на наземную станцию управления. Система также может быть доработана с целью расширения возможностей управления целевой нагрузкой. Кроме того, она позволит субъективно оценить качество информации, передаваемой с аналоговой и цифровой видеокamer, которые имеют примерно одинаковые характеристики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дворкович В.П., Дворкович А.В. «Цифровые видеoinформационные системы (теория и практика)». Москва: Техносфера, 2012. – 1008 с. ISBN 978-5-94836-336-3.
2. Квалифицированное построение беспроводных сетей любого масштаба. [Электронный ресурс]: Технология передачи данных MIMO в беспроводных сетях WIFI – режим доступа URL: https://www.getwifi.ru/p_mimo.html.
3. Приоров А.Л., Хрящев В.В., Апальков И.В. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ им. П.Г. Демидова, 2007.

УДК 621.7.024.2

К.Ю. Пашенко, К.С. Бондарев, Т.С. Мороз

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ПОВЫШЕННОЙ МАНЁВРЕННОСТИ

Важнейшим качеством летательных аппаратов (ЛА) является маневренность – способность ЛА изменять положение в пространстве, скорость, высоту и направление полёта за определенный промежуток времени.

Любой ЛА имеет ограничения по маневренности, которые определяются аэродинамическими свойствами ЛА. Расположение крыла, горизонтального и вертикального оперения относительно фюзеляжа, стреловидность крыла самолета, количество и расположение несущих винтов на вертолете – все это непосредственно влияет на маневренность ЛА. При этом резкое маневрирование на высоких скоростях вызывает большие перегрузки, приводящие к негативному воздействию на экипаж и разрушению конструкции ЛА.

В связи с тем, что беспилотные летательные аппараты (БЛА) не имеют экипажа на борту, то их маневренные возможности ограничиваются только аэродинамическими и прочностными характеристиками БЛА. Именно БЛА являются объектом, на котором можно отработать и реализовывать маневры, связанные с большими перегрузками, выполнение которых невозможно на пилотируемых ЛА.

Разработанный специалистами ВУНЦ ВВС «ВВА» мультикоптер [1, 2, 3] имеет фюзеляж с установленным в нем стационарным полезным оборудованием, необходимое количество средств тяги с несущими винтами, каждое из которых расположено на раме, установленной на соответствующей выносной балке корпуса.

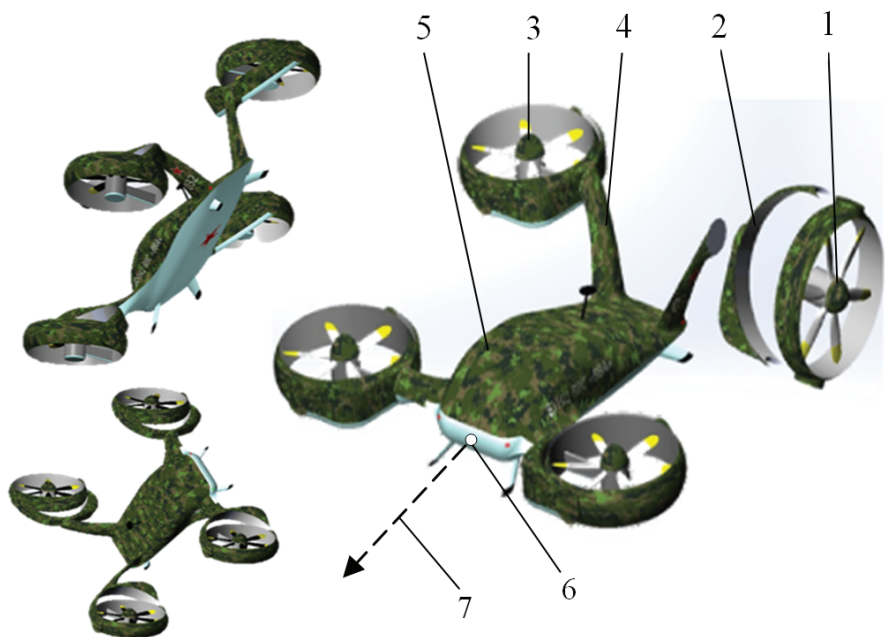


Рисунок 1 – Конструктивное устройство мультикоптера

На рисунке 1 средства тяги 1 установлены на рамах 2 с возможностью поворота плоскости винтов 3 относительно рам. Рамы 2 установлены на выносных балках 4 фюзеляжа 5 с возможностью поворота в перпендикулярной балкам плоскости. Несущие винты 3 установлены с возможностью изменения скорости и направления вращения и (или) лопасти винтов 3 установлены с возможностью изменения их шага, в том числе на отрицательный.

Согласованный поворот относительно фюзеляжа 5 плоскостей несущих винтов 3 и изменение силы и направления их тяги обеспечивается координированным посредством командной системы управления поворотом средств тяги 1 в рамах 2, рам 2 вокруг балок 4 фюзеляжа, изменением шага винтов 3 и (или) скорости и направления их вращения. Это создает суммарную составляющую векторов тяги каждого средства тяги 1, позволяющую совершать полет квадролета по любой заданной траектории и зависание при сохранении любой заданной пространственной ориентации фюзеляжа, следовательно, при любой заданной линии наведения 7 рабочего органа 6 полезного оборудования, стационарно установленного в фюзеляже.

Управление мультикоптером по тангажу, рысканью, крену осуществляется как известными приемами для управления мультикоптерами – изменением силы тяги несущих винтов, так и с использованием новых возможностей, определяемых новыми конструктивными особенностями представленного устройства – изменением направления тяги несущих винтов за счет поворота плоскости винтов относительно фюзеляжа.

Винтокрылые БЛА при решении определенного круга задач имеют некоторые несомненные преимущества перед БЛА самолетного типа и традиционной вертолетной схемы:

Преимущества боевого применения предложенной конструкции БЛА представлены на рисунке 2.

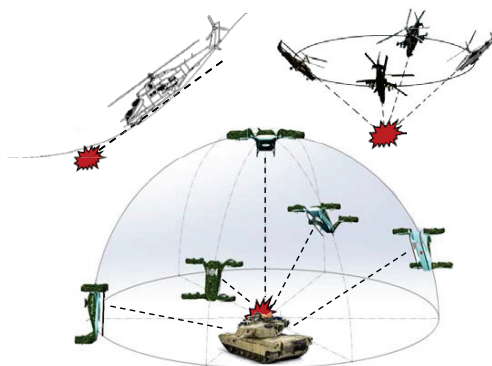


Рисунок 2 – Атака наземной цели винтокрылыми ЛА одновинтовой, двухвинтовой соосной схем и разработанным сверхманевренным мультикоптером

На одновинтовом вертолете с хвостовым винтом выдерживание отрицательного угла тангажа при заходе на цель приводит к разгону, уходу от цели и новым заходам на нее, что снижает вероятность поражения цели и позволяет противнику предугадать дальнейшую траекторию движения вертолета.

Одно из преимуществ двухвинтовой соосной схемы вертолета – возможность выполнения ряда манёвров, мало доступных вертолётам с одним несущим винтом. Например, тактический смысл применения боевого маневра «воронка» заключается в том, что при ее выполнении вертолет может длительное время держать в зоне прицеливания наземные цели и производить по ним стрельбу, несмотря на отрицательный угол тангажа.

Конструкция представленного мультикоптера в сравнении с элементом «воронка» позволяет длительное время держать в зоне прицеливания наземные объекты при его более непредсказуемом положении относительно цели. При этом траектория движения мультикоптера описывается пространственной полусферой, с возможностью нахождения БЛА в любой ее точке с разными углами тангажа, рысканья, крена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кровяков В.Б., Бирюков М.И. Квадрокоптер. Патент РФ на изобретение № 2547050, 2015.
2. Кровяков В.Б., Ильинов Е.В., Хакимов Т.М. и др. Летательный аппарат. Патент РФ на изобретение № 2656932, 2018.
3. Кровяков В.Б., Ильинов Е.В., Хакимов Т.М. и др. Ударный мультикоптер. Патент РФ на полезную модель № 188791, 2019.

УДК 681.5

А.А. Санько, Т.А. Тищенко, Д.А. Смольский

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РОБАСТНОГО ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СЕРВОПРИВОДА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Задача синтеза систем управления БЛА характеризуется сложностью их математических моделей и наличием существенных ограничений и возмущений. К основным ограничениям можно отнести ограничения, обусловленные нелинейностью элементов сервопривода входящего в состав автопилота, а к возмущениям – наличие некоторой степени параметрической неопределенности в параметрах. В настоящее время, широкое распространение в системах управления БЛА получили ПИД-регуляторы. В случае

управления нестационарным объектом типовые регуляторы не всегда обеспечивают требуемое качество переходного процесса. В работе представлены результаты исследований расчета параметров ПИД регулятора с использованием метода локализации применительно к типовому сервоприводу БЛА.

Будем рассматривать задачу управления сервоприводом, который является линейным объектом 2-го порядка. Передаточная функция сервопривода, имеет вид:

$$W_{cn}(p) = \frac{a_2}{p^2 + a_1 p + a_2}. \quad (1)$$

В качестве системы управления выступает пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД):

$$u(t) = K_{\Pi} \cdot e(t) + K_{\text{И}} \int_0^t e(t) dt + K_{\text{Д}} \frac{d}{dt} e(t).$$

Требования к качеству переходных процессов в системе заданы в виде желаемой передаточной функции:

$$W_{\text{ж}}(p) = \frac{b_2}{p^2 + b_1 p + b_2}. \quad (2)$$

Необходимо определить параметры регулятора, обеспечивающего в системе свойства, соответствующие желаемой передаточной функции (2) и независимость от нестационарных параметров сервопривода.

Опишем ПИД-регулятор, как:

$$W_{\text{пид}}(p) = \frac{(K_{\text{Д}} + K_{\text{П}} T_{\text{пид}}) p^2 + (K_{\text{П}} + K_{\text{И}} T_{\text{пид}}) p + K_{\text{И}}}{(1 + T_{\text{пид}} p) p},$$

введем следующие обозначения:

$$K = (K_{\text{Д}} + K_{\text{П}} T_{\text{пид}}), c_1 = \frac{K_{\text{П}} + K_{\text{И}} T_{\text{пид}}}{K_{\text{Д}} + K_{\text{П}} T_{\text{пид}}}, c_2 = \frac{K_{\text{И}}}{K_{\text{Д}} + K_{\text{П}} T_{\text{пид}}}, \quad (3)$$

где c_1, c_2 – параметры желаемой передаточной функции (2). С учетом (4) передаточная функция регулятора примет вид:

$$W_{\text{пид}}(p) = \frac{K(p^2 + c_1 + c_2)}{(1 + T_{\text{пид}} p) p},$$

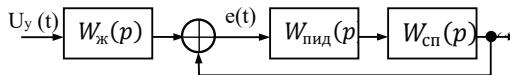


Рисунок 1 – Схема системы с ПИД регулятором на основе метода локализации

Передаточная функция системы (рисунок 1) имеет вид:

$$W_{\text{сис}}(p) = \frac{W_{\text{пид}}(p) W_{\text{ж}}(p) W_{\text{сн}}(p)}{1 + W_{\text{пид}}(p) W_{\text{сн}}(p)}. \quad (4)$$

Предлагается использовать следующую процедуру расчета коэффициентов робастного ПИД-регулятора [1–2].

1. Исходя из требований к точности регулирования, рассчитывается коэффициент усиления регулятора по соотношению: $K \cdot K_{сн} \geq (20 \dots 100)$, что соответствует статической ошибке $\delta \leq (0,05 \dots 0,01)$.

2. Выбирается численное значение постоянной времени дифференцирующего звена $T_{сн}$, на три порядка меньше постоянной времени желаемой передаточной функции.

3. Значения коэффициентов ПИД-регулятора, рассчитываются на основе соотношений (3), в виде: $K_I = Kb_2$, $K_{II} = Kb_1 - K_I T_{пид}$, $K_D = K - K_{II} T_{пид}$.

Параметры модели сервопривода (2), вследствие своей не стационарности, могут изменяться: a_1 – на 15 %, а a_2 – на 10 % от своего номинального значения. Результаты моделирования, представлены на рисунке 2, 3.

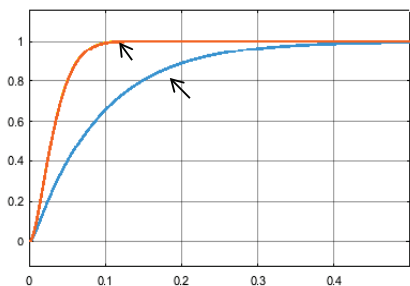


Рисунок 2 – Переходные процессы:
а – СП с ПИД регулятором; б – СП с желаемой передаточной функцией; в – СП без регулятора

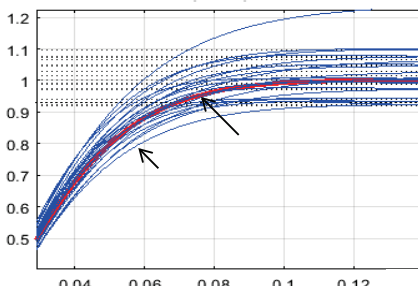


Рисунок 3 – Вариации переходных процессов, при изменении параметров a_1 , a_2 :
а – СП с ПИД регулятором; б – СП с желаемой передаточной функцией

Как видно из рисунка 2, желаемый переходной процесс системы и переходной процесс системы с ПИД – регулятором, рассчитанным с использованием метода локализации, совпали. На рисунке 3, а, представлены результаты влияния изменения параметров СП – a_1 , a_2 , на выходной сигнал системы. Поскольку разработанный регулятор имеет достаточно большой коэффициент усиления, то влияние данных параметров не значительно, менее 1 %. Без использования предложенной схемы, изменения a_1 и a_2 , оказывают значительное влияния на качество переходного процесса желаемой передаточной функции СП (более 50 %) (рисунок 3, б).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что использование ПИД регулятора, построенного на основе метода локализации, позволяет получить робастную систему с требуемым качеством переходных процессов и ошибки, независимо от нестационарных параметров сервопривода и коэффициентов ПИД-регулятора. Очевидно, что этот подход может быть распространен и на линейные модели более высокого порядка и в целом на произвольные линейные динамические объекты.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Н.С. Земцов, Г.А. Французова. Расчет параметров робастного ПИД-регулятора на основе метода локализации // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2013. том 13, № 4.

2. Востриков А.С. Синтез систем регулирования методом локализации: Монография / А.С. Востриков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 252 с.

СИНТЕЗ РОБАСТНОГО Н-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Задача синтеза систем управления БЛА характеризуется сложностью их математических моделей и наличием существенных ограничений и возмущений. К основным ограничениям можно отнести ограничения, обусловленные нелинейностью элементов сервоприводов, входящих в состав автопилота, а к возмущениям: ветровые возмущения, действующие на контур управления БЛА и изменения параметров контура управления (значение коэффициента усиления и постоянной времени контура, из-за температурных воздействий или временных деградаций).

Вопросам разработки робастных систем автоматического управления посвящено ряд работ [1–3]. В данных работах рассматривался синтез робастного автопилота, который является универсальным для любых планеров БЛА с весом от 0,5 кг до 50 кг. В данных работах исследовались изменения выходных сигналов автопилота с учетом варьирования его коэффициентов передачи под воздействием внутренних возмущений. В качестве робастного регулятора рассматривался ПИД-регулятор, регулятор построенный на обратной задаче динамики и гауссовский линейно-квадратический регулятор (LQG). Проведенные исследования показали, что использование данных регуляторов имеет свои достоинства и недостатки.

Мы предлагаем использовать робастный автопилот в БЛА построенный с использованием Н-регулятора, который показал свою эффективность при наличии шума в измерениях и дополнительных ограничениях на управляющие и контролируемые переменные с учетом неточности математической модели [4]. Данный регулятор строится с помощью Н-метода формирования на размещение полюсов передаточной функции замкнутой системы в заданной области. Использование данного регулятора позволит помимо робастности к указанным возмущениям, задавать ограничения на быстродействие автопилота, его запас устойчивости и максимальную угловую частоту собственных колебаний.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Робастный автопилот канала тангажа беспилотного летательного аппарата. Доклады БГУИР. 2017, № 3 (105). Ю.В. Гриднев, А.Г. Иванов.
2. Малкин В.А., Гриднев Ю.В., Пальцев А.Н., Цанова А.А. Робастный автопилот канала тангажа летательного аппарата / Патент № 18251.
3. CORI R., MAFFEZZONI C. Practical optimal control of a drum boiler power plant //Automatica -1984, Vol. 20.Pp. 163–173.
4. Курдюков А.П., Тимин В.Н. H_∞ управление энергетической системой в аварийной режиме. Ч.1. Теоретические основы синтеза робастных. H_∞ - регуляторов // Проблемы управления, 2009. – №1. – С.8–17.

ОСОБЕННОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ МИШЕНИ ТИПА БЛА

Последние вооруженные события в Сирии и Саудовской Аравии, а также мировые тенденции развития авиационной техники убедительно свидетельствуют об активном вытеснении традиционных пилотируемых самолетов и вертолетов из различных сфер боевого применения авиации, включая нанесение ракетно-бомбовых ударов. Вполне очевидно, что встает вопрос о парировании таких угроз обороняющейся стороной. Для этого

нужно, прежде всего, обеспечить получение необходимой и достаточной информации о таких целях. В первую очередь это относится к радиолокационной информации, начальным этапом получения которой является обнаружение БЛА.

Летные и лабораторные исследования, проводимые Научно-производственным центром многофункциональных беспилотных комплексов (НПЦ) показали, что среднее значение эффективной отражающей поверхности (ЭОП) класса малоразмерных БЛА составляет $0,04 \pm 0,24 \text{ м}^2$ в диапазоне [3; 10] см. Для имитации данного класса целей в НПЦ разработана дешевая и простая в применении одноразовая универсальная мишень (ОУМ) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Одноразовая универсальная мишень

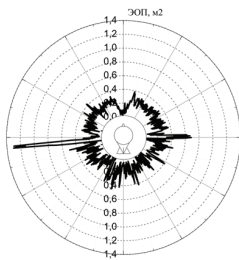


Рисунок 2 – ЭОП ОУМ на частоте $f=2,1 \text{ ГГц}$ при поляризационном базисе $E - \text{верт.}$; $\sigma_{\text{ср}}=0,23 \text{ м}^2$; $\sigma_{\text{мед}}=0,2 \text{ м}^2$



Рисунок 3 – Изображение момента поражения ОУМ ракетой 9М33

Проведенные испытания ОУМ показали, что, не смотря на «простоту», для ее обнаружения, захвата и поражения необходимы устойчивые навыки и умения операторов зенитных ракетных комплексов, а значение коэффициента оперативной готовности технических средств должно составлять не менее 0,9. Боевая работа велась в дневных условиях с использованием радиолокационных средств и телевизионного оптического визира.

В условиях реального полигона условный коэффициент эффективности действий конкретного зенитно-ракетного подразделения по одной ОУМ составил 0,25. И хотя ОУМ была поражена, конкретные действия расчетов по борьбе с малоразмерными и низкоскоростными целями показали всю сложность боевой работы по ОУМ и выявили существенные особенности процессов обнаружения, захвата на сопровождение и уничтожение малоразмерных БЛА в дневных условиях.

Таким образом, одноразовая универсальная мишень типа БЛА, разработанная НПЦ, пригодна для тренировки боевых расчетов радиотехнического профиля по совершенствованию индивидуальных навыков и умений в борьбе с одиночными малоразмерными БЛА.

УДК 629.7.058

С.Б. Стукалов, В.И. Кондриков, Р.С. Гаврюшин

*Московский государственный технический университет гражданской авиации
(Москва, Россия)*

ОБЛЕГЧЕННЫЙ БПЛА С ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМ КОМПЛЕКСОМ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТНОСТИ

Для обследования мест летных происшествий и нахождения, характерных для данных ситуаций, участков и объектов могут быть применены беспилотные летательные аппараты. Важным преимуществом БПЛА в таких случаях является скорость нахождения координат мест и объектов летных происшествий, а также возможность полета и выполнения задач в дневное и ночное время [1, 2].

Для выполнения летательными аппаратами подобных задач хорошие показатели могут обеспечить схемы расположения крыла по отношению к фюзеляжу типа высокоплан с

облегченной конструкцией планера. Высокплан обеспечивает широкий диапазон эксплуатационных центровок, улучшенный обзор нижней полусферы, дает большие возможности наблюдения за земной поверхностью и удобства при посадке БПЛА. Авторами при помощи системы автоматизированного проектирования AutoCAD выполнено исследование и построение чертежа планера БПЛА. Это позволило подобрать оптимальный типовой вариант конструкции фюзеляжа с подкапотным пространством для размещения видеоаппаратуры и передатчиков (рисунок 1).

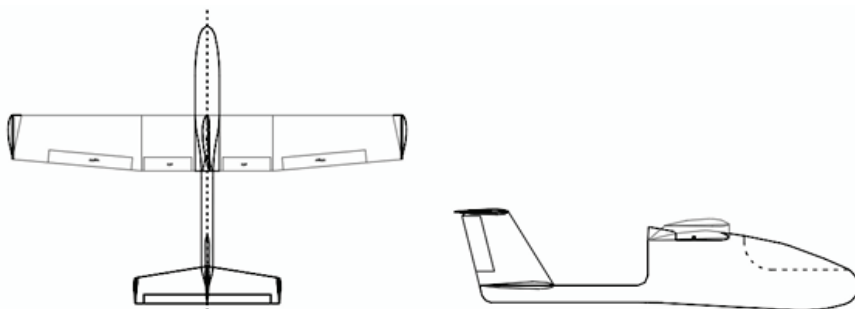


Рисунок 1 – Результат построения схемы планера БПЛА при помощи системы AutoCAD

Использование фрезеровки по пенопласту с ламинированием на станке с числовым программным управлением позволило создать облегченную конструкцию планера БПЛА: крыльев, фюзеляжа, оперений. Выбор большого размах крыла и облегченная конструкция планера позволили обеспечить высокие показатели аэродинамического качества БПЛА.

В качестве силовой установки для БПЛА использован электрический двигатель AX2814 980kv с бесколлекторным регулятором скорости Turnigy Plush 60A с ВЕС 3А.

Для управления БПЛА и получения информации разработаны структурные схемы включения камер оптико-электронной системы и созданы устройства бортового и наземного оборудования. Такая система позволяет ориентироваться днем и ночью и корректировать полет БПЛА по маршруту, по установленным ориентирам.

В состав оптико-электронного комплекса исследования местности БПЛА входят две камеры обзора нижней полусферы ВД и ИК диапазонов, встроенные снизу в фюзеляж.

Задачей данных камер является мониторинг местности в диапазоне видимого и инфракрасного излучений.

Из проведенных экспериментов полета БПЛА получены рекомендации по использованию комплекса и построению маршрута полета в задачах исследовательского и поискового характеров:

1. Оптимальным вариантом конструкции фюзеляжа для размещения оптико-электронной системы является схема расположения крыла по отношению к фюзеляжу типа высокплан с облегченной конструкцией планера.

2. При выполнении исследовательских и поисковых операций днем и ночью в составе оптико-электронного комплекса необходимо использовать как бортовые камеры управления полетом так и камеры наблюдения многоспектральных диапазонов.

3. В качестве поворотных точек полета рекомендуется использовать характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полете (изгибы рек, перекрестки дорог, одиночные строения и т. д.).

4. Первую поворотную точку маршрута (исходный пункт маршрута) целесообразно устанавливать рядом с точкой старта.

5. Линия пути, по возможности, не должна проходить возле линий электропередач большой мощности и других объектов с большим уровнем электромагнитных излучений (радиолокационные станции, приемо-передающие антенны и пр.).

Для оперативного просмотра поверхности местности с целью обследования мест летных происшествий полет целесообразно выполнять, используя типовые варианты маневров (рисунок 2):

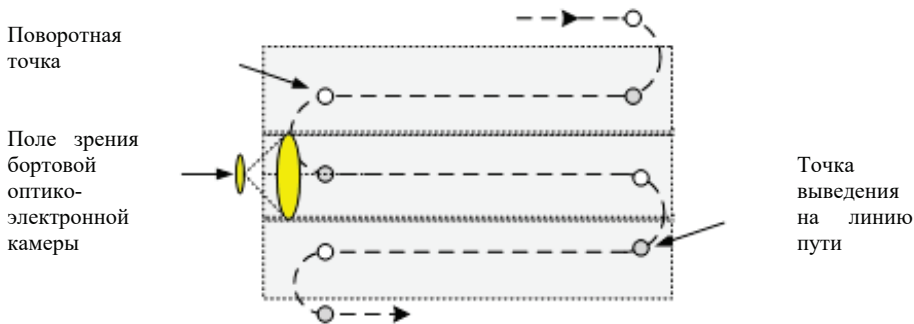


Рисунок 2 – Типовой вариант маршрута полета комплекса

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стукалов С.Б., Гаврюшин Р.С., Лутин Э.А., Стукалов Д.С., Кондриков В.И. Исследование инновационных подходов применения систем визуализации на воздушных судах. Отчет о НИР №07-16 № госрегистрации АААА-А-16-116121410012-8. Москва, МГТУ ГА, 2019. – 69 с.

2. Стукалов С.Б. и др. Проблемы применения бортовых систем визуализации вертолетов при посадке в условиях ограниченной видимости. Сборник материалов II-ой международной заочной научно-практической конференции учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации». Минск, 9–10 ноября 2017 г. под научн. ред. Г. Ф. Ловшенко. – Минск: БГАА, 2017. – 269 с.

УДК 629.7.058

С.Б. Стукалов, Д.С. Стукалов, Р.С. Гаврюшин

*Московский государственный технический университет гражданской авиации
(Москва, Россия)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ БПЛА В ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧАХ

Для расширения возможностей видения, мониторинга местности в настоящее время все чаще стали применять оптико-электронные системы, устанавливаемые на летательные аппараты [1, 2]. При решении ряда задач в качестве носителя оптико-электронных систем можно использовать беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с полетом по указанному маршруту, по заданным точкам в автоматическом режиме и т. п.

Применению и совершенствованию данных летательных аппаратов длительное время уделяется значительное внимание, и их практические возможности при решении задач авиационного транспорта, чрезвычайных ситуаций, жизнедеятельности общества востребованы. Для исследования возможностей практического применения оптико-электронных систем в поисковых задачах БПЛА авторами были проведены летные эксперименты. При выполнении экспериментов получены кадры с курсовой камеры, которая зафиксировала подлёты над ориентирами (рисунок 1).



Рисунок 1 – Результаты регистрации изображений местности оптико-электронной системой при полете к первому ориентиру (а) и при полете ко второму ориентиру (б)

Полученные изображения местности показывают возможности различения объектов местности и выполнения поисковых задач.

Основной проблемой практического применения известных методов анализа изображений и различения объектов является ограничения времени, необходимого на обработку кадра изображения. Поэтому для обработки движущегося изображения не все известные методы реально в полете могут быть применимы. При просмотре местности под различными ракурсами возможны геометрические и яркостные искажения объектов. В таких обстоятельствах предпочтительными оказываются методы контурного анализа.

К варианту практического применения механизма обработки информации может быть отнесен алгоритм Sanny, который представляет собой многоэтапный алгоритм обработки и формирования границ изображений [1]. Основными этапами алгоритма являются: выполнение сглаживания изображения, поиск градиентов, подавление немаксимумов, выполнение двойной пороговой фильтрации, трассировка области неоднозначности.

Для выделения характерных объектов, а также нахождения возможностей автоматической привязки к навигационным параметрам, была выполнена обработка реальных изображений видения местности в полете в программной среде MathCad. Результаты обработки, выполненные по данным правилам, приведены на рисунке 2.

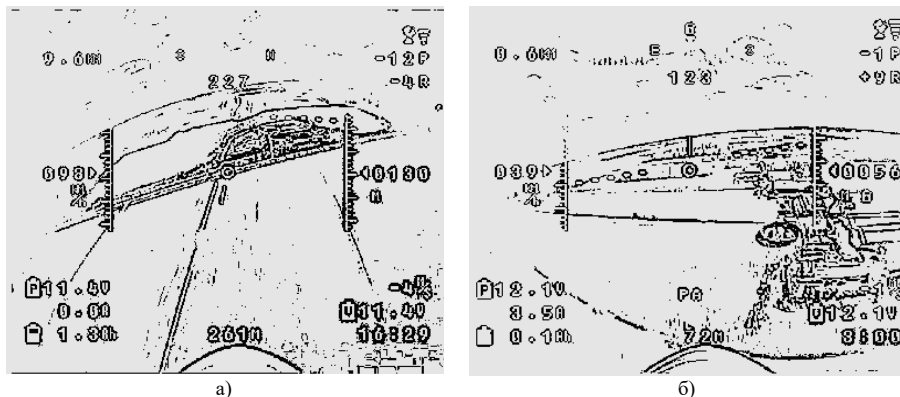


Рисунок 2 – Результаты фильтрации и выделения контуров изображений местности оптико-электронной системой при полете к первому ориентиру (а) и при полете ко второму ориентиру (б)

Полученные результаты:

1. Показывают возможность быстрого формирования контуров объектов на кадрах изображений при полете над специфической местностью обработкой по алгоритму Canny и выделения наиболее вероятного месторасположения ориентиров.

2. Позволяют сделать вывод о том, что не все этапы алгоритма Canny необходимы для быстрого формирования контуров информативных изображений местности. Так, для уменьшения ресурсов системы ЭВМ нет необходимости рассчитывать градиент изображения и делать края тонкими. Дополнительную обработку и анализ изображений местности, над которой выполняется полет, инверсию цвета и улучшение изображения электронного аэрофотоснимка можно выполнить всеми этапами алгоритмов Canny, Retinex и др.

3. Ввиду значительного требуемого времени обработки текущего кадра, операции подробного анализа целесообразно выполнять наземным оборудованием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стукалов С.Б., Гаврюшин Р.С., Лутин Э.А., Стукалов Д.С., Кондриков В.И. Исследование инновационных подходов применения систем визуализации на воздушных судах. Отчет о НИР №07-16 № госрегистрации АААА-А-16-116121410012-8. Москва, МГТУ ГА, 2019. – 69 с.

2. Стукалов С.Б. и др. Проблемы применения бортовых систем визуализации вертолетов при посадке в условиях ограниченной видимости. Сборник материалов II-ой международной заочной научно-практической конференции учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации». Минск, 9-10 ноября 2017 г. под научн. ред. Г. Ф. Ловшенко. – Минск: БГАА, 2017. – 269 с.

УДК 623.74:629.7.094

Р.Л. Тюпин, Е.Л. Кохановский, В.В. Коробач

Военный факультет в учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации»

РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС С НЕУПРАВЛЯЕМЫМИ АВИАЦИОННЫМИ РАКЕТАМИ ТИПА С-5М.

На мировом рынке вооружений Республика Беларусь все чаще выступает в роли поставщика высокотехнологичных изделий военного и двойного назначения, как пример – производство беспилотных летательных аппаратов.

За последние несколько лет предприятия Республики Беларусь показывают значительные успехи в разработке беспилотных летательных аппаратов различных типов и назначения.

Одним из таких беспилотных летательных аппаратов является разведывательно-ударный беспилотный авиационный комплекс.

Этот сравнительно недавно появившийся класс беспилотного авиационного комплекса позволяет одновременно вести разведку, поиск целей и их поражение. Входящие в состав таких комплексов беспилотные летательные аппараты многоразового использования оснащаются различным высокоточным оружием.

Сегодня вооружение пилотируемой авиации ВС РБ представлено широкой номенклатурой управляемых и неуправляемых авиационных средств поражения различного типа. Анализируя информацию о разработках зарубежных фирм, принимающих участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах по оснащению этими средствами поражения беспилотных летательных аппаратов, и учитывая массогабаритные характеристики авиационных средств поражения, можно предположить, что в ближайшей перспективе беспилотные летательные аппараты будут применять авиационные боеприпасы разного типа, оснащенные различными системами наведения.

На разведывательно-ударный беспилотный авиационный комплекс предлагается установить в качестве средства поражения авиационную неуправляемую ракету типа С-5М (рисунок 1).



Рисунок 1 – НАР С-5М

Анализируя возможности применения различных ракет, были выявлены ряд преимуществ ракеты данного класса:

- универсальность (применение по любым целям и практически с любых типов ЛА);
- неподверженность непосредственному воздействию помех;
- практическая безотказность;
- экономичность (по критерию «стоимость-эффективность»);
- простота конструкции, что дает возможность их массированного применения;
- упрощенное управление пуском.

Данная неуправляемая ракета предназначалась для поражения легкобронированных целей противника с пилотируемых воздушных судов.

Боевая часть комбинированная – фугасного действия с осколочной оболочкой, которая при разрыве образует около 75 осколков весом 0,5–1 г.

Длина ракеты С-5М составляет 882 мм. При весе ракеты всего 3,8 кг, вес боевой части составляет 1 кг, а максимальная скорость 650 м/с.

Наибольшая эффективность прицельного огня достигается при пуске ракет с дальности 1600–1800 м.

Выбор данной боевой части ракеты обусловлен особенностью фугасных снарядов, спецификой которых является их поражающее действие. Кроме этого малые перегрузки испытываемые реактивным снарядом при выстреле дают возможность выполнять его фугасную боевую часть с достаточно высоким коэффициентом наполнения, то есть увеличивать могущество действия реактивного снаряда. В обычных условиях, на открытом пространстве, создаваемая при детонации фугасного заряда ударная волна расходится равномерно по всему радиусу действия, теряя с увеличением расстояния интенсивность воздействия на предметы. При подрыве заряда в замкнутом пространстве или на ограниченной площади, поражающее действие фугаса увеличивается.

Кроме этого, простота устройства и небольшие весовые характеристики, как самой ракеты так и пусковой установки для нее говорит о возможности установки на легкий беспилотный летательный аппарат, без потери весовых и аэродинамических характеристик применяемого беспилотного летательного аппарата.

В связи с тем, что небольшие беспилотные летательные аппараты трудно поражаемы стрелковым оружием противника и оснащенные такими средствами поражения как неуправляемые авиационные ракеты С-5М, то появляется возможность применения данной ракеты не только в интересах Министерства обороны, но и для выполнения поставленных задач силами Министерства внутренних дел, ведущих бои в городских условиях, с целью нейтрализации бандитских групп и формирований.

Использование разведывательно-ударного беспилотного авиационного комплекса с применением неуправляемых авиационных ракет С-5М будет способствовать увеличению боевого потенциала Вооруженных Сил, а также позволит оперативно реагировать на возникающие угрозы безопасности Республики Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Широкоград А.Б. «Энциклопедия современной военной авиации». Харвест АСТ, 2001.
2. Марковский В. Су-25 «Грач». Все о грозном штурмовике. ЭКСМО, 2016.
3. Морозов С. Боевой вертолет Ми-24. Цейхгауз, 2005.
4. Широкоград А.Б. «История авиационного вооружения». Харвест, 1999.

УДК 629.7

И.А. Федоркевич

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ИНТЕРАКТИВНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС «БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ФОРПОСТ»

Достаточно сложно воспринимать информацию, используя в качестве источника техническое описание БПЛА. Гораздо более эффективный и рациональный результат с точки зрения понимания конструкции БПЛА и принципов работы его систем можно получить, используя программное обеспечение «Macromedia Flash».

Учебный комплекс создан с использованием программного обеспечения Macromedia Flash, и сохранен в формате «.exe», что дает возможность запускать его на любом устройстве с операционной системой Windows, без какого-либо дополнительного программного обеспечения, необходимого для воспроизведения данного файла. Это позволяет использовать комплекс в повседневной деятельности, а также в процессе самостоятельного обучения.

Для начала работы необходимо запустить файл «Интерактивный учебный комплекс «Беспилотный летательный аппарат Форпост»». В первой сцене программы изображен планер БПЛА «Форпост» (рисунок 1).

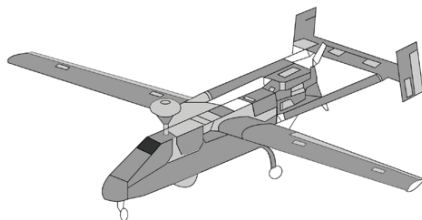


Рисунок 1 – Первая сцена программного комплекса

Для того, что бы подробно изучить основные элементы планера, необходимо навести курсор на соответствующую часть и нажать левую кнопку мыши. После нажатия кнопки, выбранный элемент увеличиться в масштабе, позволяя рассмотреть его более подробно. Корпус выбранного элемента станет прозрачным, таким образом, предоставляя возможность рассмотреть внутренние агрегаты этой части планера (рисунок 2).

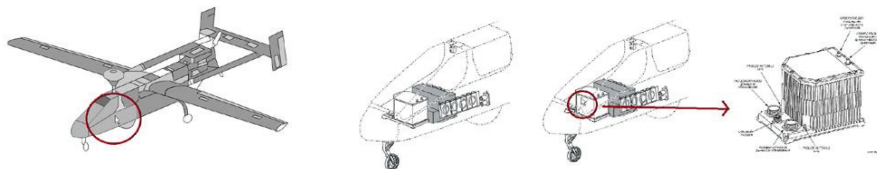


Рисунок 2 – Работа с комплексом

Что бы получить более подробную информацию о каждом основном агрегате, необходимо навести на него курсор. Для возврата в основное меню необходимо нажать на уменьшенное в масштабе, изображение планера БПЛА «Форпост» в правом нижнем углу.

Для изучения конструкции и принципов работы, например, топливной системы необходимо навести курсор на часть планера, где она расположена, и нажать левую кнопку мыши (рисунок 3).

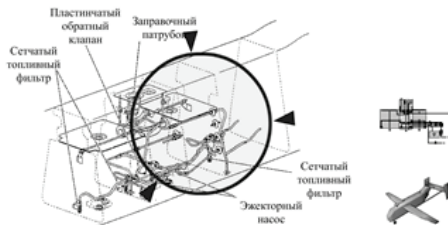


Рисунок 3 – Топливная система

Для изучения состава агрегатов и основных технических характеристик системы необходимо навести курсор на уменьшенное в масштабе изображение принципиальной схемы, расположенной в правой части экрана и нажать левую кнопку мыши (рисунок 4).

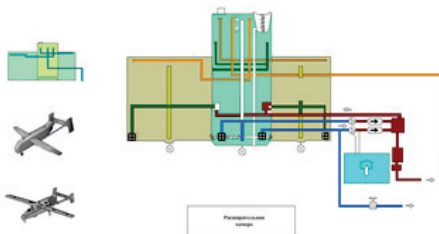


Рисунок 4 – Принципиальная схема топливной системы

Комплекс с использованием анимационного ролика позволяет изучить работу топливной системы при различном положении БПЛА (рисунок 5).



Рисунок 5 – Работа топливной системы

Программный комплекс позволяет повысить эффективность при самостоятельном изучении конструкции и принципов работы БПЛА «Форпост» за счет рациональной подачи информации и наглядной анимационной демонстрации процессов работы его систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 100 % самоучитель macromedia Flash MX: учебное пособие / под ред. Б.Г. Жадаева. – ТЕХНОЛОДЖИ-3000, 2005. – 544с.

2. Кондуров Ю.В. Программный комплекс «Топливная система беспилотного летательного аппарата «Форпост»» // Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации: сб. докладов по мат-лам IX Международной научно-технической конференции (Минск, 23–24 мая 2019 года). Минск: ВАРБ, 2019. С. 129–130.

УДК 629.7

В.К. Харченко

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ОБОБЩЕННЫЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Рассмотрим один вариант состава критериев эффективности применения беспилотного летательного аппарата (БЛА) военного и гражданского назначений [1]. Пусть в рассматриваемой операции используются комплекс беспилотного летательного аппарата (КБЛА) одного вида. Известно, что основным современным требованием к любой боевой операции является требование решения стоящей боевой задачи с минимальными затратами времени и применяемых сил и средств.

В связи с этим первый критерий эффективности применения КБЛА военного назначения будет иметь вид:

$$T = T(N) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где T – время решения поставленной боевой задачи с учетом затрат времени на подготовку к операции;

N – число КБЛА, применяемых в проводимой операции.

Для некоторых видов БЛА, таких как КБЛА-ретрансляторы, КБЛА-РЭБ и др. величина T нормируется руководящими документами и является фиксированной детерминированной величиной, но может носить и вероятностный (случайный) характер [2]. В процессе проведения любой операции, в том числе с применением КБЛА, действует значительное число случайных факторов, которые формируют неопределенность ее конечного результата. Для БЛА военного назначения такими факторами являются действия средств ПВО противника, отказы бортовых систем КБЛА, ошибки в программах полетов КБЛА и в действиях операторов управления и др.

Для учета действия случайных факторов в процессах применения БЛА вводится второй критерий вида:

$$P = P(N) \rightarrow \max, \quad (2)$$

где P – вероятность успешного решения боевой задачи, поставленной перед группой N КБЛА.

В качестве третьего критерия эффективности КБЛА предлагается использовать следующий критерий:

$$N \rightarrow \min, \quad (3)$$

который описывает такое естественное требование как решение боевой задачи минимальным числом сил и средств.

Если в планируемой операции предполагается использовать n видов КБЛА, то критерии эффективности их применения будут иметь вид:

$$T = T(N_1, N_2, \dots, N_n) \rightarrow \min$$

$$P = \prod_{i=1}^n P(N_i) \rightarrow \max \quad (4)$$

$$N = \sum_{i=1}^n N_i \rightarrow \min.$$

где N_i – число БЛА i -го вида;

$P(N_i)$ – вероятность успешного решения задачи группой БЛА i -го вида, $i = \overline{1, n}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федосов, Е.А. Авиация ПВО России. Научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра. М.: Изд-во «Дрофа», 2005.

2. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. – Мн.: ООО «Попурри», 2003. 272 с.

УДК 004.932.4

А.В. Шарамет, О.В. Ковриго

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВОЙ ОЭС И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА МАЛОГАБАРИТНОМ БЛА В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОСТИ АТМОСФЕРЫ

Одним из направлений совершенствования систем воздушной разведки является активное применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Они позволяют решать задачи оптического обнаружения и измерения координат объектов. Эффективность разведки в значительной степени определяется тактико-техническими характеристиками бортовой оптико-электронной системы (ОЭС), установленной на БЛА, а именно углами обзора в вертикальной (α) и горизонтальной (β) плоскости, размером изображения на цифровой матрице в пикселях $X(Y)$ и фокусным расстоянием (F) ОЭС.

Современные БЛА самолетного типа, состоящие на вооружении в Республике Беларусь, относятся к классу малагабаритных (МБЛА) [2, с.11]. Некоторые ТТХ МБЛА и бортовых ОЭС представлены в таблице 1.

Таблица 1 – ТТХ МБЛА и их бортовые ОЭС

Название/ система	Высота полета МБЛА, м	Максимальная скорость ветра, при которой возможен полет МБЛА, м/с	$\alpha(\beta)$, град.	$X \times Y$, пиксель
«Москит»/ <i>GoPro Hero 4</i>	100 – 300	8	94,4(122,6) 72,2(94,4) 49,1(64,6)	800x480,1280x720, 1920x1080,1920x1440, 3840x2160,4096x2160
«Беркут-2»/ <i>SONY FCB- FX20DP</i>	100 – 1000	15	150,1(170) 71,2(93,2)	800x600,1280x720
«Бусел-10»/ <i>Canon EOS 650D</i>	300 – 1000	15	130,7(170) 42,2(75,2)	640x480, 1280x720, 1600x1200, 1920x1080

Изображение, формируемое в ОЭС МБЛА, в пределах которого решаются задачи обнаружения и измерения координат наземных объектов, подвержено искажениям [1]. Искажения изображения вызваны тем, что в процессе полета МБЛА подвержен воздействию ветра и других факторов [2, с. 67]. При этом в полете наибольшее влияние на беспилотный

аппарат оказывает ветер, поскольку его скорость находится в диапазоне скорости полета МБЛА [2, с. 33].

Сохранение потенциальных возможностей по обнаружению и измерению координат бортовой ОЭС обеспечивается при применении дополнительных механических и программных устройств, снижающих влияние колебаний на ОЭС. Для стабилизации бортовой ОЭС используются оптические, механические и программные методы [3, 4]. Методы *оптической стабилизации* позволяют повысить качество изображения за счет использования подвижной системы оптических линз до того, как световой поток попадет на цифровую матрицу [5, с. 507-514]. Недостатком подобных методов являются их существенные массогабаритные характеристики, что не позволяет их использовать на МБЛА. При использовании методов *механической стабилизации* изменяется положение цифровой матрицы в зависимости от колебаний бортовой ОЭС за счет применения плоского механизма, гироскопов и акселерометров. *Программные методы стабилизации* позволяют не только повысить качество оптического изображения, но и упростить механизмы механической и оптической стабилизации бортовой ОЭС, что актуально для МБЛА.

Ввиду того, что качество и размер изображения зависят от ТТХ бортовой ОЭС и условий наблюдения, а оценка величины смещения изображения объекта наблюдения и ее компенсация являются важными элементами методов программной стабилизации, в докладе будут рассмотрены:

параметры бортовой ОЭС (углы обзора и разрешающая способность), при которых возможно выполнение задачи обнаружения объекта типа грузового автомобиля на различных высотах полета МБЛА;

параметры полета МБЛА (скорость и высота полета), при которых изображение цели остается в поле зрения бортовой ОЭС в условиях турбулентности;

диапазон смещения изображения цели с учетом движения МБЛА и объекта наблюдения в условиях турбулентности атмосферы для различных высот полета и направления движения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Липлянин, А. Ю. Анализ методов восстановления оптико-электронных изображений, смазанных при движении / А. Ю. Липлянин [и др.] // Доклады БГУИР. – 2018. – № 2. – С. 40–46.
2. Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. Маклэйн. – Москва: Техносфера, 2015. – 312 с.
3. Буряченко, В. В. Методы стабилизации видеопоследовательностей сложных статических и динамических сцен в системах видеонаблюдения: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / В. В. Буряченко. – Красноярск, 2014. – 123 л.
4. Слынько, Ю. В. Разработка и исследование алгоритмов определения геометрических преобразований кадров видеопоследовательности и их применение к задачам стабилизации, сопровождения и селекции движущихся объектов: дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.17 / Ю. В. Слынько. – Москва, 2008. – 133 л.
5. Forssen, P. E. Rectifying rolling shutter video from hand-held devices / P. E. Forssen // In CVPR. – 2010.

**АЛГОРИТМЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСАХ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

В настоящее время интенсивно развиваются комплексы дистанционного зондирования Земли в направлении расширения спектрального диапазона съемки и увеличения спектрального разрешения. Создаются многоканальные комплексы мониторинга Земной поверхности воздушного и космического базирования. При этом комплексы с беспилотными летательными аппаратами является очень популярным и эффективным направлением в исследовании как сельскохозяйственных угодий, так и в других отраслях народного хозяйства.

Важной задачей обработки получаемых многоспектральных изображений является их комплексирование [1, 2]. Конечным продуктом комплексирования может быть как единое полутоновое, так и псевдоцветное изображение на котором с требуемой точностью отображаются спектральные признаки объектов интереса.

В докладе приведены некоторые программно-реализованные алгоритмы комплексирования многоспектральных изображений [3], которые по мнению авторов являются наиболее эффективными в информативности представления многоспектральных данных.

Исходные данные: $X = [x_{i,j}^1 \ x_{i,j}^2 \ \dots \ x_{i,j}^L]$ – многоспектральное изображение; $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$; m, n – число строк и столбцов изображения; L – индекс крайнего изображения, $l = 1, 2, 3, \dots, L$ – индексы спектральных изображений.

В состав программного модуля входят следующие алгоритмы комплексирования.

1. Алгоритм усреднения.2. Алгоритм максимума.3. Алгоритм средне-максимального комплексирования.4. Алгоритм на основе усиления отличий спектральных изображений от панхроматического изображения:

Шаг 1. Формирование панхроматического изображения $p_{i,j} = \frac{\sum_{l=1}^L x_{i,j}^l}{L}$.

Шаг 2. Вычисление относительных коэффициентов $b_{i,j}^1 = \frac{x_{i,j}^1}{p_{i,j}}$, $b_{i,j}^2 = \frac{x_{i,j}^2}{p_{i,j}}$, ..., $b_{i,j}^L = \frac{x_{i,j}^L}{p_{i,j}}$.

Шаг 3. Выбор наиболее информативного (приоритетного) изображения $x_{i,j}^r$ из $x_{i,j}^1 = x_{i,j}^1, x_{i,j}^2, \dots, x_{i,j}^L$, r – индекс приоритетного изображения, $r \in [1, \dots, L]$.

Это может быть выполнено вручную, либо автоматически.

Шаг 4. Формирование результирующего изображения на базе самого информативного

$$x_{i,j}^{\text{компл}} = x_{i,j}^r (1 + a(T_{i,j}^r - \bar{T})), \text{ где } T_{i,j}^r = \sqrt{\frac{1}{L-1} \sum_{l=1}^L (b_{i,j}^r - b_{i,j}^l)^2}, \bar{T} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n T_{i,j}^r, a = 0.9.$$

5. Алгоритм на основе обработки низко- и высокочастотных составляющих спектральных изображений:

Шаг 1. Формирование низкочастотных составляющих путем расфокусировки изображений $x_{i,j}^l = x_{i,j}^1, x_{i,j}^2, \dots, x_{i,j}^L$. Это выполняется путем усреднения (сглаживания) фильтром 3×3 или 5×5 , или 7×7 : $x_{i,j}^{\text{н}} = x_{i,j}^{\text{н}1}, x_{i,j}^{\text{н}2}, \dots, x_{i,j}^{\text{н}L}$.

Шаг 2. Формирование высокочастотных составляющих $x_{i,j}^{1b} = x_{i,j}^1 - x_{i,j}^{1h}, \dots, x_{i,j}^{lb} = x_{i,j}^l - x_{i,j}^{lh}$.

Шаг 3. Общая низкочастотная составляющая $x_{i,j}^h = a^l x_{i,j}^{lh}$, где $a^l = \frac{\sum_l |x_{i,j}^l - x_{i,j}^k|}{\sum_l \sum_k |x_{i,j}^l - x_{i,j}^k|}$.

Шаг 4. Общая высокочастотная составляющая $x_{i,j}^b = a^l x_{i,j}^{lb} \cdot \max \left[\left| x_{i,j}^{lb} \right| \right]$.

Шаг 5. Результирующее комплексированное изображение $x_{i,j}^{\text{компл}} = x_{i,j}^b + x_{i,j}^h$.

6. Алгоритм на основе переноса градиентов:

Шаг 1. Вначале определяют приоритетное изображение путем субъективной оценки изображений оператором, либо используя какой-нибудь автоматический критерий.

Шаг 2. Формируют единое (эталонное) изображение $Y_{i,j}$ для оценки общих контурных признаков. Это может быть сделано, например, усреднением всех спектрональных изображений.

Шаг 3. Вычисляют разности значений яркости каждого пиксела изображения $Y_{i,j}$ с окружающими его пикселями в скользящем окне $(\Delta_{i\pm p, j\pm q})_d = (y_{i,j} - y_{i\pm p, j\pm q})_d$, где $p = 0, \dots, P$, $q = 0, \dots, Q$ – параметры определяющие координаты пиксела окрестности по i и j соответственно; $d = 1, \dots, D-1$ – индекс разности значений яркости i, j -го пиксела с пикселями окрестности; D – количество пикселей в скользящем окне, $D = (2P+1)(2Q+1)$; k – коэффициент усиления градиентов, $k = 1, \dots, 10$.

Шаг 4. Формируют набор оценок каждого пиксела единого комплексированного изображения с приоритетной компонентой r по полученным градиентам единого эталонного изображения $(\hat{\chi}_{i,j})_d = \chi_{i,j} + (\Delta_{i\pm p, j\pm q})_d$

Шаг 5. Единое комплексированное изображение может быть представлено в виде среднего значения оценок $\hat{\chi}_{i,j} = \text{MEAN}_d \left[(\hat{\chi}_{i,j})_d \right] = \frac{1}{D-1} \sum_d (\hat{\chi}_{i,j})_d$.

Разработанные алгоритм могут быть использованы в существующих и перспективных автоматизированных комплексах сбора и обработки данных дистанционного зондирования в том числе с беспилотными летательными аппаратами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / Под ред. В.В. Еремеева. М.: Физматлит, 2015. 460 с.
2. Сагдуллаев Ю.С., Ковин С.Д. Восприятие и анализ разноспектральных изображений: Монография. М.: Издательство «Спутник+», 2016. 251 с.
3. Шипко В.В. Программный модуль комплексирования многоспектральных изображений // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2019662064 от 16.009.2019 г.

НАПРАВЛЕНИЕ

**«ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ
ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»**

АВТОНОМНАЯ ПРОГРАММА NEST, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВП

NEST (Network Strategic Tool) – автономная программа, используемая Евроконтролем и провайдером аэронавигационных услуг для разработки структуры и дизайна ВП, для планирования пропускной способности и постоперационного анализа, для стратегической организации потоков ВД, для быстрой и реальной симуляции воздушной обстановки и для специальных исследований на местных и региональном уровнях.

NEST – это мощная моделирующая программа, способная управлять широким диапазоном сложных, аналитических и оптимизационных функций.

Программа может быть использована как на местном уровне (например, для одного РПИ или аэропорта), так и на региональном уровне для стратегического планирования.

NEST позволяет обработать и объединить большое количество данных охватывая большой промежуток времени, а также позволяет пользователю разобрать данные на детали, проанализировать и воспроизвести данные по одноминутным периодам.

Стандартный набор данных для NEST включает общеевропейское ВП и сеть маршрутов. Потребности, распределение ВД, а также прогнозы ВД STATFOR предоставляются Евроконтролем в конце каждого цикла AIRAC.

При моделировании пользователи могут внести изменения в оригинальный набор данных или соответствующие сценарии, чтобы смоделировать неограниченное количество различных вариантов. Потребности ВД могут быть основаны на прошлых данных, либо могут быть увеличены в соответствии с выбранным прогнозом ВД. 4D траектории могут быть переопределены, основываясь на изменённой пользователем сети маршрутов, с учетом самого короткого или самого дешевого маршрута, принимая во внимание тарифы за аэронавигационное обслуживание.

3D блоки ВП, конфигурация и пропускная способность секторов, а также сеть маршрутов, ограничения в ВП и эшелонах полета могут быть изменены.

Воздействие изменения ВП на пропускную способность сектора может быть рассчитано, используя встроенные вычислители нагрузки. Отображаемый объем ВД может быть пересмотрен с учетом дополнительного привлекаемого ВД.

Программа NEST может оптимизировать имеющиеся схемы с учетом доступных ресурсов. Она может определить слабые места и их причины. Решения могут быть предложены и оценены.

NEST может смоделировать использование свободных маршрутов в заданном пространстве и проанализировать возможную выгоду.

Программа имеет следующий алгоритм симуляции:

– определение шаблона будущего ВД – NEST может сгенерировать ВД используя прогнозы роста ВД, которые предоставляются STATFOR;

– 4D распределение ВД – программа может рассчитать траектории полета в заданном ВП, принимая во внимание характеристики ВС, ограничения маршрутов и эшелонах полета, схемы SID и STAR. А также время доступности зарезервированного ВП;

– оптимизация конфигурации – может предложить оптимальную схему работы с учетом доступных диспетчеров, конфигурации и пропускной способности секторов. Модель может балансировать рабочее время и перегрузки с учетом заданной пользователем оптимизационной стратегией;

– регулирование автоматически рассчитывает периоды и пропускные способности необходимые для своевременного определения перегрузки. Модель может быть настроена чтобы отвечать операционным требованиям;

– симуляция задержек – NEST может рассчитать задержки ОПВД за весь день для любого сценария, принимая во внимание сетевой эффект.

Объекты анализа:

– запросы ВД позволяют пользователю собрать и визуализировать 4D траектории в соответствии с различными фильтрами, включая аэропорт, навигационные точки, сегменты маршрута, пересекаемые секторы, эксплуатанты ВС, тип ВС;

– карты могут быть генерированы для иллюстрации и сравнения загрузки ВП, конфликтов, сложности, перегрузки, интенсивности, задержки и др.;

– индикаторы характеристик – общие индикаторы включая длину маршрута (на сферической модели Земли), расход топлива, задержки ОПВД, тарифы за аэронавигационное обслуживание по маршруту, выбросы CO₂ и NO. Большое количество информации, собранной за долгие годы, может быть проанализировано, что позволит предоставить пользователю стратегический взгляд для определения тенденций и выполнения детального анализа;

– отчеты – вся анализируемая информация может быть экспортирована в форме пользовательского отчета, который может быть использован для дальнейшего анализа.

NEST предоставляет удобные средства визуализации и представления включая таблицы, карты и возможность создания 2D/3D претензий и 4D анимации основанной на времени. Также предоставлен режим «Real 3D» для использования со стереоскопическими технологиями (поляризованные очки и экран).

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АДП – Аэродромный диспетчерский пункт

АДЦ – Аэродромный диспетчерский центр

АИС – Автоматизированная информационная система

АРАС УВД – Аэродромно-районная автоматизированная система управления воздушным движением

АС ПИВП – Автоматизированной системой планирования использования воздушного пространства

АС УВД – Автоматизированная система управления воздушным движением

АСМО – Автоматизированная система метеообеспечения

АТС – Авиационно-транспортная система

ВД – Воздушное движение

ВО – Воздушная обстановка

ВП – Воздушное пространство

ВПП – Взлетно-посадочная полоса

ВС – Воздушное судно

ГА – Гражданская авиация

ЕС УВД – Единая система управления воздушным движением

ИВО и ПД – Индикатор воздушной обстановки и плановых данных

ИКАО – Международная организация гражданской авиации

ОрВД – Организация воздушного движения

РЦ – Районный центр ЕС УВД

УВД – Управление воздушным движением

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Авиационные правила «Организация воздушного движения» [Электронный ресурс]: Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 31 июля 2006 г., № 985 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid> – Дата доступа: 12.04.2017.

2. Воздушный кодекс Республики Беларусь: 16 мая 2006 г., № 117-3: принят Палатой представителей 3 апр. 2006 г.: одобр. Советом Респ. 24 апр. 2006 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 10 янв. 2015 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.

3. Документы ИКАО [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.aviadocs.net>. – Дата доступа: 24.05.2017.

4. О планировании воздушного движения [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.eurocontrol.int/>. Дата доступа: 25.05.2017.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ НУЛЕВОЙ ИЗОТЕРМЫ ПО ДАННЫМ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОФИЛЕМЕРОВ**

Безопасность выполнения операций взлета, захода на посадку и посадки во многом определяется метеорологическими условиями в районе аэродрома [1,2,4]. К наиболее опасным явлениям погоды (ОЯП) в районе аэродрома относятся туманы, сильная турбулентность, сдвиги ветра и обледенение. Перспективные аэродромные системы метеорологического наблюдения включают в свой состав метеорологический радиолокатор ближней аэродромной зоны (МРЛК БЗ), например МРЛК БЗ «Монокль» [3], который помимо основного обзорного режима работает в режиме СЕКТОР, позволяющий классифицировать ОЯП в секторах взлёта и посадки воздушных судов. Успешное решение задач МРЛК БЗ предполагает автоматизированный ввод в вычислитель МРЛК БЗ данных о высоте нулевой изотермы.

Данные о нулевой изотерме необходимы при решении задач метеорологической радиолокации. Так, например, величина нулевой изотермы используется для идентификации гроз, града, шквала, смерча, фазовых состояний гидrometeorov при использовании радиолокационного наблюдения. Корректность введенных значений нулевой изотермы напрямую влияет на вероятность ложных тревог и оправдываемость обнаружения перечисленных метеорологических явлений. Наиболее подходящими источниками данных о нулевой изотерме для решения радиолокационных задач являются станции радиозондирования атмосферы и метеорологические температурные профиломеры. Однако, радиозондирование атмосферы осуществляется только дважды в сутки: в 0 и 12 UTC, а плотность сети аэрологических станций на территории Российской Федерации является крайне низкой (даже без учета станций радиозондирования временно прекративших выпуск радиозондов).

Предпочтительным источником данных о нулевой изотерме является температурный профиломер, который предоставляет данные о температурном профиле в точке до высоты 1000 метров с минимальной временно дискретностью измерений 5 минут [5,6]. Для получения температурных профилей выше 1000 метров применяется техника блендинга, а именно: объединение профилей температуры наблюдений с результатами численного моделирования.

Точечное расположение температурных профиломеров требует ответа на вопрос – на каком расстоянии его данные являются представительными для использования в алгоритмах обработки радиолокационной информации?

Проведенные концерном «Международные аэронавигационные системы» исследования позволяют сделать вывод о том, что в радиусе ~10 км от места установки температурного профиломера (МТР-5) можно ограничиваться использованием данных только одного. Таким образом, за температурный профиль на глассе можно принимать температурный профиль в контрольной точке и использовать его для задач метеорологической радиолокации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасность полетов: Учебник для вузов / Р.В. Сакач, Б.В. Зубков, М.Ф. Давиденко и др.: Под ред. Р.В. Сакача. – М.: Транспорт, 1989. – 239 с.
2. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. Учебник. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 339 с.
3. Болелов Э.А. Комплексная обработка метеоинформации в аэродромных мобильных комплексах метеолокации и зондирования атмосферы / Э.А. Болелов, Ю.Н. Кораблев, Н.А. Баранов, С.С. Демин, А.А. Ещенко // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2018. – N 20(331). – С. 82–92.

4. Болелов Э.А. Метеорологическое обеспечение полетов гражданской авиации: проблемы и пути их решения // Научный вестник МГТУ ГА. – 2018. – Т. 21. – № 5. – С. 117–129.

5. Кадыгров Е.Н., Кузнецова И.Н., Ганьшин Е.В., Горелик А.Г., Князев А.К., Миллер Е.А., Некрасов В.В., Точилкина Т.А., Шапошников А.Н. Современный опыт использования данных наземных микроволновых радиометрических систем для измерения параметров атмосферы//Оптика атмосферы и океана, 2017, Т.30, № 06, с.502–508.

6. Васильев О.В., Гевак Н.В., Галаева К.И., Колесников Е.С., Сеницын И.А. Результаты испытаний и опытной эксплуатации метеорологического радиолокационного комплекса ближней зоны аэродрома. – Материалы VI научно-практической конференции «Академические Жуковские чтения». ВУНЦ ВВС, Воронеж, 2018 г.

УДК 656.7

В.В. Борисеев

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ И GOOGLE GLASS В СФЕРЕ АВИАЦИИ

В наше время технологии упрощают работу человека, позволяя тем самым увеличить объемы выполненной работы. Авиация не стала исключением: ежедневно большое количество различных технологий помогает пилотам, диспетчерам и другим авиационным специалистам в их работе. Также существует огромное количество технологий, еще не нашедших широкого применения в области авиации. Одной из таких технологий является Google glass со встроенной технологией дополненной реальности.

Дополненная реальность – результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и более качественного усвоения информации.

На сегодняшний день самой последней версией очков дополненной реальности является 3.0. Google Glass 3.0 – это очки, принцип действия которых основан на проецировании голограмм и информации в окружающее пространство, но при этом без привязки их к физическим объектам. Кроме того эти очки имеют возможность осуществлять фото- и видеосъемку, звонки. Встроенный микрофон, встроенный гироскоп, компас и GPS дают Google Glass возможность отслеживать движения в трех измерениях.

При всех их возможностях в них также имеется недостаток – довольно скромные по современным меркам технические характеристики: всего 2 Гб. оперативной памяти и 16 Гб. встроенной, камера 5 Мп., а средняя же продолжительность их работы составляет всего 5,5 часов. Но на данный момент Google Glass является бета-продуктом и, соответственно, будет постепенно дорабатываться.



Рисунок 1 – очки Google Glass 3.0

Технология дополненной реальности может найти различное применение в области авиации.

Так 26 мая 2014 г. данная технология впервые была использована бортпроводниками китайской бюджетной авиакомпании Spring Airlines на рейсе Шанхай-Чэнду. С помощью очков дополненной реальности бортпроводники быстро получают информацию о пассажирах, что значительно облегчает процесс обслуживания. Ориентируясь на перечень пассажиров, введенных в устройство, члены экипажа могут, например, обслужить заранее заказавших еду клиентов быстрее и эффективнее.

Помимо бортпроводников, существует огромный список авиационных специальностей, в которых Google glass сможет показать себя как полезное устройство.

В сфере обслуживания пассажиров такую технологию может использовать различный наземный персонал. Создание специального программного обеспечения, которое будет иметь доступ к различным базам данных, позволит увеличить эффективность работы персонала. Так, агенты службы сервиса авиакомпаний с их помощью будут намного быстрее решать различные вопросы с пассажирами.

Служба безопасности аэропорта с помощью очков дополненной реальности сможет значительно быстрее вычислять пассажиров, имеющих проблемы с законом. Google Glass сканируют нужную информацию в паспорте, что помогает им найти этого человека в нужных базах данных.

Огромную пользу технология дополненной реальности принесет персоналу, обслуживающему воздушные суда: проектор очков будет показывать различные разрезы деталей, механические и электрические узлы, значительно упрощая и ускоряя работу.

Кроме того, Google Glass будут полезны для диспетчеров районного центра управления воздушным движением. На дисплей может выводиться только специальная, срочная информация. Так как в этих очках допустимо использование любых линз, есть возможность установить в них специальные линзы, снижающие нагрузку на зрение при работе с мониторами.

Внедрение этой технологии вполне реализуемо. Для начала необходима доработка самих характеристик очков: увеличение времени работы, увеличение оперативной памяти до 6–8 Гб., а также улучшение камеры. Весьма вероятно, что с развитием технологий обе линзы станут прозрачными экранами. Кроме того, возможна установка на их оправе сенсора, который даст возможность авторизовать пользователя по его отпечатку пальца. Всей начинкой должна заниматься компания Google, программы же могут писаться совместно с авиационными организациями. Также не исключается возможность создания очков со схожей концепцией другими компаниями. В 2020 году выпуск очков дополненной реальности планирует Apple. В очках от Apple обе линзы станут прозрачными экранами.

Весьма вероятно, что в скором времени технология дополненной реальности займет полноценное место в авиационной сфере.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обзор Google Glass 3.0 – свежий глоток в индустрии современных технологий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gam-ga.ru/vt-ochki/google-glass-3-0.html>. Дата доступа: 05.10.2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПОТОКЕ ЖИДКОСТИ

Одним из важных направлений повышения надежности и ресурса жидкостных систем и агрегатов воздушных судов (ВС), во многом определяющих безопасность полетов, является совершенствование существующих и разработка новых эффективных средств мониторинга их технического состояния по параметрам промышленной чистоты, что требует глубокого и всестороннего исследования поведения частиц загрязнений в потоке рабочих жидкостей.

На рисунке 1, а представлена 3D модель участка трубопровода, в котором проводились исследования движения частиц загрязнителя в потоке жидкости. Для решения этой задачи выполнено компьютерное моделирование движения частиц загрязнений в потоке жидкости в программной среде CAD/CAE система «NX11» [1, 2].

Разработанный в виде трёхмерной твердотельной модели элемент трубопроводной системы аналогичен применяемому на ВС средней дальности.

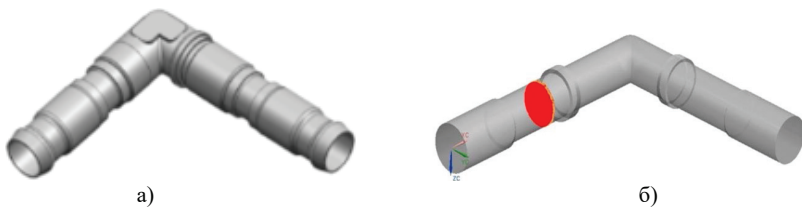


Рисунок 1 – Элемент трубопроводной системы для изучения распределения частиц загрязнителей в потоке:

а) общий вид участка трубопроводной системы; б) общий вид конечно – элементной модели потока жидкости

Для симуляции движения частиц смоделирован направленный вброс частиц в область течения. Направление вброса частиц соответствует направлению вектора скорости (нормаль к сечению потока). Размеры частиц варьируются от 5 до 200 мкм. Для анализа движения частиц загрязнений в сечении потока выбраны конечные элементы одного из произвольных сечений потока жидкости, их толщина приблизительно составляет 1 мм (рисунок 2).

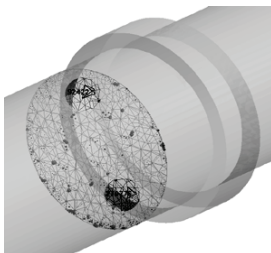


Рисунок 2 – Произвольно выбранные элементы в сечении потока

На рисунке 3 представлен график распределения частиц загрязнений по сечению потока жидкости в зависимости от времени.

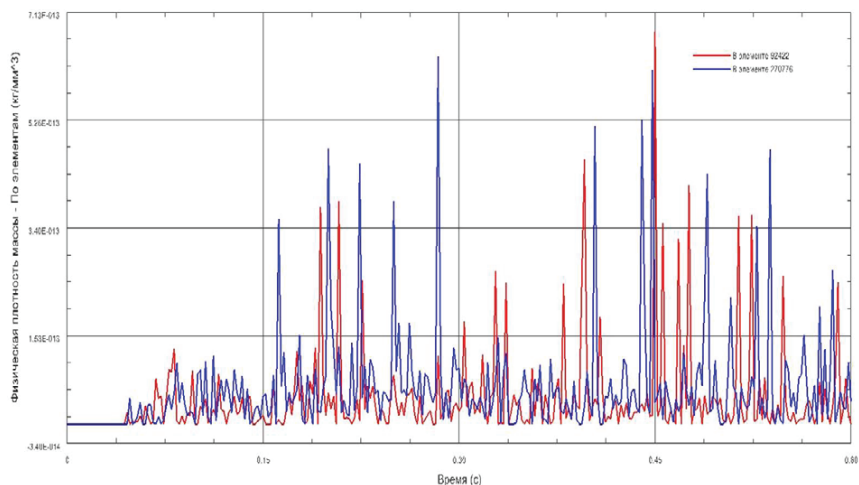


Рисунок 3 – График зависимости частиц загрязнителей в выбранных областях, в зависимости от времени

Результаты исследования наглядно демонстрирует, что распределение частиц загрязнений по сечению потока жидкости, носит непредсказуемый хаотичный характер. Указанное обстоятельство существенно влияет на представительность отбираемых для последующего анализа проб жидкости и достоверность получаемых результатов и задает направление совершенствования средств отбора проб жидкости из работающих систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Юн А. А. Моделирование турбулентных течений. – М.: Либроком, 2010. – 351 с.
2. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. / П.С. Гончаров, И.Г. Артамонов, Т.Ф. Халитов и др. – Москва: «ДМК Пресс», 2012. – 504 с.
3. Кривяков В.Б., Кожевников И.А., Андреев М.В. Повышение достоверности контроля чистоты рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов воздушных судов. Сборник трудов XVIII Международной научно-технической конференции «Авиакосмические технологии-2017» (19–20 октября 2017 г.). Воронеж, ВГТУ, 2017 г. – 361 с. – С. 272–278.

УДК 629.70168

Ю.А. Гондаренко, Д.И. Беляев

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия»
(г. Воронеж, Россия)*

ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТА ВОЗДУШНОГО СУДНА

В настоящее время в мире авиационные специалисты все больше уделяют внимания неблагоприятным внешним условиям, которые создают угрозу безопасности полета воздушного судна (ВС) в особенности при его взлете и посадки, так, например, по причине воздействия неблагоприятных внешних условий в гражданской авиации происходит от 13 % до 20 % авиационных происшествий [1].

К неблагоприятным внешним условиям относятся: неблагоприятные метеорологические условия, скопление в воздухе птиц, радиозондов и других объектов, а также наличие спутных следов от ранее пролетевших самолетов.

Особенностью состояния атмосферы является неупорядоченный, хаотический, вихревой, так называемый турбулентный характер движения воздуха. Направление и скорость течения воздуха в турбулентных зонах претерпевают резкие и быстрые изменения во времени и пространстве.

При полете в неспокойной атмосфере периодическое изменение углов атаки и скольжения ЛА, а, следовательно, и перегрузок n_{ya} , n_{za} , вызывает болтанку ЛА. При энергичном маневрировании болтанка может стать причиной превышения допустимых ограничений по нормальной перегрузке и углу атаки.

В реальном полете процесс изменения перегрузки происходит в течение некоторого промежутка времени. Обтекание является нестационарным, а упругие деформации снижают несущие свойства конструкции ВС.

В зоне пролета любого ВС аэродинамического типа остается область возмущенной атмосферы, называемая спутным следом.

Возмущения за движущимся самолетом создаются фюзеляжем, силовой установкой, крылом и оперением. Турбулентная зона за фюзеляжем, образуемая турбулентным пограничным слоем, не вызывает значительного возмущения атмосферы и затихает через 50...150 м. Струя реактивного двигателя обычно не превышает 2...2,5 диаметров сопла и на расстоянии 50...100 м практически не оказывает влияния на пролетающие ВС [2].

Наиболее сильное влияние на окружающую среду оказывает вихревая пелена, являющаяся следствием создания подъемной силы и формирующая два цилиндрических вихревых жгута диаметром около $0,1l$ (l – размах крыла). Формирование вихревых жгутов завершается на расстоянии до 100 м от самолета. Вихревые жгуты располагаются на расстоянии $(0,75...0,85) l$ друг от друга. По мере удаления от самолета на каждые 1000...1500 м вихревые жгуты опускаются на 10...15 м, увеличиваясь в диаметре.

Наибольшее время существования вихревых жгутов достигает 2...3 минуты, наблюдается в прозрачной спокойной атмосфере и уменьшается в 4...6 раз при увеличении влажности.

Опасность встречи ВС со спутным следом заключается во внезапном и резком изменении аэродинамических сил и моментов, действующих на самолет. Величины возмущений зависят от интенсивности спутного следа, режима полета, взаимного положения и соотношения размеров самолета и следа.

На рисунке 1 показана схема воздействия спутного следа на самолет. Наибольшую опасность представляет попадание ВС в ядро жгута или между жгутами с малым углом вектора скорости относительно оси жгута.

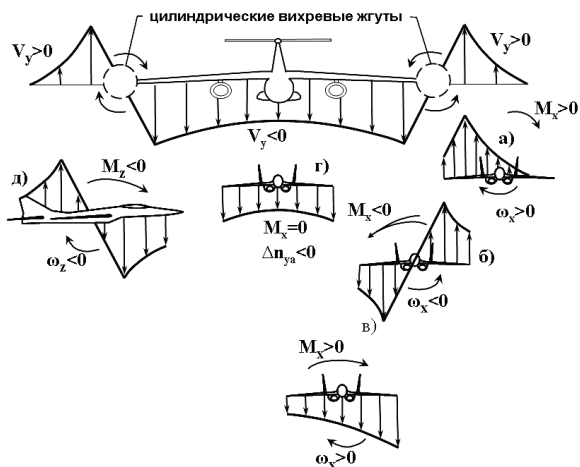


Рисунок 1 – Схема воздействия на ВС возмущений от спутного следа

В первом случае (рисунок 1, а, б, в) на самолет действует максимальный по величине возмущающий момент крена. Попадание самолета в след впереди летящего самолета может привести к вращению его по крену со скоростями ω_x до 90 град/с, потере высоты до нескольких десятков метров в течение 2...4 с.

Во втором случае (рисунок 1, г), когда самолет оказывается между осей жгутов, воздействие спутного следа проявляется в виде энергичной просадки ВС. Паряруя неожиданно резкую потерю высоты, летчик может вывести самолет на недопустимые углы атаки.

При пересечении спутного следа под большим углом (рисунок 1, д) самолет испытывает воздействие знакопеременных вертикальных потоков воздуха. Поведение ВС и возникающие при этом перегрузки будут определяться его динамическими свойствами, режимом полета и интенсивностью спутного следа. Величина нормальной перегрузки n_y может достигать величин от -2 до +3,5, что для многих самолетов является недопустимым.

Таким образом, в работе приведены примеры неблагоприятных внешних условий и их влияние на безопасность полета воздушного судна, а так же пути избежания авиационных происшествий при попадании в данные условия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Головнев А.В. Безопасность полета / А.В. Головнев, А.А. Дронов. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА». 2018. – 404 с.

2. Попов С.А. Динамика полета: Учебное пособие / С.А. Попов., В.Н. Попов. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА». 2018. – 345 с.

УДК 623.6

В.С. Демешко

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ АЭРОДРОМА ОТ ДИВЕРСИОННО РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫХ ГРУПП

Одним из вопросов эффективного обеспечения безопасности аэродрома в современных условиях является рассмотрение в качестве угрозы диверсионных разведывательных групп, которые способны существенно нарушить нормальное функционирование полетов воздушных судов, повредить или уничтожить находящиеся на нем важные объекты вооружения и военной техники, привести к значительным потерям личного состава.

На сегодняшний день охрана и оборона военных объектов, в том числе и аэродромов, осуществляется только с привлечением личного состава, при этом никакие технические средства не применяются.

В связи с этим проблема охраны и обороны военных площадных объектов (аэродромов) является актуальной задачей, что свидетельствует о необходимости ее совершенствования за счет применения различных технических средств охраны.

Для надежного функционирования подобных объектов разработана комплексная система безопасности (КСБ), которая позволит обеспечить надежную охрану, как периметра аэродрома, так и объектов находящихся внутри охраняемого периметра практически при любых условиях и сценариях развития событий (рисунок 1) [1].

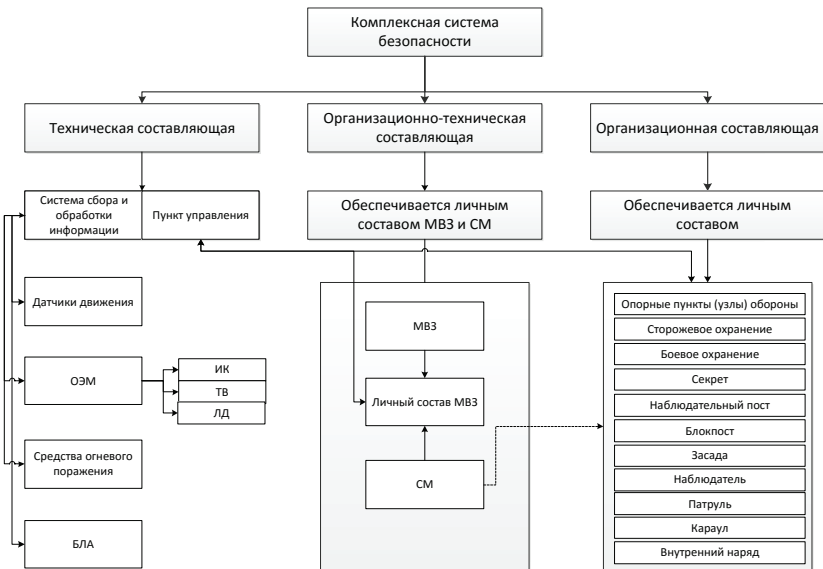


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема комплексной системы безопасности аэродрома

КСБ – это совокупность технических и программных средств поддержания безопасного состояния, предотвращения, обнаружения, противодействия и ликвидации комплекса угроз объекту обеспечения безопасности и должна решать следующие задачи:

возможность ведения круглосуточного контроля над прилегающей территорией;

возможность раннего обнаружения нарушителя еще до его проникновения на объект;

возможность обнаружения и сопровождения нарушителя в любое время суток и в любых метеоусловиях;

возможность определения дальности до нарушителя;

сохранять работоспособность независимо от сезона (зима, лето) и погодных условий (дождь, ветер, град и т. д.);

невосприимчивость к внешним факторам «нетревожного» характера (индустриальные помехи, шум проходящего рядом транспорта, мелкие животные и птицы и т. п.);

устойчивость к электромагнитным помехам (грозовые разряды, источники мощных электромагнитных излучений и т. п.).

Решение задач охраны аэродрома, как площадного объекта в КСБ основано на применении организационной, организационно-технической и технической составляющих в единой системе.

Контроль над прилегающей территорией и обнаружения нарушителя в любое время суток, а также определения дальности до него, может быть решена за счет комплексного применения систем видеонаблюдения, работающих в различных диапазонах длин волн совместно с лазерным дальномером.

Кроме системы видеонаблюдения обнаружение нарушителя может быть реализовано за счет применения датчиков, работающих на разных физических принципах. Однако при их применении необходимо учитывать свойства местности вблизи периметра охраны.

В конечном счете все подсистемы КСБ должны замыкаться на пункт управления, где происходит принятие решения по отношению к нарушителю.

Таким образом, применение КСБ позволит повысить вероятность обнаружения нарушителя на дальних подступах к охраняемым объектам аэродрома, что позволит увеличить время принятия решения службы охраны и в свою очередь приведет к повышению безопасности обеспечения полетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка облика роботизированной системы охраны позиций подразделений войск ПВО и алгоритмов распознавания наземных целей в ее оптико-локационных системах: отчет о НИР (промеж.) / ВА РБ; рук. А. И. Федоров. – Минск, 2018. – С. 88 – Инв. № 568528.

УДК 351.814.2:623.746.4-519

О.Л. Зорин, А.Ю. Коновалов

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ВЛИЯНИЕ ЛИЧНОГО И ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ В БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ

В современных условиях, когда наблюдается «взрывной» рост заинтересованности в использовании беспилотной авиатехники различными министерствами и ведомствами (особенно силовыми структурами) и которые уже осуществляют подготовку специалистов для ее эксплуатации, особую значимость приобретает влияние личного и человеческого факторов на безопасность полетов при применении указанных летательных аппаратов.

В этой связи при анализе причин аварийности в беспилотной авиации уместным будет дальнейшее проведение исследований обозначенных сфер авиационной психологии.

Как верно отмечается в научной литературе личный фактор – это совокупность всех врожденных и приобретенных физических и психических свойств личности, которые могут быть связаны с причинами возникновения, характером течения и исходом авиационного происшествия [1, с. 15]. Личный фактор охватывает уровень квалификации операторов беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА), физические и психофизиологические особенности, эмоционально-волевые качества, состояние здоровья. То есть, под личным фактором стоит понимать те отклонения в нервно-психической сфере указанных специалистов, которые могут быть причинами авиационных инцидентов и происшествий, за которые они несут ответственность, включая уголовную, в соответствии со статьей 351 Уголовного кодекса Российской Федерации (Нарушение правил полетов или подготовки к ним).

В силу сказанного причинами ошибочных действий, детерминированных личным фактором, могут быть:

- недостаточные морально-нравственные качества специалистов, эксплуатирующих БПЛА (низкая нацеленность на летную работу, безответственность, неосознание значимости выполняемых задач, отсутствие дисциплинированности, халатность, небрежность, переоценка своих возможностей и др.);

- слабые знания, навыки и умения;

- состояние здоровья и психофизиологические особенности (болезни, утомление и переутомление, нервно-эмоциональная напряженность, недостаточность внимания, концентрации, недостатки памяти, пространственных представлений, мышления и т. п.).

Иными словами в термине «личный фактор» определяющими являются индивидуальные качества конкретной личности специалиста, эксплуатирующего БПЛА, которые затрудняют его успешную служебную деятельность.

В понятии «человеческий фактор» содержится зависимость эффективности работы от технических характеристик комплексов с БПЛА (т. е. сложности оборудования комплексов с БПЛА), а также режима его труда и отдыха, что в итоге дает возможность найти причину, исключаящую личную вину оператора беспилотных летательных средств от ошибки, опосредованной объективными обстоятельствами, в частности техническим несовершенством оборудования (в результате чего происходит отказ, сбой в работе техники, возникновение нештатной ситуации и иное).

Соответственно, разграничение понятий личного и человеческого факторов имеет глубокий смысл. Если в понятии «личный фактор» подчеркиваются индивидуальные, преимущественно отрицательные характеристики конкретной личности (в нашем случае

специалиста, применяющего БПЛА), которые мешают ей успешно управлять беспилотным летательным аппаратом, то понятие «человеческий фактор» включает идею зависимости характеристик деятельности от особенностей используемого оборудования и условий труда [2].

Основными причинами ошибочных действий авиационных специалистов, относящихся к сфере человеческого фактора, являются:

- недостаточная профессиональная подготовка, что обуславливает необходимость выработки единых требований к квалификации специалистов по управлению БПЛА;

- недостатки условий и средств деятельности экипажей (расчетов) комплексов с БПЛА (превышающим по некоторым показателям предельно допустимые санитарно-гигиенические нормативы работы на беспилотной авиатехнике);

- несоответствие содержания работы психофизиологическим возможностям человека (значительные эмоционально-волевые и интеллектуальные нагрузки, различная темповая напряженность деятельности и др.);

- недостатки в организации управления полетами, а также их обеспечении (упущения в руководстве полетами, а также в организации режима труда и отдыха экипажей беспилотных воздушных судов).

Кроме того, существуют и другие важные нюансы работы авиационных комплексов, требующие учета особенностей человеческого фактора в беспилотной авиации:

- комплексное расследование авиационных происшествий и инцидентов;

- профессиональный отбор операторов;

- специализированное обучение операторов;

- комплектование расчетов;

- медицинский контроль и реабилитация операторов [3, с. 233].

В этой связи важную роль играет дальнейшее изучение особенностей труда (и в частности, воинского) специалистов, эксплуатирующих БПЛА, успешность которого напрямую зависит от их профессионального здоровья и своевременного восполнения психофизиологических резервов. Из этого следует, что в связи с возросшей интенсивностью и напряженностью военно-профессиональной деятельности пилотов (операторов) БПЛА в Вооруженных Силах Российской Федерации, в законодательстве необходимо закрепить их право на медико-психологическую реабилитацию, по аналогии с данной реабилитацией летного состава государственной авиации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Геллерштейн С. Г. Значение личного фактора в летных происшествиях и методы его изучения // Тезисы научной конференции ЦИУВ. М., 1948. С. 15 - 17.

2. Роль личного и человеческого факторов в аварийности // URL: <http://ooobskspetsavia.ru> (дата обращения: 26.09.2019).

3. Злотников К. А., Волосюк А. А., Тан Х. А. Особенности человеческого фактора в беспилотной авиации и подготовка операторов беспилотных летательных аппаратов // Эрго-2016. Человеческий фактор в сложных технических системах и средах. С. 231–237.

УДК 629.7.014

Д.В. Ковальчук, А.Н. Сажин, П.С. Салимов

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

Высокий уровень летно-технических свойств современных боевых самолетов достигается за счет использования новых конструкторских решений. Одним из таких решений является применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в основных силовых элементах конструкции планера самолета. Если в самолетах четвертого поколения ПКМ использовались в различных обтекателях, обшивках и лучках, то в самолетах пятого

поколения областью применения ПКМ стали силовые панели крыла, оперения и фюзеляжа – те конструкции, которые должны надежно работать в силовом отношении, как при максимальных эксплуатационных нагрузках, так и с боевыми повреждениями. При этом целостность основных силовых элементов таких конструкций существенна для сохранения всей целостности конструкции планера самолета, с точки зрения обеспечения безопасного исхода полета.

Экспериментальные исследования показали сложный характер боевых повреждений в зависимости от условий воздействия средства поражения (СП) по конструкции из ПКМ, а так же существенные трудозатраты на ее восстановление. При этом степень несущей способности поврежденной силовой конструкции из ПКМ во многом зависит от характеристик боевой повреждаемости, которые определяют безопасность ее эксплуатации по условиям остаточной прочности. К ним относятся: количество попавших в конструкцию поражающих элементов (ПЭ), их скорости и углы подхода каждого ПЭ.

Для оценки характеристик боевой повреждаемости была разработана методика, функциональная схема которой показана на рисунке 1.

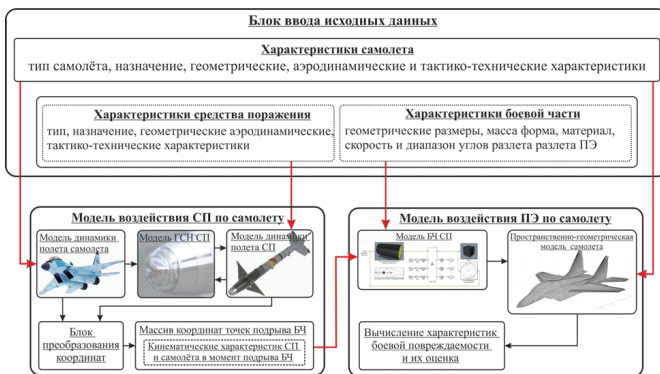


Рисунок 1 – Функциональная схема методики оценки боевой повреждаемости

Модель динамики полета включает в себя систему дифференциальных уравнений, описывающих изменение динамических и кинематических параметров движения центров масс самолета и СП, а также уравнения движения относительно их центров масс [1]. В качестве типового СП используется управляемая ракета класса «воздух-воздух» малой дальности, наводящаяся на самолет по методу пропорциональной навигации. Блок преобразования координат вычисляет составляющие относительной скорости движения самолета и СП, а так же координаты их центров масс относительно нормальной земной системы координат $Ox_g Y_g X_g$, формируя таким образом массив координат точек подрыва боевой части СП.

Для моделирования воздействия ПЭ по самолету используются модель функционирования БЧ СП и пространственно-геометрическая модель самолета. Разлет ПЭ, образованных при подрыве БЧ моделируется с учетом действия на него силы лобового сопротивления [2]. Уравнение динамики полета ПЭ имеет вид:

$$m \frac{dV_{ПЭ}}{dt} = c_x \frac{\rho V^2}{2} S - mg \sin \theta_{ПЭ}, \quad (1)$$

где m – масса ПЭ;

$V_{ПЭ}$ – скорость движения ПЭ;

ρ – плотность воздуха на высоте подрыва БЧ;

C_x – коэффициент лобового сопротивления ПЭ зависящий от его формы и скорости движения;

S – площадь миделя ПЭ;

g – ускорение свободного падения;

θ_m – угол наклона траектории движения ПЭ.

Пространственно-геометрическая модель самолета создана путем 3-х мерного полигонального моделирования на основе конструкторской документации и соответствует геометрическим и функциональным характеристикам реального самолета. Структурно она представляется в виде совокупности треугольных полигонов, значения координат вершин которых находятся в массиве вида:

$$T_j \begin{pmatrix} x_{ij} & y_{ij} & z_{ij} \\ x_{ij} & y_{ij} & z_{ij} \\ x_{ij} & y_{ij} & z_{ij} \end{pmatrix} \quad (2)$$

где i – номер полигона модели;

j – номер вершины полигона.

Такой способ представления самолета позволяет подробно описывать его с геометрической точки зрения, выделяя различные элементы конструкции его планера, а так же точно определять места попадания ПЭ и их количество.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования воздействия СП по самолету. Количество ПЭ распределилось следующим образом: левый двигатель – 18 ПЭ, правый двигатель – 61 ПЭ, левый киль – 35 ПЭ, правый киль попало – ПЭ, левый стабилизатор – 15, правый стабилизатор – 15. При этом в основную силовую конструкцию левого киля попало 10 ПЭ. а в основную силовую конструкцию правого киля – 42 ПЭ. Углы подхода ПЭ к конструкции вертикального оперения находятся в диапазоне от 16° до 74° , а скорости подхода в диапазоне от 1766 м/с до 2200 м/с.

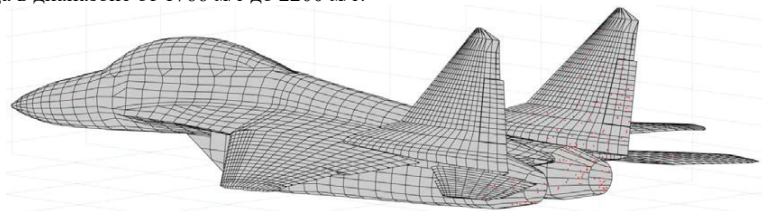


Рисунок 1 Результат воздействия СП по самолету

Таким образом, созданная методика позволяет оценку характеристик боевой повреждаемости основных силовых конструкций из ПКМ, с учетом влияния скоростей и углов подхода каждого ПЭ из состава БЧ СП на их несущую способность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левицкий С.В., Свиридов Н.А. Динамика полета: учебник для слушателей и курсантов Военно-воздушной инженерной академии имени проф. Н.Е. Жуковского. Под ред. Левицкого С.В. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского. 2008. – С. 519.

2. Бабкин А.В., Велданов В.А., и др. Средства поражения и боеприпасы. Под общей редакцией Селиванова В.В. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 978 с.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ОЧИСТКИ

Комплекс задач по обеспечению безопасности полетов и поддержанию воздушных судов (ВС) в исправном состоянии предусматривает своевременное техническое обслуживание и ремонт, регламентируемые соответствующими документами (в том числе по состоянию) всех систем и компонентов ВС, в число которых входят и жидкостные (топливные, силовые гидравлические, масляные) системы и агрегаты (ЖСА).

В ряду ЖСА ВС присутствуют объекты очистки, характеризующиеся относительно низкими эксплуатационными и разрушающими значениями давления, представляющие особую сложность для обеспечения чистоты их рабочих полостей.

К числу таких объектов очистки относятся теплообменные устройства изделий авиационной техники, к примеру воздушно-масляный радиатор ВМР 2281Б вертолета МИ-8.

Анализ загрязненности рабочих полостей ВМР показывает наличие стружки, заусенцев, кусков припоя, оставшихся в полостях после изготовления радиатора; сколов и частиц покрытия, внесенных при монтаже; механических частиц – продуктов износа трущихся поверхностей агрегатов и продуктов термических физико-химических преобразований рабочей жидкости системы при эксплуатации в виде пленочного покрытия внутренних поверхностей; атмосферной пыли, песка.

Для решения вопросов качественной очистки внутренних полостей ВМР в приемлемые временные сроки предложен метод очистки с организацией внешнего нагружения [1].

Исследовалась эффективность очистки ВМР неустановившимся потоком жидкости, организованным периодическим перекрытием проходного сечения на выходе из секции ВМР с помощью генератора колебаний жидкости [2, 3] в сравнении с прокачкой установившимся потоком. Разработанные генератор колебаний жидкости и реализуемая им технология позволяют в широком диапазоне осуществлять регулировку амплитудно-частотных характеристик неустановившегося потока жидкости.

На рисунке 1 представлен стенд для гидроимпульсной очистки воздушно-масляного радиатора ВМР 2281Б и его радиаторная секция охлаждения масла редуктора вертолета, доработанная для исследования и отработки технологических режимов гидроимпульсной очистки.

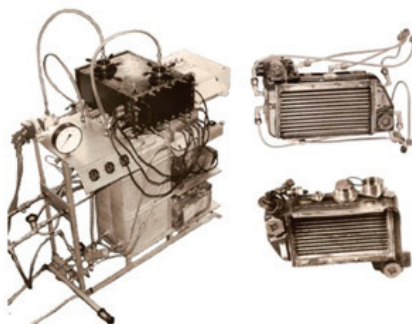


Рисунок 1 – Стенд для гидроимпульсной очистки радиатора ВМР 2281Б и доработанные для исследований секции радиатора

Визуализация процесса очистки при экспериментальной отработке технологических режимов очистки осуществлялась на искусственно загрязненных вкладышах-имитаторах внутренней полости очищаемого агрегата. На рисунке 2 представлены искусственно загрязненные вкладыши до и после их очистки гидроимпульсным и традиционным методами.

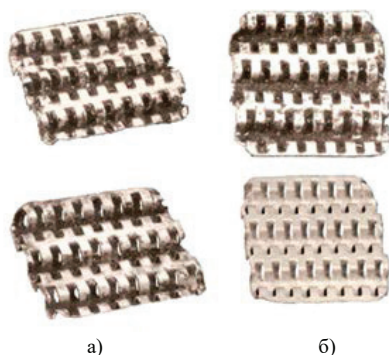


Рисунок 2 – Визуализация процесса очистки искусственно загрязненного вкладыша-имитатора внутренней полости очищаемого агрегата:
а – очистка традиционным методом; б – гидроимпульсная очистка

В производственных условиях ремонтных предприятий ОАО «Российские железные дороги» технология [4] позволили существенно сократить продолжительность процесса очистки и отказаться от ранее применяемых специальных моющих жидкостей на кислотной и щелочной основе, что решило ряд экологических проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Никитин Г.А. Данилов В.М., Кровяков В.Б. Очистка жидкостных систем и агрегатов низкого давления. Ж. Авиационная промышленность № 5, 1985, М.: НИАТ. – С. 39.
2. Кровяков В.Б., Кровякова И.Е. Генератор колебаний жидкости. Патент РФ № 1149062, 1993.
3. Кровяков В.Б. Способ очистки полых изделий. Патент РФ № 2552450, 2015 г.
4. Кровяков В.Б., Иванов В.Г., Ремезов А.С. Промывка радиаторных секций охлаждающей системы тепловоза: проблемы и пути их решения. Ж. Локомотив, ОАО «РЖД», Москва, № 1 2015. – С. 34–38.

УДК 621.7.024.2

В.Б. Кровяков, С.С. Давыдов, В.О. Веников

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Техническая составляющая обеспечения безопасности полетов воздушных судов включает обеспечение требуемого уровня надежности всех систем, включая жидкостные, ресурс и надежность которых во многом определяются степенью загрязненности их рабочих полостей. Постоянно возрастающие требования к качеству очистки систем вызывают необходимость совершенствования существующих и изыскание новых, все более эффективных методов очистки. Одним из перспективных направлений в этом плане несомненно является развитие гидродинамических методов, основанных на формировании определенной структуры потока моющей жидкости.

При организации неустановившегося режима течения жидкости гидродинамическое воздействие на частицу характеризуется большей величиной перепада давления вокруг частицы и большой абсолютной величиной давления в определенные моменты времени, чем при прокачке участка трубопровода стационарным потоком жидкости.

Указанные выводы подтверждены практическим применением технологии на ряде авиастроительных и авиаремонтных предприятий для очистки трубопроводных систем и некоторых жидкостных агрегатов [1].

Манипуляции, производимые с расходными (скоростными) показателями потока жидкости на входе в рассматриваемый участок прямого с постоянным сечением трубопровода распространяются без каких-либо существенных изменений по всей его длине (в отличие от манипуляций с давлением жидкости).

Целенаправленные исследования специалистов ВУНЦ ВВС «ВВА» привели к созданию технологии, суть которой состоит в том, что неустановившийся режим течения жидкости создают периодическим изменением ее расхода от нулевого значения до значения, определяемого давлением жидкости, не превышающим эксплуатационного давления для очищаемого изделия путем поочередного перераспределения потока жидкости между двумя очищаемыми изделиями [2]. Для реализации технологии разработано промывочное оборудование.

На рисунке 1 представлен гидромеханический пульсатор жидкости.

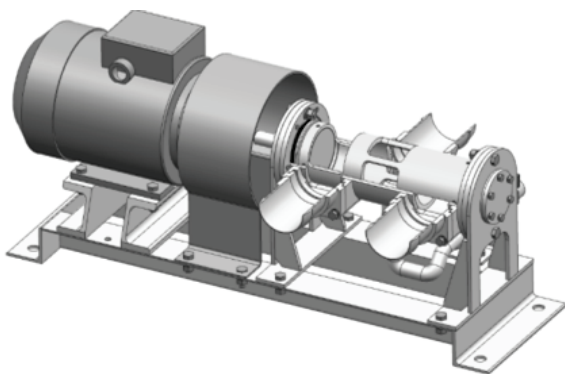


Рисунок 1 – Гидромеханический пульсатор жидкости

Был разработан экспериментальный стенд для исследования и отработки технологических режимов очистки жидкостных систем и агрегатов (ЖСА) и методов контроля их загрязнённости, для использования в учебных целях для демонстрации различных режимов течения жидкости при изучении законов гидродинамики, представленный на рисунке 2.



Рисунок 2 – Учебно-демонстрационный экспериментальный стенд

Апробация технологии произведена на ремонтных предприятиях ОАО «Российские железные дороги».

Экономический эффект от внедрения технологии в одном базовом ремонтном (сервисном) локомотивном депо составляет более 5 млн. рублей в год, при этом срок окупаемости один год.

При использовании разработанной технологии гидроимпульсной очистки рабочих полостей ЖСА при производстве и ремонте изделий авиационной техники (или при ремонте и производстве иных видов техники), экономический эффект будет сопоставим с эффектом, полученным на ремонтных предприятиях ОАО «РЖД».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РТМ-1.4.535-89. Производство гидрогазовых и топливных систем. Часть 2. Монтаж, контроль и испытание гидрогазовых и топливных систем. М.: НИАТ, 1991. – 243 с.
2. Кривяков В.Б. Патент 2552450 РФ. Способ очистки полых изделий, 2015 г.

УДК 656.7

Э.А. Лазарева

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Человеческий фактор – это наука о людях в той среде, в которой они живут и работают. Ранее человеческий фактор в авиации считался областью медицины и рассматривался с точки зрения физиологии человека, его причинной обусловленностью считалось воздействие на человека шума, вибрации, тепла, холода и т.д. С течением времени понятие человеческого фактора стало рассматриваться шире. Проблема человеческого фактора традиционно относилась к безопасности полетов, но в обеспечении авиационной безопасности человеческий фактор тоже играет не менее важную роль. Область исследования человеческого фактора можно условно разделить на 5 частей: сам человек, взаимодействия человека со средой, взаимодействие человека с механизмами, восприятие человеком регламентов, взаимодействие человека с другими людьми.

Исследование личности человека предполагает определение его психологического типа и того, может ли он работать в режиме повышенных нагрузок и в форс-мажорных ситуациях.

Область исследования человеческого фактора, связанная с взаимодействием человека со средой, предполагает учет и минимизацию негативных последствий влияния на человека внешних воздействий (давления, температуры, шума и т. д.), а также других факторов: усталость, нарушение сна, стрессы.

Исследования взаимодействия человека с механизмами направлены на изучение взаимосвязи человека с различного рода оборудованием, техникой и электроникой.

Исследования восприятия человеком регламентов изучают взаимосвязь человека и различных правил, руководств, инструкций. Существует проблема восприятия человеком информации не так, как планировалось составителем.

Кроме того, необходимым условием обеспечения авиационной безопасности является эффективная коммуникация разных сотрудников в процессе работы. Необходимо исследовать взаимодействие сотрудников между собой.

Только комплексный подход к вопросам изучения человеческого фактора позволяет снизить его негативное влияние на авиатранспортную систему. Большая часть исследований так или иначе связана с обеспечением безопасности полетов, однако человеческий фактор важен и для такого аспекта воздушного транспорта, как авиационная безопасность.

Рассмотрим такую область человеческого фактора, как восприятие человеком регламентов с точки зрения авиационной безопасности. Исследование проведено посредством опроса выборки респондентов.

Одним из требований к любым регламентам или инструкциям является отсутствие возможности двоякого истолкования информации. Для установления соответствия действующих нормативных актов группе респондентов было предложено ознакомиться с выборочными пунктами регламентов, устанавливающих правила проведения предполетного досмотра пассажиров. Предполагается, что любой регламент должен быть составлен таким образом, что любой человек с интеллектом выше среднего должен понять его суть, при условии, что отсутствуют специальный термины и понятия. Респонденты выбраны из людей обоих полов, возраст группы от 30 до 45 лет, образование высшее, профессия не связана с авиационной сферой. Затем по каждому пункту задан вопрос. Помимо прямых вопросов были смоделированы ситуации, в которых необходимо принять решение, для лучшей иллюстрации того, однозначно ли поняли все респонденты суть регламента или нет.

Оптимальной является ситуация, когда все опрашиваемые на все вопросы ответили одинаково. Но, как показал опрос, в действительности это не так. Только на 1 вопрос все опрашиваемые ответили одинаково. В остальных вопросах ответы разнятся, иногда значительно.

Пример. Пункт регламента: Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 1994 г. № 897 Положение о федеральной системе обеспечения защиты деятельности гражданской авиации от актов незаконного вмешательства (в ред. Постановлений Правительства РФ от 22.04.1997 № 462, от 06.03.1998 № 291, от 14.05.2003 № 282) (извлечения) Приложение Нормы, правила и процедуры по авиационной безопасности.

При перевозке оружия и боеприпасов оружие огнестрельное, спортивное, охотничье, боевое и боеприпасы к нему, а также холодное оружие при наличии у пассажира соответствующего разрешения перевозятся в упакованном, разряженном виде, в изолированных от пассажирских салонов отсеках воздушного судна. В отдельных случаях единичные экземпляры оружия могут перевозиться под сохранностью экипажа воздушного судна. Оформление такой перевозки производится при досмотре. На борту воздушного судна при наличии разрешительных документов могут иметь при себе оружие лица, выполняющие служебные обязанности. Информация о наличии таких лиц сообщается командиру воздушного судна.

Вопрос: Бортпроводница является членом экипажа. Можно ли под ее сохранностью провозить единичные экземпляры оружия в отдельных случаях?

Ответы: «Да» – 4 респондента, «Нет, только под сохранностью командира» – 6 респондентов.

Разница между ответами приведена на рисунке 1. Эталон 100 % означает, что все ответили одинаково.



Рисунок 1 – Разница между ответами (%)

Целью данной работы является не выявление несовершенства регламентов, а наглядная иллюстрация того, что разные люди воспринимают одно и ту же информацию по-разному. Как правило, в штатных ситуациях противоречий в трактовке не возникает. Но стоит смоделировать нетипичную ситуацию или задать уточняющий вопрос, то выясняется, что люди понимают пункт регламента по-разному, подчас кардинально.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Международная организация гражданской авиации (ИКАО). Руководство по обучению в области человеческого фактора / Doc 9683 – AN/950, 1998. – 372 с.
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ (извлечения).
3. Положение о федеральной системе обеспечения защиты деятельности гражданской авиации от актов незаконного вмешательства (утв. Постановление Правительства РФ от 30.07.1994 г. № 897, в ред. Постановлений Правительства РФ от 22.04.1997 № 462, от 06.03.1998 № 291, от 14.05.2003 № 282) (Извлечения).
4. Правила проведения предполетного и послеполетного досмотров (утв. Приказом Минтранса РФ от 25 июля 2007 г. № 104).

УДК 369.2

Ф.В. Лапицкий, И.И. Барабан (научный руководитель)

Белорусская государственная академия авиации

ЗАВИСИМОСТЬ РЕГУЛЯРНОСТИ ПОЛЕТОВ ОТ ПЛАНИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

Обслуживание воздушного движения невозможно без планирования полетов ВС.

Планирование воздушного движения – разработка и реализация комплекса мероприятий, связанных со сбором, обработкой и анализом информации о характере предвиденного воздушного движения, пропускной способностью элементов структуры ВП.

Планирование ВП:

- стратегическое;
- предтактическое;
- тактическое.

Соответственно, с каждым уровнем планирования связаны определенные задачи:

1. Стратегическое планирование воздушного движения имеет дело с оценкой прогнозных сценариев “поведения” запланированных потоков воздушного движения в элементах структуры воздушного пространства. Стоит вопрос, способны ли человеческие, материальные, технические ресурсы удовлетворить ожидаемый спрос на воздушные перевозки. Рассматриваются политические ограничения и государственные приоритеты.

2. На предтактическом этапе (заканчивается за день до начала выполнения полетов) определяется соответствие фактических запросов пользователей воздушным пространством, имеющимся возможностям аэронавигационной системы, определяется недостаточная пропускная способность аэропорта, определенного сектора УВД, маршрута УВД и т. д.

3. На этапе тактического планирования (в день выполнения полетов) решаются задачи, которые имеют более конкретный характер, так уже имеются достоверные данные о ресурсах, намерениях пользователей.

На уровне непосредственного управления воздушного движения осуществляется мониторинг динамической воздушной обстановки и предпринимаются управляющие воздействия авиадиспетчера по обеспечению безопасных пространственно-временных интервалов между ВС.

На этапе непосредственного УВД авиадиспетчер контролирует точность реализации выполняемых планов полетов и, при наличии отклонений от схемы полета, осуществляет управляющие влияния с целью минимизации значений этих отклонений.

В процессе планирования ИВП должны учитываться:

1. Основные (эксплуатационные) факторы: структура ВП, наличие ограничений на ИВП, нормативы пропускной способности диспетчерских пунктов (секторов УВД), режим работы аэропортов, наличие сертификатов эксплуатантов ВС, государственные приоритеты в ИВП.

2. Факторы окружающей среды: воздействие шума, расположение зон облета ВС, тренировочных полетов и полетов на малых, расположение зон слива топлива.

3. Дополнительные факторы, учитываемые при текущем планировании ИВП: воздушная обстановка и метеоусловия, сообщения об ИВП Республики Беларусь, превышение нормативов пропускной способности секторов УВД, аварийная обстановка и др.

4. Предварительное планирование осуществляется Минским РДЦ и включает: разработку и согласование временных режимов в ВП Республики Беларусь, согласование возможности использования аэродромов в качестве запасных.

Суточное планирование ИВП осуществляется Минским РДЦ и органами ОВД гражданских аэродромов на основании заявок на ИВП для выполнения: полетов по маршрутам ОВД с/без использования аэропортов ГА Республики Беларусь, полетов ВС государственной авиации, полетов гражданских ВС по внетрассовым маршрутам и др.

Составление и порядок формализации заявок на все виды деятельности по ИВП осуществляется в соответствии с требованиями Авиационных правил.

Результат суточного планирования – план ИВП Минского РПИ. Сформированный план ИВП Минского РПИ в 00 часов 00 минут (UTC) переходит в статус текущего плана ИВП и является основанием для предоставления ВС диспетчерского обслуживания, полетно-информационного обслуживания и аварийного оповещения.

Текущее планирование и координация ИВП осуществляются Минским РДЦ и органами ОВД гражданских аэродромов в процессе выполнения текущего плана ИВП.

Органы ОВД с учетом поступающих заявок на обеспечивают выполнение текущего плана ИВП путем выдачи разрешения на ИВП и предоставления ВС диспетчерского и (или) полетно-информационного обслуживания.

Решение по перераспределению ВП (по времени, месту и высоте), предназначенного для полетов ВС по правилам GAT, принимает РП.

В процессе текущего планирования дежурная смена планирования РДЦ корректирует текущий план ИВП по получаемым от пользователей ВП в адрес ЦЕС ОрВД сообщениям об ИВП.

На этапе текущего планирования органы ОВД на основе полученных сообщений о движении ВС выявляют периоды кратковременных превышений интенсивности воздушного движения над пропускной способностью диспетчерских секторов УВД с целью выработки мероприятий ОПВД для исключения превышений пропускной способности.

При запросе экипажем ВС органа ОВД о возможности вылета ранее планируемого времени решение принимает РП Минского РДЦ с извещением органов ВВС и войск ПВО не позднее чем за 30 минут до нового планируемого времени вылета.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВП – Воздушное пространство

ВС – Воздушное судно

ГА – Гражданская авиация

ИВП – Использование воздушного пространства

ОВД – Обслуживание воздушного движения

ОПВД – Организация потоков воздушного движения

ОПВП – Особые правила визуальных полётов

ОрВД – Организация воздушного движения

РДЦ – Районный диспетчерский центр ЕС УВД

РП – Руководитель полётов

РПИ – Район полётной информации

УВД – Управление воздушным движением

ЦЕС ОрВД – Центр единой системы организации воздушного движения

GAT – General air traffic

UTC – Coordinated Universal Time

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авиационные правила «Организация воздушного движения» [Электронный ресурс]: Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 31 июля 2006 г., № 985 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid> – Дата доступа: 10.10.2019.
2. Воздушный кодекс Республики Беларусь: 16 мая 2006 г., № 117-3: принят Палатой представителей 3 апр. 2006 г.: одобр. Советом Респ. 24 апр. 2006 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 10 янв. 2015 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
3. Авиационные правила «Организация обеспечения аэронавигационной информацией в гражданской авиации Республики Беларусь» [Электронный ресурс]: Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 26 июня 2010 г., №44 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid> – Дата доступа: 09.10.2019. Инструкция по использованию воздушного пространства Минского района полетной информации, 2004.
4. Дос 4444. Организация воздушного движения, 2007.

УДК 613.693

С.М. Лебедев

Военно-медицинский факультет в УО «Белорусский государственный медицинский университет»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ПРИБОРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВНЕКАБИННОГО ПРОСТРАНСТВА В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

В последнее время для визуализации внекабинного пространства разрабатываются кабины, оборудованные инструментальными средствами (оптико-телевизионными комплексами). К основным направлениям разработок относятся: создание системы большого экрана, многоэкранной индикации, наשלемых систем экранной индикации и очков ночного видения. В этой связи актуально рассмотрение вопросов, связанных с влиянием создаваемых средств и комплексов на пространственную ориентировку летчиков во время полета.

Результаты исследований в этой области свидетельствуют, что при эксплуатации бортовых систем отображения информации на электронных индикаторах у летчиков отмечаются ошибки восприятия пространства. В случае, когда изображение естественного горизонта на экране отсутствует или сильно размыто при полете над однородной поверхностью у летчика появляется ощущение потери пространственного положения. При выполнении разворотов ниже вершин гор, когда на экране отсутствует изображение естественного горизонта, склон горы может восприниматься за линию естественного горизонта. При горизонтальном полете по направлению к склону горы расстояние воспринимается летчиками, как уменьшение высоты полета, а не как приближение к препятствию [1, 3]. Изложенные проявления нарушений в психофизиологических процессах организма летчика, возникающие при наблюдении внекабинной обстановки, обязывают специалистов медицинской службы заниматься изучением влияния факторов, изменяющих пространственную ориентировку летчиков в полете [4].

По результатам исследований установлено, что на снижение эффективности пространственной ориентировки летчиков влияют следующие психофизиологические особенности восприятия и эргономические параметры инструментальных средств представления внекабинного пространства:

– отмечается уменьшение числа формируемых зрительных признаков систем, способствующих образованию правильных пространственных представлений (эффективно действуют лишь монокулярные факторы);

– снижены возможности средств по передаче визуальной обстановки (ограниченное поле зрения, пониженная четкость изображений и т.п.), уменьшения действия монокулярных факторов;

– наблюдаются различные помехи и дефекты изображения (проявление перспективных и геометрических искажений, помех и др.);

– отмечается присутствие зрительных признаков-антагонистов, подчеркивающих плоскостность изображения и препятствующих образованию пространственных представлений (в результате действия бинокулярных факторов, аккомодации, эффекта рамки и др.).

Для оценки летчиком пространственного положения по отношению к земной поверхности и объектам, расположенным во внекабинном пространстве, используются бинокулярные очки ночного видения, позволяющие в основном сохранять базовые механизмы психической регуляции физиологической деятельности на основе пространственного зрения. Однако информативная естественная и приборная визуализация внекабинного пространства в очках несколько нарушается. Например, практически все летчики, особенно в первых полетах на вертолетах, испытывают на режимах висения иллюзии перемещения вперед; на горизонтальных режимах – иллюзии сближения с малой скоростью и др. Использование очков ночного видения отражается не только на ухудшение пространственной организации поля зрения, но и на характеристиках качества изображения [2]. Нарушения в визуализации внекабинного пространства в общем влияют на пилотажные характеристики летательных аппаратов. Следует отметить, что после длительного использования очков могут возникать функциональные расстройства в виде утомления зрительной системы, проявляющегося неприятными ощущениями в области глаз, головной болью, снижением основных зрительных функций. Для предупреждения развития и снижения выраженности симптомов зрительного утомления общая продолжительность использования очков ночного видения в полете не должна превышать 2 часов, а время непрерывной работы в очках – 20 минут с последующим перерывом, на 5–8 минут.

В настоящее время выделяют основные технические и эргономические особенности очков ночного видения, определяющие эффективность пространственной ориентировки:

– уменьшение углов обзора пространства;

– канализация внекабинной информации (трубный эффект);

– ограничение по высоте и дальности видимости;

– подверженность качества визуального контакта световым помехам вплоть до временной потери работоспособности канала;

– возможность искажения информации о характере подстилающей поверхности;

– специфичность обратных связей летчика с ориентирами на режимах висения и посадки;

– зависимость качества изображения от освещенности и состояния атмосферы.

Таким образом, новая авиационная техника предъявляет высокие требования к психофизиологическому состоянию организма летчика, а исследования психофизиологических закономерностей пространственной ориентировки летчиков являются одной из важных задач медицинской службы. Это определяется тем, что технические средств представления внекабинного пространства, в сочетании с особенностями эксплуатации могут выступать в качестве ведущих причин в снижении эффективности пространственной ориентировки и развитии иллюзорных ощущений у летчиков. В совокупности представленные факторы влияют на формирование неадекватных психических образов, снижении надежности профессиональной деятельности и в целом на безопасность полетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дезориентация летчика в пространстве, как причина снижения уровня безопасности полета / А. А. Благинин, [и др.] // Военная и экстремальная медицина. – 2016. – № 1. – С. 46–49.

2. Коваленко, П. А. Пространственная ориентировка пилотов: (Психологические особенности). – М.: Транспорт, 1989. – 230 с.

3. Коваленко, П.А., Пономаренко, В.А., Чунтул, А.В. Учение об иллюзиях полета: Основы авиационной делиалогии / П.А. Коваленко, В.А. Пономаренко, А.В. Чунтул. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. – 461 с.

4. Ушаков, И. Б. Введение в авиационную медицину / И. Б. Ушаков, А. Г. Арутюнов, Г. М. Шерешков – Воронеж: ВГУ, 2002. – 349 с.

УДК 613.693

С.М. Лебедев

Военно-медицинский факультет в УО «Белорусский государственный медицинский университет»

СВЯЗЬ МЕЖДУ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ И УРОВНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

По данным мировой статистики среди причин авиационной аварийности ведущее место занимают причины, относящиеся к человеческому фактору. Данное понятие употребляется в авиации обычно в контексте безопасности полетов и отражает особенности взаимодействия авиационных специалистов (прежде всего летного экипажа) с авиационной техникой в процессе ее эксплуатации [3]. В этой связи одним из направлений медицинского обеспечения безопасности полетов становится оказание помощи командирам частей в изучении связи психофизиологических факторов с причинами ошибочных действий со стороны пилотов и снижения их работоспособности.

Важное значение в системе медицинского обеспечения имеет разная направленность профилактических мероприятий в отношении ошибок пилота [1]. Ошибочные действия могут быть обусловлены эргономическими недостатками авиационной техники, воздействием на экипаж неблагоприятных факторов и условий труда или недостатками в его организации. В этом случае основу профилактики составляют мероприятия на стадии проектирования авиационной техники. Профилактика проводится на основе учета совокупности свойств и качеств человека, характерных для всей летной популяции, в объекте и средствах деятельности (характеристика системы управления летательного аппарата, конструкция и компоновка рабочих мест экипажа и т. п.), условий труда (гигиенические особенности среды обитания на рабочих местах), организации деятельности (режим труда и отдыха, летная нагрузка и т. п.).

Другая группа ошибочных действий связана с личным фактором, рассматриваемым, как совокупность индивидуальных особенностей человека (профессиональных, физиологических, психологических). Среди них выделяют уровень развития профессиональных качеств, навыков и умений, неблагоприятные индивидуальные особенности организма и личности авиационных специалистов. Анализ ошибочных действий экипажей воздушных судов выявил их взаимосвязь с индивидуальными психологическими качествами: неустойчивость внимания, замедленность мыслительных процессов, эмоциональная лабильность, слабая способность к прогнозированию и принятию ответственных решений. Вышеперечисленные неблагоприятные индивидуальные особенности рассматриваются, как следствие слабой профессиональной подготовки. Одной из основных составляющих профессиональной надежности является сохранение и укрепление здоровья летного состава. В качестве причин, ведущих к нарушению их состояния здоровья, заслуживают внимание психосоматические заболевания [2].

Учитывая характер питания и условия деятельности летного состава этиологическим фактором психосоматических заболеваний может быть недостаток в организме магния (в рационе питания недостаточно продуктов с высоким содержанием магния, частые психоэмоциональные стрессы истощают внутренние запасы магния из-за его связывания его с жирными кислотами, традиционные способы «расслабления» с использованием алкогольных напитков и бани приводят к выбросу магния с мочой и потом). Ион магния входит в состав молекулы АТФ, поставляющей энергию для клеточных реакций. При недостатке магния происходят изменения в наиболее энергоемких тканях (мозг и

сердце), отмечаются раздражительность, тревожность, депрессия, нарушение сна, ночные поты, отсутствие ощущения свежести после пробуждения, ухудшение способности к психической концентрации, ухудшение памяти, мышечные судороги, функциональные боли. В этом случае лицам с психосоматическими расстройствами рекомендуется применять магний с кальцием в соотношении 1:2.

Неблагоприятные отклонения в состоянии психосоматического статуса летного состава проявляются снижением мотивации к дальнейшей летной работе, низким уровне психической активности, эмоциональной неустойчивости, высоком уровне тревожности и психической напряженности, что увеличивает риск снижения безопасности полетов. В основе указанных нарушений лежат преимущественно социальные факторы: неудовлетворительные социально-бытовые условия, конфликты по службе и в семье, неупорядоченный режим труда и отдыха [4].

Таким образом, своевременному проведению комплекса мероприятий по сохранению здоровья летного состава и продлению летного долголетия будут способствовать: раннее выявление изменений в состоянии здоровья и работоспособности; предвидение связи изменений в состоянии здоровья с профессиональной деятельностью летчика; изучение факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на состояние здоровья летного состава, и принятие мер по их устранению. Для эффективного решения указанных задач необходимо, чтобы неотъемлемой составной частью обеспечения безопасности полетов стало решение основных медико-психологических проблем, как создание технологии оценки и прогноза резерва здоровья, практическое внедрение системы медицинской реабилитации, психолого-педагогическая оптимизация профессиональной подготовки, обоснование способов и средств снижения профессиональных вредностей и повышения эргономичности авиационной техники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Актуальные вопросы медицинского обеспечения полетов. Тезисы докладов VI-ой Всероссийской научно-практической конференции / под ред. профессора Н.А. Разолова. – М.: ООО Фирма «СТРОМ», 2012. – 178 с.

2. Ворона, А.А. Теория и практика психологического обеспечения летного труда / А.А. Ворона, Д.В. Гандер, В.А. Пономаренко. М-во обороны Рос. Федерации, Военно-воздуш. силы. – М.: Воениздат, 2003. –280 с.1. Козлов, В.В. Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации / В.В. Козлов. М. : Полиграф, 2002. – 280 с.

3. Пономаренко, В.А. Деятельность летных экипажей и безопасность полетов / В.А. Пономаренко, В.В. Лапа, А.В. Чунлул. – М., 2003. – 202 с.

4. Человеческий фактор в авиации : в 2-х кн. / С.Д. Лейченко, А.В. Малишевский, Н.Ф. Михайлик. – СПб. : С.-Петерб. гос. ун-т гражд. авиации, 2005. – Кн. 1. – 480 с.

УДК 656.7

А.С. Малиновская, А.В. Дубовский

Белорусская государственная академия авиации

СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АВИАЦИИ. ИХ НЕДОСТАТКИ И ДОСТОИНСТВА, ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ.

Во все времена людей интересовала возможность правильно и быстро определить свое местонахождение. Звезды служили ориентиром для древних мореходов, однако в силу погодных условий сбиться с курса было достаточно просто. Появление компаса позволило не зависеть от капризов природы и существенно упростило навигацию. Новые возможности перед человечеством открылись с наступлением радио эры, когда стало возможным определять относительное месторасположение и вычислять параметры движения с помощью радиомаяков.

Следующим шагом в развитии навигации стали спутниковые системы GN SS. Идея создания спутниковой навигации родилась ещё в 1950-е годы, когда американские учёные во главе с Ричардом Кершнером наблюдали сигнал, исходящий от советского спутника и обнаружили, что благодаря эффекту Доплера частота принимаемого сигнала увеличивается

при приближении спутника и уменьшается при его отдалении. Суть открытия заключалась в том, что если точно знать свои координаты на Земле, то становится возможным измерить положение и скорость спутника, и наоборот, точно зная положение спутника, можно определить собственную скорость и координаты.

Первоначально глобальная система позиционирования разрабатывалась как сугубо военный проект (во-первых, это делалось в интересах соблюдения режима секретности, во-вторых, коммерческие структуры не усматривали в этом проекте больших дивидендов на перспективу от вывода программного продукта на гражданский рынок товаров и услуг, а в-третьих, суммы военных заказов позволяли подрядчикам не задумываться о функционале двойного назначения).

Общим недостатком использования любой радионавигационной системы является то, что при определённых условиях сигнал может не доходить до приёмника, или приходиться со значительными искажениями или задержками.

Однако это не единственные минусы, которые могут возникнуть при использовании этой системы в авиации. Как показало исследование, система GPS имеет достаточно уязвимостей, которые могут быть использованы для захвата воздушных судов террористами. Военные используют зашифрованные сигналы, которые гораздо труднее подделать. У гражданской авиации нет доступа к зашифрованным сигналам и они вынуждены использовать стандартные сигналы GPS, которые ничем не защищены, поэтому помехи и GPS-спуфинг несут колоссальную угрозу для гражданской авиации. Однако использование только зашифрованных сигналом снижают точность позиционирования.

В настоящее время используются две спутниковые системы GPS и ГЛОНАСС.

GPS (Global Positioning System) – спутниковая система навигации, реализована и эксплуатируется министерством обороны США, и поэтому есть полная зависимость от этого органа в получении другими пользователями точного сигнала GPS.

ГЛОНАСС – российская спутниковая система навигации, одна из двух полностью функционирующих на сегодня систем глобальной спутниковой навигации также, в первую очередь выполняет военные задачи. Дополнительно система транслирует гражданские сигналы, доступные в любой точке земного шара, предоставляя навигационные услуги на безвозмездной основе и без ограничений.

Ошибки навигационных определений ГЛОНАСС (при $p = 0,95$) по долготе и широте составляли 3–6 м при использовании в среднем 7–8 КА (в зависимости от точки приёма). В то же время ошибки GPS составляли 2–4 м при использовании в среднем 6–11 КА (в зависимости от точки приёма). Работу GPS и ГЛОНАСС обеспечивают по 24 спутника. Отличие заключается в количестве отслеживаемых плоскостей. Зона покрытия GPS делится на 4 плоскости с 6-ю спутниками в каждой, а у ГЛОНАСС – 8 спутников на 3 плоскости. Недостатком является то, спутники ГЛОНАСС имеют меньший срок эксплуатации по сравнению со спутниками GPS, что требует дополнительных затрат на их ремонт и замену.

Менее известны такие навигационные системы как Beidou, DORIS, региональные – IRNSS, QZSS.

Beidou – китайская спутниковая система навигации. Планируется, что на полную мощность система выйдет к 2020 году

«Галилео» (Galileo) – совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства. Система предназначена для решения геодезических и навигационных задач. Но на 2019 год спутниковая группировка «Галилео» так и не достигла необходимого количества аппаратов. В отличие от американской GPS и российской ГЛОНАСС, система «Галилео» не контролируется национальными военными ведомствами, спутники «Галилео» выводятся на круговые геоцентрические орбиты высотой 23 222 км (или 29 600 км от центра Земли), проходят один виток за 14 ч 4 мин 42 с и обращаются в трёх плоскостях, наклонённых под углом 56° к экватору. На каждой из орбит при полном развёртывании системы будет находиться 8 действующих и 2 резервных спутника. Эта конфигурация спутниковой группировки

обеспечит одновременную видимость из любой точки земного шара по крайней мере четырёх аппаратов. Временная погрешность атомных часов, установленных на спутниках, составляет одну миллиардную долю секунды, что обеспечит точность определения места приёмника около 30 см на низких широтах. За счёт более высокой, чем у спутников GPS, орбиты, на широте Полярного круга будет обеспечена точность до одного метра.

Каждый аппарат «Галилео» весит около 675 кг. Расчётный срок эксплуатации спутника превышает 12 лет.

IRNSS (англ. Indian Regional Navigation Satellite System) – индийская региональная спутниковая система навигации, проект которой был принят к реализации правительством Индии. Разработка осуществлялась Индийской организацией космических исследований (ISRO). Система, получившая с началом эксплуатации название NAVIC (англ. NAVigation with Indian Constellation), обеспечивает только региональное покрытие самой Индии и частей сопредельных государств.

В апреле 2018 Индийская организация космических исследований (ISRO) сообщила об успешном запуске последнего навигационного спутника IRNSS. Таким образом, у страны появилась своей полноценная альтернатива GPS и ГЛОНАСС.

Quasi-Zenith Satellite System (QZSS), «Квазизенитная спутниковая система» (яп. 準天頂衛星) – проект региональной системы синхронизации времени и одна из систем дифференциальной коррекции для GPS, сигналы которой будут доступны в Японии. Первый спутник Митибики (яп. みちびき, «указание пути») был запущен 11 сентября 2010 года [1].

QZSS предназначена для мобильных приложений, для предоставления услуг связи (видео, аудио и другие данные) и глобального позиционирования. Что касается услуг позиционирования, QZSS сама по себе предоставляет ограниченную точность и по существующей спецификации не работает в автономном режиме. С точки зрения пользователей QZSS предстаёт как система дифференциальной коррекции. Система позиционирования QZSS может работать совместно с геостационарными спутниками в японской системе MTSAT, находящейся в процессе создания, которая сама по себе является системой дифференциальной коррекции, подобной системе WAAS, созданной США.

Ввод системы в строй должен увеличить доступность трёхмерной спутниковой навигации на территории Японии до 99,8 % времени. Дополнительным преимуществом околоразностного положения спутников будет то, что в условиях мегаполисов их сигналы не будут экранироваться и отражаться стенами высотных зданий.

Первый спутник системы был запущен в 2010 году, три остальных были запущены в 2017 году. Официальная полноценная эксплуатация системы из четырех спутников была начата 1 ноября 2018 года.

В перспективе к 2024 году размер спутниковой группировки планируется довести до 7 спутников, так же 1 резервный.

В настоящее время навигация в такой крупной отрасли, как авиация осуществляется не только с помощью перечисленных выше систем спутниковой навигации. В виду упомянутых недостатков, следует отметить риски, возникающие при полном переходе от наземных радиомаяков к спутниковым системам навигации. Комплексная радионавигационная система аэронавигационного оборудования для воздушного судна VOR/DME и DME/DME на данном этапе развития является оптимальным решением возможных возникающих проблем. Эти системы работают в диапазоне УКВ и обеспечивают определение азимута, дальности или обоих этих величин одновременно относительно наземного всенаправленного маяка, что несомненно является подспорьем космической навигации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Степаненко А.С. Развитие навигационных систем в гражданской авиации / А.С. Степаненко М.: Научный вестник МГТУ ГА Т.20, № 01.2017. – с.123–129

Логвин А.И., Соломенцев В.В. Спутниковые системы навигации и управления воздушным движением / А.И Логвин., В.В. Соломенцев М.: МГТУ ГА. 2005. – 259 с.

Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации Т.1 Издание 7. Радионавигационные средства (SARPS) – Монреаль. Международная организация гражданской авиации.2018. – 296с.

Затучный Д.А., Сладь Ж.В. Использование информации об уровне наземного обеспечения полетов ВС для планирования воздушного движения / Д.А. Затучный., Ж.В. Сладь. Научный вестник МГТУ ГА. – Т.19. – № 05. – с 104–110.

УДК 6297

Ю.И. Момот

Белорусская государственная академия авиации
ОБУЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

Обеспечение безопасности полетов в системе гражданской авиации – основная цель деятельности Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Общеизвестно, что каждые три из четырех авиационных происшествий являются результатом сбоев в работоспособности человека, а это означает, что любые улучшения в данной области могут в значительной мере способствовать повышению уровня безопасности полетов.

Этот факт был признан Ассамблеей ИКАО, которая в 1986 году приняла резолюцию А26–9 по безопасности полетов и человеческому фактору. В развитие резолюции Ассамблеи «Аэронавигационная комиссия» сформулировала следующую задачу: «Способствовать повышению безопасности полетов авиации и с этой целью более широко информировать государства о роли человеческого фактора с целью осознания ими важности его учета при производстве полетов воздушных судов гражданской авиации, разработав для них практический материал и мероприятия, связанные с человеческим фактором, а также путем разработки предложений и рекомендаций о внесении нужных поправок в действующие документы в связи с изменением роли человеческого фактора в существующих и будущих условиях эксплуатации авиационной техники». Одним из путей выполнения резолюции Ассамблеи А26-9 был выпуск «Руководства по обучению в области человеческого фактора» Дос 9683-AN/950. В Руководство периодически будут вноситься изменения в связи с новыми научными исследованиями, чтобы оно отражало самые современные подходы к обучению эксплуатационного персонала в области человеческого фактора. Оно предназначено для использования руководителями учебных центров, а также сотрудниками авиапредприятий и нормативных органов, которые занимаются вопросами обеспечения безопасности полетов.

Сбои в характеристиках работоспособности человека являются причинами большинства авиационных происшествий. Для уменьшения количества происшествий необходимо глубже понять аспекты человеческого фактора в авиации и шире применять знания о человеческом факторе. Наука о человеческом факторе – это наука о людях, о той обстановке, в которой они трудятся и живут, об их взаимодействии с машинами, оборудованием и процедурами. Также она занимается и взаимоотношениями людей друг с другом и в рамках коллективов. Наука о человеческом факторе стремится оптимизировать работоспособность человека путем системного применения теоритических знаний о деятельности человека с целью обеспечения безопасности полетов. Несмотря на то, что в основе науки о человеческом факторе лежат теоритические выкладки, в авиации принципы человеческого фактора ориентированы на решение практических проблем в реальном мире.

Осознание необходимости обучения персонала отрасли основам человеческого фактора привело к тому, что в разных странах были организованы обязательные курсы подготовки в этой области. Эта необходимость, еще раз подтвержденная результатами исследований ряда авиационных происшествий, возникших практически во всех случаях в результате игнорирования ряда аспектов, связанных с человеческим фактором, заставила ИКАО включить требования к подготовке в области человеческого фактора в перечень требований к подготовке авиационного персонала при выдаче ему свидетельств, содержащихся в Приложении 1 (1989 г) и Приложении 6 (1995 г), а также предусмотреть их анализ в процессе расследования авиационных происшествий, описание которого приводится в Приложении 13 (1994 г).

Бывший директор Федерального авиационного управления (ФАУ) США адмирал Дональд Энджен в 1986 году сказал: «Мы затратили более 50 лет на создание оборудования, которое сейчас можно считать вполне надежным. Теперь пришло время работать с людьми». Данное заявление в той или иной мере создает основу для оценки необходимости ЧФ для авиации. Многолетний опыт или тысячи полетных часов могут оказаться несущественными либо совсем бесполезными с точки зрения проблем авиации, решение которых возможно лишь при глубоком понимании ЧФ.

Появляется все большее количество интегрированных приемов и методов использования аспектов человеческого фактора. Основной задачей при работе в сфере человеческого фактора является понимание предсказуемых возможностей и ограничений человека и применение этих знаний на практике. Принципы человеческого фактора разрабатывались, оттачивались и утверждались с конца прошлого века, и в настоящее время они подкрепляются огромным массивом знаний, которые могут использоваться теми, кто занимается вопросами повышения безопасности полетов в нынешней сложной системе воздушного транспорта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дос 9683-AN/950: Руководство по обучению в области человеческого фактора. – изд. 6-е. – Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 1998.
2. Циркуляр ИКАО 302-AN/175: Сборник материалов «Человеческий фактор» №16 – Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 2004.
3. Циркуляр ИКАО 300-AN/173: Сборник материалов «Человеческий фактор» №15 – Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 2003.
4. Циркуляр ИКАО 253-AN/151: Сборник материалов «Человеческий фактор» №12 – Монреаль: Международная организация гражданской авиации, 1995.

Литература дополнительная

5. Энциклопедия безопасности авиации / Н. С. Кулик, В. П. Харченко, М. Г. Луцкий и др.; Под ред. Н. С. Кулика. – К.; Техника, 2008. – 1000 с.; ил. – Библиогр.; Киев.

УДК 65.013

К.А. Поминова, И.В. Кольцов

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П.Королева (г. Самара, Россия)*

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ПУТЕМ УЧЕТА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

Благодаря всемирному техническому прогрессу и его повсеместному распространению авиация занимает первое место в мире по безопасности использования. Основной целью безопасности полетов является предотвращение авиационных катастроф и аварий, что создает максимально безопасные условия во всех рассматриваемых аспектах. В авиации человеческий фактор (ЧФ) является одним из ключевых условий по уровню обеспечения безопасности полетов, что обуславливает постоянный поиск новых и доработку существующих методов оценки уровня их безопасности [1].

Если рассматривать ЧФ более детально, то во всей цепи взаимодействий между самолетом, наземными службами, внешней средой, летным экипажем и командиром в отдельности, именно последний является связующим звеном, принимающим решение на всех этапах полета с момента технического осмотра ВС до его непосредственного приземления в аэропорт назначения. Специалистами в области безопасности полетов принято выделять 2 основные причины авиасобытий: технические отказы и ЧФ. На сегодняшний день 20 % авиационных событий происходит по причине технических неисправностей и на 80 % влияет человеческий фактор. По статистике за последние годы около 56 % причин авиасобытий связаны с ошибками командира ВС, 17 % – с ошибками диспетчера, далее 17 % – неполадки самолета, 13% – погодные условия.

Человек представляет собой биосистему, способную самостоятельно мыслить и принимать моментальные решения в критических ситуациях, это является и преимуществом, и недостатком [2]. Одним из рассматриваемых аспектов влияния на решение именно ЧФ является опасным проявлением личности, не связанное с темпераментом индивида, которое выражается в следующем: импульсивность, бунтарство, неуязвимость, образ мужественности, отрицание влияния происходящего.

При рассмотрении ЧФ нельзя брать отдельные причины, повлекшие за собой неблагоприятный исход, это всегда цепочка факторов, решений, каждое из которых влияет на будущее [3]. В системе «человек-машина» именно человек является слабым звеном, т. к. подвержен влиянию физических и психофизиологических факторов, которые влекут за собой нежелательные последствия. Были выявлены следующие причины влияния ЧФ:

1. Переоценка своих возможностей и возможностей команды.
2. Навыки коммуникации.
3. Неправильное планирование.
4. Самопрограммирование.
5. Недооценивание факторов.
6. Недооценивание физиологических потребностей.

Зная каждый из факторов, которые влияют на психофизическое состояние человека, возможно предупредить каждый из этих факторов следующим образом: уметь брать ответственность на себя и распределять ее между членами летного экипажа, четко выполнять установленные по регламенту действия в случае непредвиденных ситуаций; вести радиообмен, используя максимально простые речевые обороты, не допускать лишнего в разговоре, знать основные понятия и определения авиационной деятельности на английском языке; уметь правильно распределять концентрацию внимания на всех этапах полета, не создавая «перегруженных» участков, чтобы предотвратить преждевременную усталость; продумывать действия наперед, не допускать механических действий в работе; не концентрировать внимание на одном из факторов окружающей среды, уметь видеть и воспринимать целостную картину; учитывать физиологические потребности организма (пирамида Маслоу), не забывать об основных необходимых действиях.

С 2010 по 2018 год больше всего авиапроисшествий случалось во время полета, как показано на рисунке 1, а именно: 4,7 % – на этапе взлета, 14,2 % приходится на этап набора высоты, 41,1 % – в пути, 30 % – на этапе подхода, 10 % – на этапе посадки, остальная часть случаев происходит на земле во время руления, буксировки и прочего.

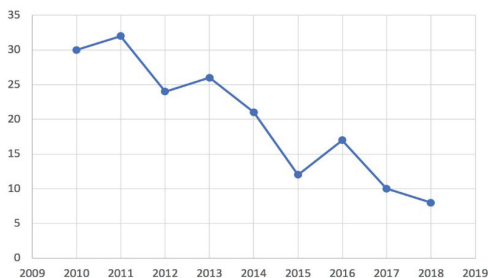


Рисунок 1 – Точечный график количества авиапроисшествий по годам

На графике видно снижение количества авиапроисшествий, и задача каждого человека, связанного с этой системой, привести его к минимальному значению. Самое большое число рисков находится на этапе непосредственно полета, поэтому основная задача заключается в выявлении каждой из причин, которые могут повлечь за собой авиапроисшествие по причине ЧФ. Человек – нестабильная система, подверженная влиянию извне. Предупреждение ЧФ как

такового заключается в постоянном анализе этой системы, а также его физической и психологической подготовке. Перед полетом возможно прохождение ряда тестов на выявление напряженности, эмоциональной нагрузки, впоследствии дальнейшей консультации с психологом для повышения стрессоустойчивости и способности контроля эмоций.

Все вышеизложенные факторы лишь подтверждают то, что человек является трудно прогнозируемым и практически не измеряемым фактором в системе «человек-машина», и на сегодняшний день наука пока не готова дать точного объяснения причин, влияющих на принятие им решений, потому что³⁴ они напрямую связаны с характеристиками и личностными качествами каждого индивида в отдельности. Однако постоянный поиск факторов, воздействующих на человека с психофизиологической стороны, и предупреждение их позволяет заметно сократить влияние, которому так подвержен человек, и, как следствие, снизить количество авиапроисшествий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тиц С.Н. [Текст] : учеб. пособие для вузов . Человеческий фактор. – г. Самара: Самарский гос. Аэрокосм. Университет им.ак. С.П. Королева, 2012. – 61 с.
2. Евстигреев Д.А. [Текст] : учеб. пособие для вузов. Авиационная психология и человеческий фактор. Ульяновск УВАУ ГА, 2005. – 103 с.
3. Платонов К.К. Представление человека в биосистеме [Текст]: Психология летного труда. г. Москва: Издательство академии педагогических наук РСФСР, 1960. – 362 с.

УДК 629,7

Е.А. Солодухо, И.И. Барабан (научный руководитель)

Белорусская государственная академия авиации

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ADS-B ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Способность точно определять и обновлять информацию о местоположении воздушных судов напрямую влияет на минимальное расстояние, которое должно выдерживаться между воздушными судами, и на эффективность использования участка воздушного пространства.

Автоматическое зависимое наблюдение является одним из наиболее важных механизмов реализации концепции ОрВД для будущей системы организации воздушного пространства.

Поскольку ADS-B имеет точность определения координат более высокую, это позволяет уплотнить трафик и сделать его более эффективным в тех районах, где двигается много самолётов.

Полное покрытие территории является ещё одним преимуществом системы ADS-B. Оборудование можно устанавливать в районах, где использование радарного оборудования не представляется возможным.

Исследована проблема производства новых средств навигации для управления воздушным движением. Авиатранспортная система нуждается в современных системах управления движением воздушного транспорта, поскольку представляет собой важную составляющую общей транспортной системы страны.

Актуальность исследуемой проблемы связана с тремя основными аспектами:

– обеспечением безопасности воздушного движения при одновременном расширении ассортимента услуг, которые могут быть предложены разным потребителям (пассажирам, их родственникам, знакомым, коллегам, службам МЧС и т. д.), например, встречающие пассажира родственники и друзья могут получать информацию о трафике самолета, при возникновении нештатных ситуаций с воздушным судном (ВС) будет известна траектория полета и место возникновения ситуации, что облегчит проведение операции по оказанию помощи ВС, пассажирам, экипажу;

- укреплением национальной безопасности, повышением уровня независимости и автономности гражданской и военной авиации;
- улучшением экономических показателей авиационных компаний, наземных служб, аэропортов, снижением капитальных затрат и эксплуатационных расходов;

ADS-B – технология, внедряемая в настоящее время FAA на территории США и в других странах, позволяющая пилотам в кабине самолета и диспетчерам на наземном пункте «видеть» трафик движения ВС с большей точностью, чем это было доступно ранее, получать другую аэронавигационную информацию. ADS-B дополнительно передает в реальном времени погодную информацию пилотам, значительно расширяя их осведомленность о ситуации, повышая безопасность полетов. Доступ к ADS-B информации бесплатен и свободен для всех. ВС, оборудованное транспондером ADS-B, передает всем свою точную позицию в течение полета вместе с другими данными, включая скорость, высоту, курс, взлет или снижение.

Транспондерами ADS-B оборудуются все новые пассажирские и грузовые самолеты. Они устанавливаются на части более старых эксплуатируемых моделей ЛА (на военных и частных самолетах).

Федеральное управление гражданской авиации США заявило, что с 2020 г. подавляющее большинство самолетов, входящих в воздушное пространство США, должно быть оборудовано ADS-B-транспондерами.

ICAO разработала подробный план принятия государствами-членами ICAO единых технологий и процедур контроля за воздушным движением. В рамках этой «дорожной карты» (рисунок 1) содержательно определена и реализуется работа в несколько временных этапов.

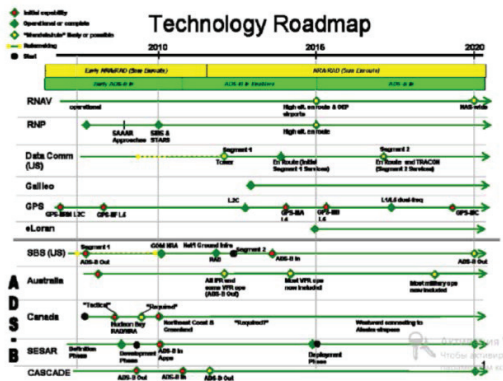


Рисунок 1 – План внедрения АЗН-В в США, Канаде, Европе и Австралии

Известно, что главное экономическое преимущество заявленных систем и оборудования заключается в прекращении использования дорогих вторичных радиолокаторов наблюдения. Установка наземных станций ADS-B почти в 10 раз дешевле традиционно применяемых радиолокаторов с вращающейся антенной. Обслуживание станций ADS-B также значительно дешевле.

Авиакомпании экономят эксплуатационные расходы за счет сокращения норм эшелонирования, поскольку система ADS-B, использующая определение местоположения с помощью GPS, является более дешевой и (вместе с тем) более точной. Здесь экономический аспект дополняется фактором, повышающим безопасность полетов ВС.

Экономические выгоды от производства и применения современных систем навигации связаны с улучшением информационного обеспечения процессов управления воздушным транспортом и движением. Например, известно, что ежегодно авиакомпании теряют летательные аппараты. Их местоположение долгое время остается неизвестным. Тратятся значительные средства на проведение поисковых операций. Информация о трафике движения ВС значительно снижает расходы на поиск и оказание помощи судам, экипажам, пассажирам.

Инвестиции и затраты на производство оборудования (элементов) ADS-B включают расходы на аренду, лизинг и закупку основных фондов, обучение и оплату труда персонала (численностью около 50 чел.), активное участие в венчурных форумах, международных выставках, другие работы и мероприятия.

В итоге можно сделать следующие выводы:

- Белорусская авиация нуждается в оснащении ВС современной и экономически эффективной авионики для точного определения их места в пространстве в реальном масштабе времени (в воздухе и на земле) через цифровые линии передачи данных, которые дополняются информацией о воздушной скорости и выполняемых маневрах (разворот, набор высоты или снижение), а также для выполнения некоторых функций технической диагностики летящего ВС;

- новая авионика, установленная на борту ВС, расширяет ассортимент услуг, которые могут предоставляться разным потребителям (физическим и юридическим лицам). Построенные на ее основе информационные системы полезно интегрировать не только в системы управления воздушным движением, но и в информационные системы МСЧ, УВД и других государственных служб, организаций наземного обеспечения полетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вежновец А. АЗН-В – новый уровень безопасности / А. Вежновец // Ассоциация вертолетной индустрии. 02.09.2009. 74 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.helicopter.su/prensa/articles/2009/09/02/azn_v_%E2%80%93novyj_uroven_bezopasnosti/.

2. Настоящее и будущее опознавания // Adsbradar. Radarspotters Team. 12.10.2015. 215 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://adsbradar.ru/nastoyashchee-i-budushchee-opoznavaniya>.

3. Организация воздушного движения: Правила аэронавигационного обслуживания. Doc 4444 ATM/501. 15-е изд. М.: Международная организация гражданской авиации, 2007. 473 с. [Электронный ресурс]. URL: http://airsport.ru/book/file/627/4444_cons_ru.pdf.

4. Multilateration & ADS-B. Executive reference guide. Creativerge. ATM. pp. 37. [Electronic resource]. URL: <http://www.multilateration.com/downloads/MLAT-A...>; <http://www.adsbradar.ru/.../MLAT-ADS-B-Reference-Guid>.

УДК 621.7.024.2

Р.Н. Степанов, С.С. Давыдов, К.С. Бондарев

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ УСТРОЙСТВОМ ТОЧЕЧНОГО ОТБОРА ПРОБ ЖИДКОСТИ

В работе рассмотрена взаимосвязь качества контроля промышленной чистоты (ПЧ) рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов (ЖСА) воздушных судов (ВС) с безопасностью полётов ВС; представлена конструкция малогабаритного устройства точечного отбора проб жидкости.

Контроль уровня ПЧ ЖСА ВС является одной из важнейших технологических операций, определяющей с одной стороны допуск ВС к эксплуатации по показателям ПЧ, с другой стороны при производстве, ремонте и техническом обслуживании ВС [1].

Важнейшей составляющей аналитического контроля любого объекта является отбор представительной пробы объекта контроля, которая по составу, свойствам или структуре принимается идентичной объекту аналитического контроля, от которого она отобрана. При этом погрешность отбора пробы для обеспечения качества анализа должна быть минимизирована (п.п. 1, 2, 7–10, 46–48 ГОСТ Р 52361–2005) [2].

Для повышения достоверности оценки состояния загрязнённости рабочих полостей систем используется метод определения объективных точек отбора пробы. В связи со значительной сложностью геометрической конфигурацией жидкостных систем современных воздушных судов, пробоотборные устройства должны быть минимизированы по габаритным и весовым параметрам, должны иметь возможность для встраивания в бортовые системы ВС.

Разработанная конструкция точечного пробоотборника (рисунок 1) отличается простотой, надёжностью и возможностью в силу своих минимальных габаритных параметров размещаться в бортовых трубопроводных системах ВС.

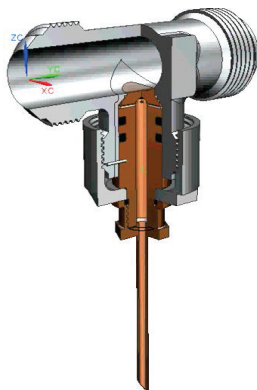


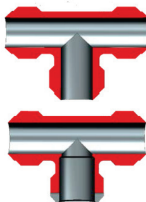
Рисунок 1 – Устройство точечного отбора проб жидкости из работающих жидкостных систем на базе нормализованного (ГОСТ 13964-74) авиационного тройника в разрезе

Использование точечного пробоотборника позволяет повысить представительность отбираемой пробы жидкости и предотвратить ошибочную оценку уровня загрязненности рабочей жидкости и технического состояния контролируемой жидкостной системы, а так же ее агрегатов.

На рисунке 2 показана последовательность доработки стандартного (ГОСТ 13964-74) авиационного тройника.



Стандартный авиационный тройник



Доработка стандартного тройника



Доработанный тройник

Рисунок 2 – Последовательность доработки стандартного (ГОСТ 13964-74) авиационного тройника

Доработка стандартного (ГОСТ 13964-74) авиационного тройника позволяет встраивать устройство в стандартную арматуру бортовых трубопроводных систем ВС.

Достоинством разработанного устройства является унификация, снижение себестоимости изделия, минимизация массово-габаритных характеристик.

Использование разработанного точечного пробоотборника позволяет при его размещении в бортовой системе ВС брать пробу жидкости в нужных местах, например, непосредственно перед ответственными агрегатами системы, чувствительными к загрязнениям жидкости.

При необходимости оснащения бортовых систем ВС пробоотборными устройствами достоверность контроля загрязненности систем может быть достигнута определением объективных точек забора проб и использованием представленного пробоотборника точечного отбора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белянин П.Н., Данилов В.М. Промышленная чистота машин. – М.: Машиностроение, 1982. С. 224.

2. Степанов Р.Н., Кожевников И.А. Совершенствование средств мониторинга состояния жидкостных систем воздушных судов по параметрам промышленной чистоты. Журнал «Труды МАИ», № 18, 2018 г.

УДК 621.7.024.2

Р.Н. Степанов, Д.И. Сергеев, П.А. Демин

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ ПОЛНОПОТОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ ОТБОРА ПРОБ ЖИДКОСТИ

В докладе представлена взаимосвязь качества контроля промышленной чистоты (ПЧ) рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов (ЖСА) воздушных судов (ВС) с безопасностью полётов (БП) ВС; представлена конструкция устройства объёмного отбора проб жидкости.

Одним из направлений повышения БП является обеспечение надежности агрегатов бортовых жидкостных систем, которая во многом определяется уровнем ПЧ их рабочих полостей, что предусматривает в числе прочего обеспечение достоверного контроля степени загрязнённости.

Контроль уровня ПЧ ЖСА ВС является одной из важнейших технологических операций, определяющей с одной стороны допуск ВС к эксплуатации по показателям ПЧ, с другой стороны при производстве, ремонте и техническом обслуживании ВС [1].

Важнейшей составляющей аналитического контроля любого объекта является отбор представительной пробы объекта контроля, которая по составу, свойствам или структуре принимается идентичной объекту аналитического контроля, от которого она отобрана. При этом погрешность отбора пробы для обеспечения качества анализа должна быть минимизирована (п.п. 1, 2, 7–10, 46–48 ГОСТ Р 52361–2005) [2].

Для повышения достоверности результатов измерений загрязнённости систем целесообразным представляется применение полнопоточных устройств отбора проб, реализующих метод объёмного отбора пробы, когда полость пробоотборника требуемого нормативного объема в процессе функционирования контролируемой системы является ее частью в точке отбора, а на момент отбора пробы отсекается от потока (жидкость одновременно перенаправляется через байпасный участок трубопровода), извлекается из пробоотборника и направляется на анализ. При этом сам пробоотборник может использоваться в качестве контейнера для транспортировки пробы.

Разработанное устройство объёмного отбора проб позволяет брать пробу полностью соответствующую жидкости находящейся в системе, рисунок 1 [3].



Рисунок 1 – Устройство полнопоточного отбора проб жидкости

На рисунке 2 представлена схема разработанного авторами полнопоточного пробоотборника для использования в наземном стендовом оборудовании.

Предложенная конструкция поясняется иллюстрациями, где на рисунке 2 представлены схемы предлагаемой конструкции устройства для отбора проб жидкости в режиме работы контролируемой жидкостной системы и в режиме отбора пробы. На рисунке позициями обозначено: 1 – пробоотборная секция; 2 – отборный штуцер пробоотборной секции; 3 – входной штуцер пробоотборной секции; 4 – краны отборного и входного штуцеров; 5 – байпасная секция; 6 – контролируемая жидкостная система; 7 – трехходовые шаровые краны. Стрелками обозначено направление течения жидкости [3].

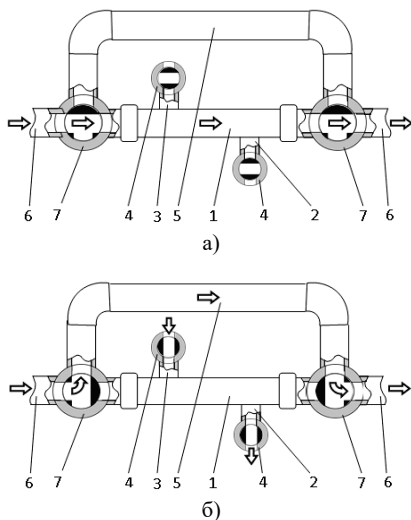


Рисунок 2 – Схематичный чертеж устройства для отбора проб жидкости:
а – в режиме работы контролируемой жидкостной системы; б – в режиме отбора пробы

Использование предложенной конструкции позволяет повысить представительность отбираемой пробы жидкости и предотвратить ошибочную оценку уровня загрязненности рабочей жидкости и технического состояния контролируемой жидкостной системы и ее агрегатов [3].

Таким образом, из-за невозможности прямой оценки загрязненности поверхностей внутренних полостей ЖСА ВС и средств технического обслуживания, и возникающей при этом необходимости применения косвенного метода контроля ПЧ по чистоте вытекающей жидкости, направление повышения достоверности (представительности) результатов измерений лежит в области совершенствования пробоотборных устройств полнопоточного (объемного отбора проб) типа и определения объективных точек забора проб жидкости.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белянин П.Н., Данилов В.М. Промышленная чистота машин. – М.: Машиностроение, 1982. – С. 224.
2. Сапожников В.М. Монтаж и испытание гидравлических и пневматических систем летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1979. – С. 256.
3. Кровяков В.Б., Степанов Р.Н. и др. Устройство для отбора проб жидкости. Патент РФ на полезную модель № 171725, 2017 г.

СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ПРИ РУЛЕНИИ И БУКСИРОВКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Задача обеспечения безопасности перевозок авиационным транспортом очень важна, так как она связана со значительными потерями социального и экономического характера.

Потери обусловлены необходимостью компенсации последствий авиационных происшествий, разработкой и реализацией мероприятий по предотвращению авиационных происшествий, падением имиджа авиационных предприятий и воздушных перевозок в целом.

Согласно статистическим данным за последние 5 лет причиной задержки вылетов самолётов, в 40 % случаев, было повреждение конструктивных частей самолёта на территории аэропорта, при этом в основном это происходит во время буксировки или руления самолёта на место стоянки и со стоянки к месту взлёта.

Маневрирование на территории лётного поля существенно осложняется в условиях плохой видимости (туман, наличие атмосферных осадков, ночное время) и высокой загруженности аэропорта. В таких условиях экипажу воздушного судна и водителю буксировщика затруднительно контролировать крайние точки габаритов воздушного судна. Как следствие, при маневрировании в таких условиях, повышается вероятность столкновения воздушного судна (его элементов) с другим воздушным судном или транспортными средствами наземных служб. При выполнении руления и буксировки наиболее уязвимыми элементами являются: законцовки крыла, элементы механизации крыла, двигатели располагающиеся на консоли, элементы хвостового оперения самолёта.

Своевременное обращение внимания пилота на наличие препятствия и опасность столкновения позволит существенно сократить количество происшествий связанных с повреждением элементов летательного аппарата на земле. Под возможным столкновением предполагается опасное приближение конструктивных элементов самолёта к другим объектам.

Для определения препятствий и приближения к ним предлагается использовать радиолокационные датчики расстояния, разместив их на выступающих элементах конструкции самолёта: законцовки крыла и стабилизатора, нижние части обтекателей двигателей (рисунок 1).



Рисунок 1 – Размещение датчиков на корпусе самолёта

Предполагается разделение расстояния до препятствия, в зависимости от скорости приближения, на три зоны:

- а) зона контакта;
- б) зона приближения;
- в) зона повышенной опасности.

Зона контакта (а) свидетельствует о обнаружении препятствия в зоне видимости датчика на безопасном, для конкретной скорости приближения, расстоянии. Зона приближения (б) свидетельствует о наличии препятствия, маневрирование вблизи которого требует повышенного внимания. Зона повышенной опасности (в) свидетельствует об опасном приближении к препятствиям.

Для визуализации предлагается индикацию о положении воздушного судна относительно препятствий вывести на один из пилотажно-навигационных индикаторов кабины пилотов, которые на этом этапе не перегружены данными. При этом зону контакта (а) маркировать зелёным цветом, зону приближения (б) маркировать жёлтым цветом, зону повышенной опасности (в) красным. При минимально допустимом расстоянии возможна также и звуковая сигнализация. Индикацию выполнить в виде силуэта фюзеляжа самолёта с цветовым обозначением расстояния до препятствий, а также скорости приближения к препятствиям (рисунок 2).

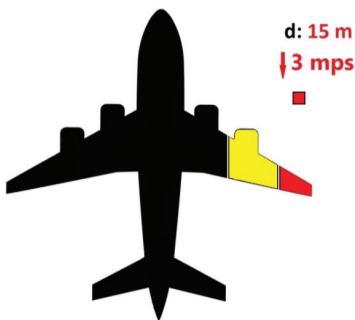


Рисунок 2 – Визуальное отображения на индикаторе наличия и степени опасности препятствий

При минимально допустимом расстоянии возможна также и звуковая сигнализация. При буксировка самолёта тягачом, информация от самолётной системы на тягач может передаваться по проводникам, подключаемым через устройство сцепки тягача и самолёта. Подобным индикатором может оборудоваться и кабина тягача, выполняющего буксировку.

В настоящее время существует большое количество радиолокационных датчиков, которые легко адаптируются к условиям эксплуатации в авиации.

Главные требования, предъявляемые к радиолокационному датчику: диапазон рабочих частот должен быть не подвержен сильному затуханию во время дождя и снега, выполнять требования электромагнитной совместимости самолётных и наземных радиоэлектронных средств, конструктивное исполнение датчика должно соответствовать авиационным эксплуатационным требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Великанов А.В., Лиховидов Д.В., Дьяков Д.Е. Современные буксировочные системы авиационного комплекса // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.
2. Аэропорты и их эксплуатация: учеб. пособие / В.А. Кияшко, Л.Н. Макарова. – Л.: ОЛАГА, 1985.
3. Бюллетени ИКАО по безопасности полётов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНДИКАЦИЯ НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ПИЛОТА

Необходимым условием безопасного пилотирования воздушного судна является непрерывное в течении всего полета представление пилотом его пространственного положения. Потеря пространственной ориентировки, как правило, приводит к непреднамеренному попаданию в положение, когда не верное отклонение рычагов управления или запоздалая реакция в действиях может привести к превышениям эксплуатационных ограничений параметров полета (скорости, нормальной перегрузки, угла атаки) и попадание воздушного судна в критический режим полёта или нарушение прочности его конструкции или даже к столкновению с поверхностью земли или препятствиями на ней. Представление пилотом о пространственном положении является результатом выполняемого в уме синтеза положений продольной и поперечной осей воздушного судна относительно местной горизонтальной поверхности (углов тангажа и крена соответственно). Физиологически для человека естественно определять пространственное положение относительно линии горизонта или в соответствии с ощущениями своего вестибулярного аппарата. В полете информация о линии горизонта может отсутствовать (при выполнении полёта в сложных метеоусловиях или ночью), а вестибулярный аппарат может быть подвергнут Соматогравическая иллюзии. Соматогравическая иллюзия – вестибулярная иллюзия, преобладающая при высоких ускорениях или замедлениях воздушного судна, когда у пилота отсутствуют визуальные контакты с ориентирами. Она представляет собой сильное ложное ощущение при быстром ускорении или замедлении перемещения как вверх, так вниз. Она возникает, как реакция отолитового аппарата человека.

При полете в штатном режиме информация о пространственном положении воздушного судна поступает пилоту с пилотажных приборов или индикаторов визуально. Анализируя их показания в спокойном состоянии, летчик вполне адекватно реагирует на выдерживание заданного режима полёта. При возникновении внештатных или аварийных ситуаций в полёте информационные каналы мозга человека могут быть перегружены, и пилот часто начинает доверять собственным органам чувств (визуальный поиск горизонта поверхности или ощущениями вестибулярного аппарата). По итогам расследования авиационных катастроф, часто их причиной является пространственная дезориентация пилота. По статистике до 15 % авиационных происшествий в гражданской авиации происходит именно по этой причине. Около 90 % таких ситуаций заканчивается катастрофой.

Для решения данной проблемы предлагается усовершенствование системы индикации пилотажной информации воздушных судов. Предложение заключается в том, чтобы дополнительно вывести информацию о положении линии горизонта непосредственно на приборную доску пилотов. Индикацию линии горизонта производить при помощи проекторов изображения на приборную доску в целом по принципу прямой индикации. Прямая индикация пространственного положения по крену и тангажу по типу вида с воздушного судна на землю (рисунок 1). Данное изображение будет транслироваться параллельно с информацией авиагоризонтов, и является вспомогательным. При попытке восстановить пространственную ориентировку, пилота интересует, положение воздушного судна относительно линии горизонта. В стрессовой ситуации такая индикация позволит считать эту информацию более воспринимаемой и достоверной. Особенно это важно при полётах в условиях плохой видимости, когда пилот не видит ориентиры и может полагаться лишь на свои ощущения и показание приборов. В свою очередь, эта индикация будет восприниматься в бинокулярной зоне зрения человека, освободив эффективное поле зрения для другой информации.

Индикацию проекторов предлагается сформировать в привычной индикации авиагоризонта (верхний полу сектор голубой, нижний – коричневый) (рисунок 2). Проекторы размещаются в кабине экипажа в не затеняемой зоне, количестве двух с

синхронизированным изображением. Яркость их свечения адаптивная к условиям освещения кабины. Информация для индикации будет поступать из пилотажной системы воздушного судна для идентичности показаний авиагоризонтов и изображения проекторов.

Дальнейшим развитием этого предложения есть подбор и разработка подходящих для эксплуатационных условий проекционных устройств, расчет более подходящего размещения их в кабине пилотов, разработка адаптивной системы регулирования яркости подсветки, подбор эргономической цветовой гаммы проекции.



Рисунок 1 – Прямая индикация пространственного положения.

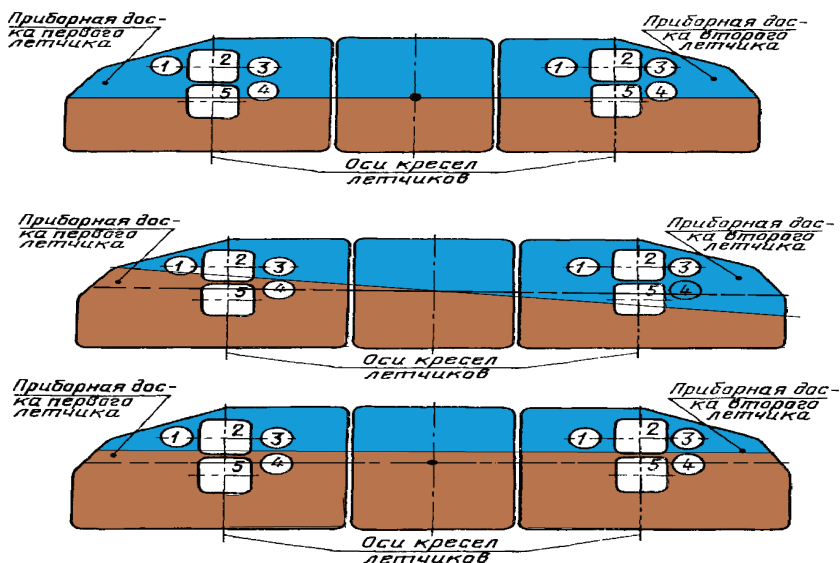


Рисунок 2 – Проекция изображения горизонта на приборных досках пилотов (горизонтальный полёт, левый крен, снижение)

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коваленко П.А. Пространственная ориентировка пилотов: Психологические особенности). – М: Транспорт. 1989. – 230 с.
2. Коваленко П. А. Шаньков В. Л. Пилоту вертолета о полетах в безориентирных условиях. М.: Транспорт, 1992. – 96 с. (Безопасность движения на транспорте).
3. Бюллетени ICAO по безопасности полётов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЯЕМОЙ IT СИСТЕМЫ AMADEUS FLIGHT MANAGEMENT SYSTEM В НАЦИОНАЛЬНОМ АЭРОПОРТУ МИНСК

Информационные технологии (ИТ, от англ. Information technology, IT) – это класс областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработкой огромного потока информации с применением вычислительной техники.

Информационные технологии позволяют оптимизировать и во многих случаях автоматизировать информационные процессы, которые в последние годы занимают все большее место в жизнедеятельности человеческого общества.

Информационные процессы являются важными элементами других более сложных производственных или же социальных процессов.

Анализируя роль и значение информационных технологий для современного этапа развития общества, можно сделать вполне обоснованные выводы о том, что эта роль является стратегически важной, а значение этих технологий в ближайшем будущем будет быстро возрастать.

Большинство инициатив, связанных с эксплуатацией аэропортов, ориентированы на повышение эффективности работы отдельного партнера в аэропорту. Airport CDM (A-CDM) – это партнеры, которые работают вместе и принимают решения на основе более точной и качественной информации, где каждый бит информации имеет то же значение для каждого участвующего партнера. Конечным результатом являются более эффективное использование ресурсов, а также повышение точности и точности прогноза событий.

Одна из ключевых задач, стоящих перед аэропортами сегодня, заключается в организации слаженной работы всех участников инфраструктуры авиаузла, чтобы минимизировать задержки рейсов, быстро реагировать на непредвиденные ситуации и эффективно использовать все имеющиеся ресурсы.

Решением этой задачи стало появление программы совместного принятия решений (Airport Collaborative Decision Making – A-CDM). Программа предусматривает набор стандартизированных и автоматизированных процедур, которых должны придерживаться все участники процесса авиаперевозок, работающие на земле и в воздухе. Реализация подобного подхода позволяет существенно повысить качество обслуживания пассажиров.

Amadeus и аэропорт Копенгагена сегодня объявили об успешном внедрении системы Amadeus Airport Sequence Manager и портала A-CDM, доступ к которому имеет администрация самого аэропорта, а также представители авиакомпаний, наземные сервисные компании и авиадиспетчеры. Посредством портала все участники процесса получают точную и актуальную информацию по текущей ситуации с отправкой авиарейсов.

Теперь, если какой-либо европейский аэропорт, участвующий в программе A-CDM, столкнется с существенными нарушениями расписания полетов, оператор аэропорта Копенгагена мгновенно получит всю необходимую информацию и сможет соответствующим образом оптимизировать свою работу.

В марте 2016 года аэропорт Копенгагена и компания Amadeus объявили о заключении десятилетнего соглашения, предусматривающего внедрение широкого спектра технологических решений Amadeus. Всего планируется внедрить девять продуктов, первыми из которых стали Amadeus Airport Sequence Manager и Портал A-CDM.

Amadeus – ведущий поставщик передовых технологических решений для мировой индустрии туризма и перевозок.

ООО «Амадеус – информационные технологии» является дочерней компанией Amadeus IT Group и отвечает за дистрибуцию продуктов и услуг Amadeus для агентств в России, Армении и Беларуси.

Влияние неблагоприятных условий на планирование отправления рейса сокращается, в частности, с антиобледенительными процедурами и полёта в грозовых условиях.

Инновационные функции последовательности антиобледенительной процедуры помогут аэропорту ограничить влияние на деятельности аэропортов, улучшая время вылета. Кроме того, влияние ограничений вылета, вызванных грозами также ограничено, что способствует оптимизации использования ресурсов аэропорта. В результате, пропускная способность взлетно-посадочных полос аэропорта максимизируется и улучшится внутренняя координация всех участников деятельности аэропорта.

В результате внедрения данной системы получились следующие результаты:

- сокращение времени ожидания на торце взлетно-посадочной полосы на 50 %;
- улучшение SLOT полёта на 22 %;
- точность времени прибытия улучшилась на 24 %.

Перспектива внедрения системы A-CDM:

- выведет Национальный аэропорт Минск на уровень мировых стандартов.
- оптимизирует общую пропускную способность аэропорта.
- уменьшит заторы на территории перрона и рулежных дорожках с оптимизированной последовательностью вылета.
- повысит пропускную способность ВПП с более точным удовлетворением спроса сети.
- оптимизирует распределение ресурсов и процессов, оборачиваемость, благодаря планированию на основе общих данных в реальном времени.
- ограничит воздействие неблагоприятных условий, в частности, с процедурами антиобледенения.

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВПП – Взлетно-посадочная полоса

ИТ – Информационные технологии

A-CDM – Airport Collaborative Decision Making

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Устройства вывода информации. Назначение и технические характеристики [Электронный ресурс]: науч. статья / Информационный портал Студопедия: <http://studopedia.org/1-20966.html>. – Дата доступа: 23.05.2017.

2. Продукция компании AMADEUS [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.amadeus.com>. Дата доступа: 24.05.2017.

3. О состоянии регулярности полетов в белорусских авиакомпаниях. [Электронный ресурс] Режим доступа – <https://www.marketing.by2> Дата доступа: 25.05.2017.

4. AMADEUS Airport Sequence Manager [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.amadeus.com>. Дата доступа: 27.05.2017.

УДК 621.7.024.2

М.В. Трофимчук, К.Ю. Пащенко, Н.А. Воробьёв

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ И ОТКАЗОВ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Решение проблем обеспечения промышленной чистоты (ПЧ) рабочих полостей жидкостных систем и агрегатов (ЖСА) и применяемых рабочих и технологических жидкостей является актуальной темой во многих областях промышленности. Оно позволяет существенно сократить расход топлива, масел, рабочих жидкостей гидросистем; повысить надежность и ресурс оборудования при эксплуатации технических средств, а значит повысить безопасность их использования (безопасность полетов в отношении изделий авиационной техники), уменьшить время нахождения техники в ремонте, упростить трудоемкость ремонта и технического обслуживания.

Анализ распределения отказов и неисправностей по элементам воздушных судов (ВС) пилотируемой авиации (данные МАК за период 2000–2015 годов) показывает, что до 50 % отказов авиационной техники (АТ) приходится на ЖСА, остальные распределяются по другим составляющим конструкции ВС – радио- и навигационное оборудование, электрические системы, планер и пр.

Примечательно, что данные таких специалистов в области обеспечения надежности, технологичности АТ, как В.М. Сапожников, Г.А. Никитин, Р.Г. Тимиркеев, П.Н. Белянин по состоянию на 1970-е годы во многом совпадают с данными последних исследований (65 % отказов АТ приходится на ЖСА, из них 90 % связаны с повышенной загрязненностью их рабочих полостей и применяемых рабочих жидкостей) [1, 2].

Немаловажными являются и технико-экономические производственные и эксплуатационные выгоды применения высокоэффективного промывочного оборудования. Известно, что комплексное решение проблем обеспечения ПЧ рабочих полостей ЖСА и применяемых жидкостных рабочих и технологических сред сложных машинотехнических изделий позволяет [1, 2] в 2–6 раз сократить расход масел и рабочих жидкостей гидросистем при эксплуатации.

Определено преимущество технологий промывки рабочих полостей ЖСА неустановившимся потоком жидкости и предпочтительность их совершенствования в этом направлении» [3], что совпадает с выводами других исследователей, сформулированными в работах специалистов «Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева» [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белянин П.Н., Данилов В.М. Промышленная чистота машин. М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
2. Тимиркеев Р.Г., Сапожников В.М. Промышленная чистота и тонкая фильтрация рабочих жидкостей летательных аппаратов, – М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.
3. Кровяков В.Б., Попов А.В., Коротеев А.Ю. и др. Влияние промышленной чистоты рабочих полостей жидкостных систем воздушных судов на безопасность полетов. Журнал «Авиационная промышленность», № 2 – 2017 г. – 26 с.
4. Санчугов В.И., Решетов В.М., Турусин С.В. Анализ технологий очистки внутренней поверхности гидроцилиндров. Известия Самарского научного центра РАН, т. 16, № 4, 2014. С. 233–239.15 г.

НАПРАВЛЕНИЕ

«СРЕДСТВА НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ»

МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ МАЗ

Вооруженные Силы Республики Беларусь имеют на вооружении грузовой автомобиль МАЗ 631705. Грузовой автомобиль оборудован сухим однодисковым сцеплением. Сцепление этого вида очень просто и выдерживает очень большие нагрузки, обеспечивая плавность хода и переключение передач. Сцепление редко выходит из строя внезапно – неисправность развивается по мере износа, постепенно изменяя характер работы трансмиссии.

Одной из основных причин выхода сцепления из строя является нарушение правил эксплуатации автомобиля. Так, чаще всего водители трогаются с места на высоких оборотах или держат ногу на педали сцепления во время движения, что категорически запрещено. Также к очень частым причинам неисправности сцепления относят плохое качество деталей сцепления: диск сцепления, корзина сцепления, выжимной подшипник, маховик, или небольшой срок их эксплуатации. Существуют также внешние признаки неисправности сцепления такие, как неполное включение и выключение сцепления, а также шум, рывки и вибрация при его работе. Так же причиной является чрезмерный нагрев.

При полностью включенном сцеплении износа и нагрева практически не наблюдается. Однако в момент включения (когда сцепление принимает нагрузку) выделяется значительное количество тепла. Неправильная регулировка муфты или ее проскальзывание ведет к выделению теплоты и быстрому износу.

Предлагается применить в сцеплении автомобиля МАЗ 631705 гидромufту. Гидравлическая муфта (гидромufта, турбомufта) – вид гидродинамической передачи, в которой, в отличие от механической муфты, отсутствует жёсткая кинематическая связь между входным и выходным валом, и, в отличие от гидротрансформатора, отсутствует реактор.

Рассмотрим гидромufту в сцеплении на примере грузового автомобиля МАЗ-525. В нем момент кручения передается на фрикционное сцепление через гидромufту.

Преимущества: гидромufта обеспечивает плавную передачу крутящего момента, снижает динамические нагрузки в трансмиссии и поглощает крутильные колебания, повышает устойчивость работы двигателя при малой скорости движения, облегчает управление автомобилем и повышает его проходимость.

Недостатки: гидромufта имеет низкий КПД и ухудшает топливную экономичность автомобиля, при установке гидромufты потери максимальной мощности двигателя составляют до 3 % из-за нагрева рабочей жидкости. Кроме того, применение гидромufты приводит к увеличению сложности, металлоемкости и стоимости трансмиссии.

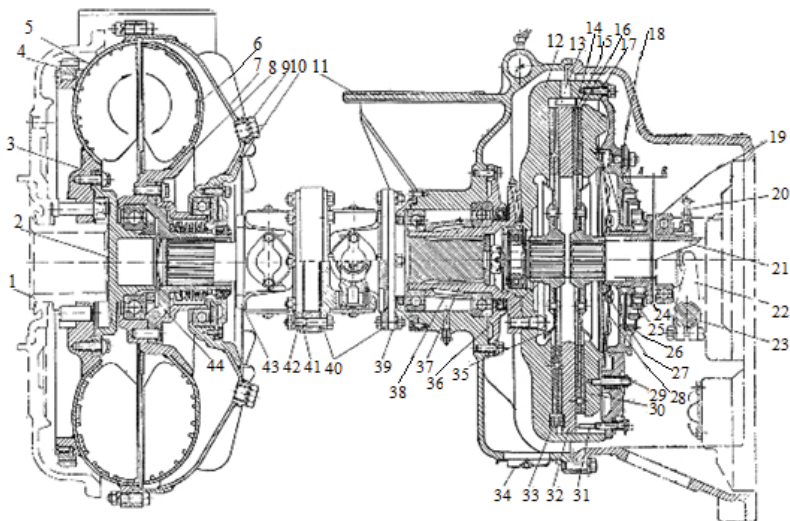


Рисунок 1- Гидромуфта в сцепление автомобиля МАЗ-525

- 1 – фланец коленчатого вала; 2 – опора подшипника турбинного колеса; 3 – фланец насосного колеса; 4 – зубчатый венец; 5 – насосное колесо; 6 – турбинное колесо; 7 – кожух турбинного колеса; 8 – гнездо подшипника турбинного колеса; 9 – пробка; 10 – ступица кожуха турбинного колеса, II –картер опоры; 12 – передний ведущий диск сцепления; 13 – фиксатор; 14 и 16 – фрикционные накладки, 15 – ведомый диск сцепления; 17 – кожух сцепления; 18 – регулировочная прокладка; 19 – муфта выключения сцепления; 20 – гибкий шланг; 21 – первичный вал коробки передач; 22 – вилка выключения сцепления; 23 – вал вилки выключения сцепления; 24 – муфта нажимных рычажков; 25 – фланец кожуха сцепления; 26 – нажимная пружина сцепления; 27 – обойма шариков нажимных рычажков; 28 – нажимные рычажки; 29 – шпилька; 30 – нажимной диск сцепления; 31 – регулировочный винт; 32 – средний ведущий диск; 33 – отжимная пружина; 34 – крышка нижнего смотрового люка; 35 – маслоотражатель; 36 – ступица ведомого диска; 37 – фланец ведущего диска; 38 – распорная втулка; 39 – задний фланец кардана; 40 – фланец-вилка; 41 – переходной фланец; 42 – передняя фланец-вилка; 43 – скользящая вилка; 44 – ступица турбинного колеса

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. http://sinref.ru/avtomobili/MAZ/000_sverhtajolie_samosvali_maz525_maz530_smirnov_1.960/041.htm.
2. Плиговка О.А. Разработка предложений по повышению надежности однодисковых сцеплений полноприводных автомобилей МАЗ используемых в Вооруженных Силах.

УДК 358.424

Р.О. Богданович, К.К. Крамник

Белорусская государственная академия авиации

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ШАССИ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ

Автомобильное шасси является основой аэродромной и специальной техники, обеспечивающей ее мобильность и автономность. В последние годы прослеживается тенденция электрификации автомобильной промышленности, что связано не только с возрастанием цен на топливо, но и с преимуществами которые предоставляет электромобиль. Данная сфера автомобилестроения довольно молода и активно развивается, но даже при нынешнем уровне развития технологий возможно создание базового шасси специального оборудования, обладающего рядом преимуществ при использовании на аэродроме, перед шасси с двигателем внутреннего сгорания.

Основные преимущества:

1. надежность и простота обслуживания, долгий пробег между техническими обслуживаниями;
2. чистота конструкции;
3. высокие ходовые и тяговые характеристики;
4. универсальность;
5. использование электроэнергии;
6. возможность автоматизации.

В отличие от двигателя внутреннего сгорания, электрический мотор не нуждается в регулярном обслуживании (замене масла, фильтров и так далее), но при этом имеет довольно большой ресурс.

Батарея – это элемент с самым коротким сроком службы, который зависит от того, из каких материалов она изготовлена. Как правило, в электромобилях используются Li-ion батареи, так как они имеют наиболее оптимальные параметры и способны выдавать большой ток. Но некоторые производители используют гелиевые аккумуляторы. Оба варианта имеют срок службы около восьми лет, в зависимости от условий использования батареи. При правильной эксплуатации АКБ может прослужить до десяти лет. В электромоторах практически нет трущихся частей и все, что необходимо – это вовремя смазывать подшипники, а также менять щетки на коллекторах электродвигателей.

Также весомым преимуществом при зимней эксплуатации является отсутствие необходимости, как такового, сезонного обслуживания и предварительной подготовки при запуске с холодным двигателем.

Конструкция электромобиля является полностью закрытой и имеет минимум подвижных деталей, что значительно уменьшает вероятность того, что автомобиль станет источником посторонних предметов на летном поле, а также повысит безопасность при его обслуживании.

Так как в электромобиле отсутствует как таковая коробка передач и сцепление его надежность при использовании в качестве тягача значительно выше. Электродвигатель обладает высокой плавностью хода с широким интервалом изменения частоты его вращения. Есть возможность реализовать систему одновременного поворота всех колес, вплоть до перпендикулярного положения вращения, что важно при буксировке летательных аппаратов на местах стоянки и в укрытиях.

Возможна реализация блочной схемы, при которой на одно шасси в зависимости от выполняемых задач может устанавливаться самое различное оборудование. Это возможно при создании специального оборудования, использующего собственные электродвигатели и батарею шасси или собственную батарею в качестве источника энергии. При этом замена блока оборудования на шасси потребует лишь закрепить сам блок, подключить управляющие и силовые кабели. На шасси с двигателями внутреннего сгорания данная схема неприменима, так как при установке специального оборудования шасси подвергается значительным доработкам, исключающим его замену.

Использование электроэнергии вместо топлива само по себе имеет ряд преимуществ. Стоимость электроэнергии ниже, чем топлива, при этом зарядку можно производить как на специализированной станции, так и от обычной сети с разницей лишь во времени зарядки. Электроэнергия исключает проблему различных видов топлива и его сезонной замены. Отсутствие потребности в горюче-смазочных материалах позволяет исключить их утечку, или разлив на покрытия аэродрома, а также, сократить количество складов ГСМ вблизи аэродрома, позволит улучшить экологическую обстановку в месте базирования, повысить общую безопасность проведения работ по обеспечению полетов и техническому обслуживанию.

Внедрение автоматических систем управления на электромобиле значительно проще, чем на автомобилях, работающих на топливе. В наши дни ведутся многочисленные испытания, как отечественных, так и зарубежных систем помощи и замены водителя, ряд которых уже одобрен для использования на дорогах общего пользования. Есть

возможность использовать данные системы для исключения таких инцидентов, как съезд автомобильной техники на грунт, потеря ориентировки в условиях плохой видимости, столкновение с летательными аппаратами. Это позволит уменьшить нагрузку на водителя и улучшить координацию техники при обеспечению полетов.

На данный момент не до конца решенными остаются вопросы дальности хода, времени зарядки по сравнению с заправкой топливом, развития инфраструктуры зарядных станций, а также в случае применения электромобилей в войсках устойчивость к электромагнитному воздействию от оружия массового поражения. Но главным аргументом в пользу электромобилей выступает их потенциал эффективности и быстрое развитие данного направления. Если еще 10 лет назад запас хода для электромобиля в 150 километров считался высоким показателем, то сейчас у грузовых электромобилей и тягачей этот показатель составляет 450–500 километров, а у готовящихся им на смену прототипов до 800 километров на одном заряде. Таким образом, электрификация автомобильной техники является перспективным направлением развития аэродромной техники, повышения ее эффективности и безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://1electrocar.ru/proizvoditeli/elektrogruzoviki.html>.
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/news/bespilotnye-avtomobili>.

УДК 629.7.067.5

Д.В. Василевич

Белорусская государственная академия авиации

АВТОНОМНЫЙ ОБОГРЕВ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС

В настоящее время существует проблема, связанная с обледенением взлетно-посадочных полос. В данный момент для решения используют огромный автопарк специализированных машин, которые необходимо содержать. Моя идея предлагает решение данной проблемы, которое заключается в автономном обогреве взлетно-посадочной полосы посредством тепловых труб, расположенных под полотном взлетно-посадочной полосы

Предложение, относится к аэродромному оборудованию и может использоваться при эксплуатации самолетов. Нагреваемое дорожное покрытие, содержащее сборные ж/бетонные плиты, внутри которых уложены пять рядов труб, а на верхней поверхности плиты выведены отверстия вертикальных каналов, соединенных с трубами. Нагреваемая взлетно-посадочная полоса аэродрома, содержащая основание из бетона и систему нагрева полосы. Недостатком данного устройства является сложность конструкции и неэффективность энергозатрат. Задачей изобретения является устранение указанных недостатков.

Для этого в нагреваемой взлетно-посадочной полосе аэродрома, содержащей основание из металлизированного бетона с покрытием, систему нагрева покрытия, выполненную в виде размещенных в бетонном основании металлических труб, расположенных в продольном направлении взлетно-посадочной полосы, с насосной системой подачи теплоносителя в трубы. Покрытие выполнено в виде двухслойного биметаллического листа с верхним слоем из алюминия, трубы выполнены оцинкованными и имеют круглое или треугольное сечение, а в качестве теплоносителя использована нагретая вода.

Кроме того, в бетонном основании под металлическим покрытием установлены три трубы с теплоносителем, причем две из них установлены по краям полосы, а одна в ее середине, таким образом, чтобы вся поверхность покрытия разбивалась на пять полос, из которых три являются нагреваемыми.

На рисунке 1 показан фрагмент взлетно-посадочной полосы, на рисунке 2 система подачи теплоносителя.

Взлетно-посадочная полоса аэродрома содержит покрытие 1 в виде двухслойного биметаллического листа с верхним слоем из алюминия. Лист располагается на металлизированном основании 4, внутри которого проходят трубы 2 оцинкованные круглого или треугольного сечения. Трубы крепятся к листу покрытия 1 закладными элементами 3. Система подачи теплоносителя включает коллектора 5 и 6 нагретой и охлажденной воды соответственно, трубопровод 7 для пропуска нагретой воды, нагреватель 8 воды, резервуар 9 охлажденной воды, насос подачи 10, трубопровод охлажденной воды 11 и сам теплоноситель 12.

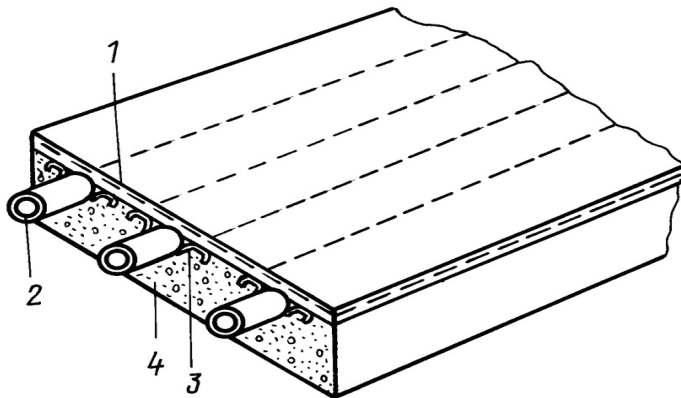


Рисунок 1 – Фрагмент взлетно-посадочной полосы

Перед эксплуатацией вначале укладывают металлизированный бетон 4, затем к поверхности листа 1 с помощью закладных элементов 3 жестко крепят трубы 2, после чего втапливают трубы в слой бетона, оставляя на поверхности биметаллический лист покрытия 1. От нагревателя 8 горячую воду 12 насосом 10 подают к трубопроводу 7 и далее в коллектор 5, при этом заполняются трубы 11, которые нагреваются и передают тепло листовому покрытию 1, нагревая каждую из трех полос. Покрытие без труб, воспринимающее ударные колесные нагрузки, нагревается от соседних листов. Таким образом, нагреваемая полоса испаряет падающий снег и способствует оставаться полосе с биметаллическим покрытием сухой в любую погоду. Поэтому вся поверхность полосы из пяти условных листов будет нагреваться в более экономичном режиме.

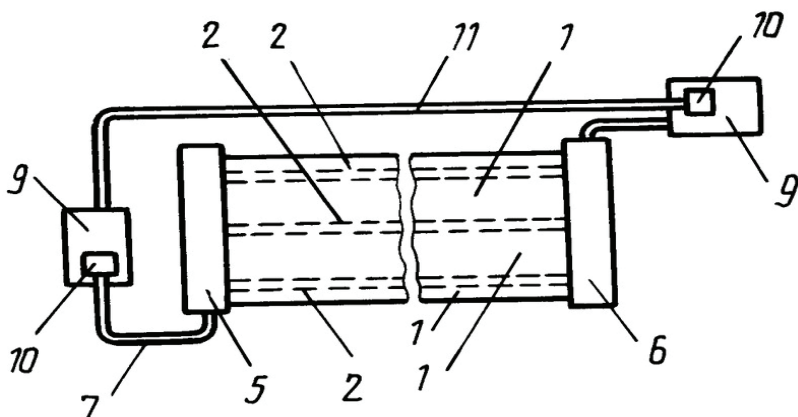


Рисунок 2 – Система подачи теплоносителя

Второй вариант.

Предлагается взять два процесса: испарение и конденсация. Испаряясь, вещество поглощает энергию, а конденсируясь, отдаёт. Идея состоит в том, чтобы создать закрытый сосуд, установленный в почве, в котором будет находиться хладагент (рабочее вещество холодильной машины, которое при кипении отнимает теплоту от охлаждаемого объекта и затем после сжатия передаёт её охлаждающей среде за счёт конденсации или иному фазовому переходу), постоянно носящий энергию от глубинных слоев земли к взлетно-посадочной полосе. За основу хладагента предлагаю использовать фреон

Устройство, в котором находится жидкость с небольшой температурой кипения, расположим в грунте. Нижние слои земли нагревают установку, которая в свою очередь передаёт тепло теплоносителю. Жидкость будет испаряться и в виде пара подниматься вверх, где температура меньше из-за низкой температуры окружающей среды. Пары охлаждаются, конденсируются и уже капли опускаются вниз. Этот процесс будет повторяться. Принцип переноса тепла с помощью теплоносителя была позаимствована с принципа работы холодильника.

Данное предложение возможно применить во время строительства новых аэродромов, или на реконструкции аэродромов, например аэродром в Осовцах

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет источник Энергопрорыв <https://gridology.ru/projects/1143>
2. Интернет Источник Freepatent <http://www.freepatent.ru/patents/2083442>

УДК 656.714

В.А. Горяинова, А.А. Чайкина

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

ВЫБОР МОДЕЛИ ПЛУЖНО-ЩЕТОЧНЫХ СНЕГООЧИСТИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОМПЛЕКТАЦИИ ПАРКА АЭРОДРОМНОЙ СЛУЖБЫ АЭРОПОРТА

Обеспечение безопасной и регулярной эксплуатации воздушных судов всех типов является важнейшим требованием функционирования авиатранспортной системы, достигаемым с помощью целого комплекса мер и мероприятий, в том числе мероприятий, связанных с аэродромным обеспечением полетов. Своевременный ремонт аэродромных покрытий и работы по содержанию аэродрома позволяют обеспечить его бесперебойную работу.

Наиболее трудоемкими являются работы по содержанию аэродрома в осенне-зимний период (ОЗП). Это обусловлено необходимостью уборки и вывоза выпавшего снега, а также борьбы с гололедными и снежно-ледяными образованиями. Современные средства механизации позволяют в полной мере решать данный вопрос и поддерживать коэффициент сцепления колес шасси с поверхностью взлетно-посадочных полос (ВПП) на должном уровне.

К средствам механизации, используемым для работ по содержанию аэродрома в ОЗП, относятся плужно-щеточные машины (ПЩМ), роторные (шнекороторные и фрезерно-роторные) машины, машины для распределения антигололедных реагентов, автогрейдеры, снегопогрузчики и др.

Аэродромные службы многих аэропортов в Российской Федерации на сегодняшний день нуждаются в модернизации и обновления парка аэродромной службы. Перед ними стоит проблема выбора оптимальной модели оборудования, обеспечивающей соблюдение сроков выполнения снегоуборочных работ.

В данной работе рассмотрена задача выбора модели ПЩМ для комплектации парка аэродромной службы международного аэропорта Бегишево (Республика Татарстан, Российская Федерация). Аэропорт обслуживает близлежащие города – Нижнекамск и Набережные Челны – и активно развивается и наращивает свой пассажиропоток в последние годы. Запланирована глубокая модернизация аэровокзального и аэродромного комплексов аэропорта, в том числе обновление парка аэродромной службы.

ПЩМ используются для уборки свежеснеговывающего снега на больших площадях, т. е. в основном для уборки ВПП и рулежных дорожек. Аэропорт Бегишево имеет одну ВПП с искусственным покрытием (ИВПП), размеры которой составляют 2502 м x 42 м, а также три рулежные дорожки: А – 402 м x 21 м, В – 186 м x 22 м, С – 186 м x 21 м.

Немаловажным фактором в ходе выбора той или иной модели ПЩМ является их стоимость. Для большинства аэропортов поиск средств на приобретение такой техники становится сложной задачей, поэтому проблема выбора требует ответственного подхода и анализа различных вариантов.

Были рассмотрены основные современные варианты исполнения и комплектации ПЩМ, предлагаемые различными производителями. Плужно-щеточные машины белорусского производства представлены следующими моделями: БС-4000ПБА, АСВ-4000, Амкорд 9463. В основном, данные ПЩМ комплектуются на шасси а/м МАЗ либо тракторное шасси Беларусь.

Высокой надежностью и производительностью отличается оборудование немецкого и норвежского производства, которое по желанию заказчика может устанавливаться практически на любое автомобильное шасси. Также в последнее десятилетие конкуренцию европейским производителям стали составлять азиатские. Китайская промышленность предлагает широкий спектр дополнительного оборудования и комплектаций ПЩМ.

Основными показателями работы ПЩМ являются производительность и обуславливающая ее рабочая скорость и ширина отвала. Учитывая эти и другие составляющие, расчет количества плужно-щеточных машин осуществлялся по формуле:

$$N_{\text{шт}} = \frac{S \cdot K_{qk}}{V_3 \cdot (b - b_n) \cdot T \cdot K_u \cdot K_{\text{тр}}} - \frac{b}{b - b_n}, \text{ ед.}, \quad (1)$$

где S – площадь очистки элементов летного поля первой очереди, м^2 ;

K_{qk} – поправочный коэффициент на толщину и плотность снега;

V_3 – рабочая (эксплуатационная) скорость отряда машин, м/ч ;

b – ширина очистки одной машиной, м ;

b_n – ширина перекрытия смежных проходов, м ;

K_u – коэффициент использования машины во времени;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент технической готовности;

T – заданный срок на выполнение снегоочистительных работ, ч .

Необходимое количество техники для расчистки одной ИВПП и трех рулежных дорожек в аэропорту Бегешиво представлено в таблице 1. Также в ней представлены сведения о затратах на приобретение каждой модели ПЩМ для комплектации парка аэродромной службы аэропорта.

Таблица 1 – Необходимое количество ПЩМ

Модель ПЩМ	Страна-производитель	№пц	Затраты, тыс. евро
БС-4000ПБА	Беларусь	2	568,17
Амкодор 9463	Беларусь	3	730,50
АСВ-4000	Беларусь	2	500,99
Overaasen	Норвегия	1	531,79
Schmidt	Германия	1	503,79
HYDROG OLN 3850	Польша	2	530,18
F2000C	Италия	2	685,72
KR5160СХС	Китай	6	2518,98

Наиболее выгодным с точки зрения минимизации затрат будет приобретение белорусских ПЩМ АВС-4000 (рисунок 1).



Рисунок 1 – ПЩМ АВС-4000

Однако, кроме затрат на приобретение при выборе необходимо учитывать надежность машин, затраты на их техническое обслуживание, возможность комплектации дополнительным оборудованием. Решение данной задачи требует многокритериального подхода и учета этих факторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации [Текст]: РЭГА РФ 94: утв. Департаментом воздушного транспорта Минтранса РФ 9.09.1994.
2. Эксплуатация аэропортов: учеб. пособие / А.А. Чайкина, А. Н. Тихонов. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 132 с.: ил.

УДК 629.331-519

Д.Н. Дубовец, Р.И. Могилянец

Белорусская государственная академия авиации **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА АЭРОДРОМНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ**

Беспилотные автомобили- это транспортные средства, которые оборудованные системой автоматического управления, способные передвигаться без участия человека и выполнять задачи по предназначению.

В настоящее время ведущие автомобильные концерны уже создали образцы беспилотных легковых автомобилей, идет работа над созданием беспилотных грузовиков.

На КамАЗе планируется разработка первого серийного беспилотного грузовика на базе универсальной комбинированной машины КО-806, что схоже по конструкции оборудования смонтированного на шасси автомобиля МАЗ.

Снегоуборочную технику дистанционно будет контролировать оператор. Благодаря работе автоматизированной техники, скорость уборки снега вырастет на 35 % за счет увеличения рабочего времени, при чем привлечение личного состава не потребуется. При чем, несколькими машинами будет контролировать всего 1 человек, управляя ими по заданной программе.

Основой беспилотной системой управления является так называемая пассивная модель, которая опирается на работу интегрированных в автомобиль датчиков GPS/ГЛОНАСС, лидаров и камер. Суть ее состоит в том, что вся информация по обстановке на дороге считывается камерами наблюдения, которые установлены на грузовике. Камеры и датчики фиксируют обстановку как спереди, так и сзади машины, а также по бокам, которые отлично распознают дорожную обстановку не только в условиях хорошей видимости, но и в условиях ограниченной видимости – ночью, в тумане и при снегопаде.

Основными принципами работы такой машины являются:

1. Точная ориентации в пространстве, за счет установленных высокочувствительных лазерных датчиков. Они будут передавать информацию на бортовой компьютер, который будет анализировать все входящие данные;

2. Устройство «лидар» (Light Identification Detection and Ranging – световое обнаружение и определение дальности), с помощью которого автомобиль сможет выстраивать маршрут и следовать ему;

3. Внутренние камеры, установленные на передней части автомобиля, способные распознать приближающиеся объекты.

Такие машины будут иметь огромные преимущества перед управлением автомобилем самим человеком. Автоматика не устает, она не делает ошибок, она не может «заснуть» за рулем и не рискует. Автомобиль движется, строго соблюдая ранее установленную программу, при этом машина может ехать круглые сутки. На первоначальном этапе грузовик- беспилотник, конечно, окажется дороже обычного грузовика примерно на 20 %, однако в перспективе, когда отпадет надобность в кабине, они смогут стать даже дешевле классических машин.

«Дисциплинированность» беспилотников во время движения – не единственное их преимущество. Такие машины станут экономичными, ведь автоматика позволяет придерживаться наиболее экономичного режима движения.

В перспективе использования беспилотных систем управления на аэродроме входит также метод «пассивной модели компьютерного зрения», что обеспечивает не только возможность повышения качества использования такого транспортного средства, но и снижение риска неожиданного повреждения дорогостоящей техники.

В негативных же отношениях использования таких средств, возникает ряд вопросов о том: «Каким будет место человека в треугольнике «люди-техника-природа»? Не утратит ли человеческий интеллект способность контролировать интеллект искусственный? И не станет ли искусственный интеллект самостоятельным субъектом, независимым от нас?» Так же использование системы «пассивной модели компьютерного зрения», с одной стороны снижает неожиданные повреждения дорогостоящей техники, но в случае внезапной поломки или сбоя системы беспилотного транспорта, нет возможности быстро среагировать на поломку и починить автомобиль. Отсутствие водителя приводит к необходимости установки серьезной системы безопасности.

Таким образом, использование беспилотных транспортных средств, на базе универсальной комбинированной машины КО-806, позволит увеличить скорость уборки взлетно-посадочных полос, сократить число водителей и существенно повысить уровень безопасности полетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bamap.org/information/smi/28254/print>.
2. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://impulse-science.ru/wp-content/uploads/2017/12/%D0%AD%D0%97-4_2.pdf.
3. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/31923/>.

УДК 629.7.083

В.В. Короленко, В.В. Грибанов, И.А. Сергеев

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Поддержание авиационной техники (АТ), в том числе и комплексов с беспилотными летательными аппаратами, в постоянной исправности и готовности к использованию по назначению осуществляется при активном информационном взаимодействии большого количества участников обеспечения жизненного цикла (ЖЦ) АТ и сопровождается большими объемами используемой и передаваемой информации. В настоящее время в системе эксплуатации АТ организация такого информационного взаимодействия в ходе решения задач по снабжению, ремонту и техническому обслуживанию АТ основана в основном на телефонно-телеграфной передаче данных и обработке большого количества бумажных документов. Такое информационное взаимодействие обладает рядом очевидных недостатков: низкие оперативность и качество принятия решений, многократное дублирование информации, неоптимальная организация цепей поставок комплектующих изделий и нерациональное формирование их запасов на складах, негативное проявление человеческого фактора при ручной обработке документов и др. В конечном итоге совокупность этих недостатков приводит к значительному увеличению стоимости всей системы эксплуатации АТ.

Интеграция всех субъектов, участвующих в обеспечении жизненного цикла (ЖЦ) АТ на стадии эксплуатации, в единую информационную систему (ИС) интегрированной логистической поддержки (ИЛП) [1] имеет целью повысить эффективность их информационного взаимодействия. В рамках ИС информационное взаимодействие осуществляется на основе удаленного доступа к общим данным, которые могут храниться в централизованных или в распределенных хранилищах. Доступ к данным разграничивается по уровням в соответствии с функциональными задачами участников жизненного цикла АТ. ИС ИЛП реализована на основе использования информационных технологий, позволяющих автоматизировать реализацию конкретных процедур управления, а также процессы передачи, обработки и анализа данных, поэтому такая система по сути является автоматизированной информационной системой (АИС) ИЛП авиационной техники.

Основная функция АИС ИЛП эксплуатации АТ – это реализация процедур управления, удовлетворяющих требованиям минимизации эксплуатационных затрат при обеспечении требуемого уровня исправности АТ.

АИС ИЛП эксплуатации АТ выделяется в отдельную обособленную подсистему общей АИС ИЛП жизненного цикла АТ. Такое обособление необходимо вследствие того, что сведения, касающиеся эксплуатации КБПЛА в воинских частях, носят закрытый характер (составляют государственную тайну либо являются сведениями ограниченного распространения).

Состав АИС ИЛП эксплуатации АТ образуют следующие участники АТ:

- органы военного управления;
- эксплуатирующие воинские части и подразделения;
- службы тыла объединений и службы тыла соединений.

Часть АИС ИЛП эксплуатации АТ, включающая эксплуатирующие воинские части и подразделения, находящиеся в местах их дислокации, в свою очередь образует локальные информационные системы (ЛИС), объединяющие в единое локальное информационное пространство следующие подразделения (службы):

- инженерно-авиационную службу (ИАС) части;
- подразделения (эскадрильи, отряды)
- технико-эксплуатационную часть (ТЭЧ);
- авиационно-техническую службу (АТС);
- службу обработки полетных данных;
- службу администрирования.

Центральным компонентом в АИС ИЛП эксплуатации АТ является информационно-логистический центр (ИЛЦ), обеспечивающий управление техническим обслуживанием и материально-техническим обеспечением эксплуатации АТ. Физически ИЛЦ размещается на базе органов военного управления. ИЛЦ имеет в своем составе базу данных (БД), предназначенную для хранения и предоставления информации для комплексного автоматизированного управления эксплуатацией АТ на всех уровнях.

ИЛЦ имеет оборудованные рабочие места – программно-технические комплексы (ПТК). Минимальное количество ПТК должно быть следующим:

- ПТК начальника ИЛЦ;
- ПТК администратора БД ИЛЦ;
- ПТК специалиста по техническому обслуживанию;
- ПТК оператора подсистемы обеспечения доступа и администрирования;
- ПТК математиков-аналитиков.

ЛИС, объединяющие воинские службы, задействованные в эксплуатации конкретных КБПЛА, также имеют свои локальные базы данных, предназначенные для хранения и предоставления информации для управления эксплуатацией конкретных КБПЛА.

ПТК ЛИС предназначены для ввода, обработки и предоставления информации. Минимальное количество ПТК должно быть следующим:

В инженерно-авиационной службе части: ПТК начальника ИАС, ПТК заместителя начальника ИАС, ПТК инженеров по специальности.

В подразделении (эскадрилье, отряде): ПТК заместителя командира подразделения по ИАС, ПТК начальника ТЭЧ-звена, ПТК начальников групп.

В технико-эксплуатационной части: ПТК начальника ТЭЧ, ПТК начальников групп.

В службе обработки полетных данных: ПТК для обработки данных объективного контроля, ПТК для оценки применения средств поражения.

В авиационно-технической службе: ПТК начальника АТС, ПТК начальника склада АТС.

В службе администрирования: ПТК администратора, ПТК технического персонала.

Связь между ИЛЦ и воинскими частями (подразделениями), задействованными в эксплуатации АТ и базирующимися на больших расстояниях друг от друга, осуществляется по защищенным каналам связи Минобороны России. Связь внутри одного подразделения, части (аэродрома) может осуществляться посредством локальной сети с использованием оптоволоконных или других кабелей, обеспечивающих требуемую пропускную способность или с помощью беспроводных технологий.

Таким образом, интеграция всех субъектов, участвующих в обеспечении ЖЦ АТ на стадии эксплуатации, в единую АИС ИЛП повысит эффективность их информационного взаимодействия и позволит обеспечить требуемый уровень готовности и исправности АТ при минимальных материальных и финансовых затратах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Махитко В.П. Интегрированная информационно-коммуникационная система логистической поддержки технической эксплуатации воздушных судов: монография. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2008. – 293 с.

2. Судов Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. – М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ К ПОЛЕТАМ
ЗА СЧЕТ УНИФИКАЦИИ ГАЗОЗАРЯДНЫХ СРЕДСТВ**

В ходе организации и проведения мероприятий тылового обеспечения авиационных частей и подразделений одним из наиболее значимых факторов является время, затраченное на аэродромно-техническое обеспечение полетов, а именно сроки подготовки воздушных судов к вылету. Значительная часть этого времени затрачивается на зарядку воздушных судов сжатыми газами. На сегодняшний день на вооружении авиационных частей Вооруженных Сил Республики Беларусь находится станция УГЗС.М-131, не в полной мере отвечающая требованиям современного аэродромно-технического обеспечения полетов.

Анализ опыта ведения боевых действий в локальных военных конфликтах показывает, что существующая система зарядки газами устарела и не в полной мере обеспечивает решение возложенных на нее задач. Предложения по повышению эффективности работы сводятся, в основном, к повышению количественных показателей, таких как: увеличение численности личного состава операторов УГЗС, количества запаса газа в газозарядной станции и самих станций.

В современных условиях особую важность приобретает вопрос рациональных способов использования средств аэродромно-технического обеспечения полетов, повышающих эффективность их работы за счет унификации газозарядных средств, сокращения непроизводительных затрат времени на свертыwanie и развертывание, перемещение станций, рационального планирования работы, а также повышения их производительности.

Анализ показал, что существующая унифицированная газозарядная станция не способна заряжать воздушные суда газами в сроки, соответствующие требованиям, предъявляемым к современному аэродромно-техническому обеспечению полетов. Путем решения данной проблемы может быть модернизация газозарядных средств, способных производить одновременную зарядку потребителей разными видами газов. Имеющаяся на вооружении станция не имеет возможности одновременной зарядки несколькими видами газов, соответственно физически не способна уменьшить время, затраченное на подготовку одного воздушного судна по зарядке газами.

При выборе базового шасси акцент был сделан в пользу МЗКТ-500200, шасси военного-технического назначения повышенной проходимости с независимой подвеской. На сегодняшний день автомобили подобного класса с независимой подвеской и дорожного габарита выпускает только американская фирма "OSHKOSH". При снаряженной массе 6,4 т грузоподъемность МЗКТ-500200 составляет 4 т. Этот показатель близок к равноценному автомобилю российского производства ГАЗ-33097«Садко», однако грузоподъемность конкурента при одинаковых габаритах вдвое меньше и составляет 2,3 т. Также в отличие от своего главного соперника, МЗКТ-500200 оснащен 215-сильным турбо-дизелем ЯМЗ-53452. В то время, как у автомобилей ГАЗ установлен бензиновый агрегат ЗМЗ-5231 мощностью 130 л. с. Именно поэтому нами предлагается в качестве базового шасси использовать автомобиль МЗКТ-500200, который по своим тактико-техническим характеристикам превосходит автомобили отечественных и российских производителей.

Принципиальная схема специального оборудования разрабатываемой станции представлена на рисунке 1. Ее главным отличием от предшествующей является разделение газов на 2 составляющие: азот и кислород. Данная технологическая схема газовых коммуникаций обеспечивает возможность выполнения следующих задач:

зарядку баллонов станции сжатыми газами от внешнего источника как перепуском, так и с помощью мембранного дожимающего компрессора;

зарядку сжатыми газами бортовых систем ВС и других потребителей как перепуском, так и при помощи дожимающего компрессора;

перекачку газа из одной азотной группы баллонов станции в другую; одновременную зарядку бортовых систем ВС и других потребителей двумя видами газа (азотом и кислородом) как перепуском, так и при помощи компрессора.

Таким образом, разработка и внедрение предлагаемой газозарядной станции позволит: повысить боевую готовность и маневренность подразделений аэродромно-технического обеспечения полетов за счет сокращения времени подготовки воздушного судна к повторному вылету и количества подаваемых газозарядных средств;

повысить качество аэродромно-технического обеспечения полетов;

повысить экономическую эффективность ввиду сокращения средств, затрачиваемых на изготовление и эксплуатацию газозарядных станций;

снизить зависимость от импорта специальной техники.

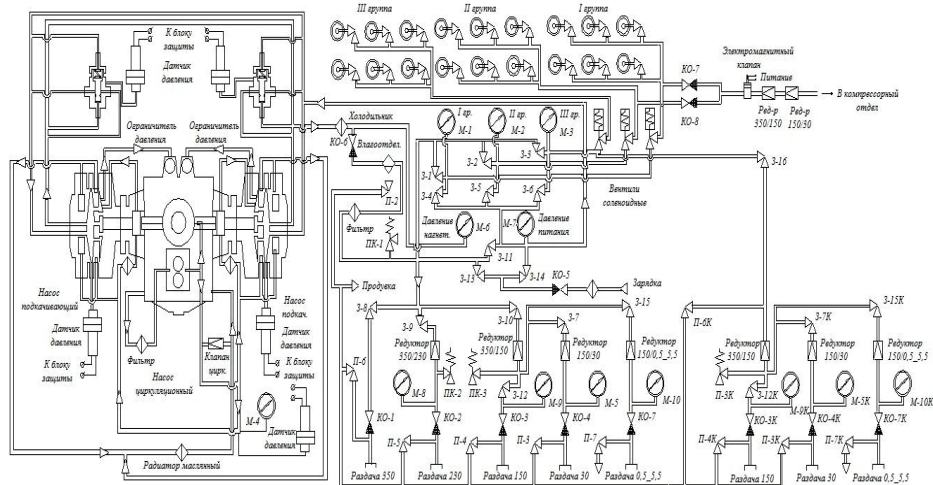


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема разрабатываемой станции

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Под ред. И.А. Мисурагина. Локальные войны и вооруженные конфликты конца XX – начала XXI века. Информационно-аналитический обзор // Мн.: УО «ВА РБ», 2007. 143 с.
2. Колосков А.Н., Мягков Д.Ю., Зубенко А.И. Унифицированная газозарядная станция УГЗС.М // МГВАК, 2008. – 108 с.
3. Щербина Д.А. Спецмашины аэропортов. Газозарядные машины // КИИГА, 1989. – 76 с.
4. Егорычев В. А., Осокин Е. И., Хачикян Э. Д. Агрегаты технического обслуживания самолетов и вертолетов // М., «Транспорт», 1973. – 200 с.

УДК 656.71

Д.Д. Мартынова

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва (г. Самара, Россия)*

АНАЛИЗ АВИАТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАЙОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Гражданская авиация РФ является одной из основных составляющих Единой транспортной системы России и выполняет огромные объемы работ по перевозке людей и грузов в пределах страны и за рубежом. В то же время имеются такие труднодоступные

регионы в стране, куда может производиться доставка грузов и людей только авиация, где практически отсутствуют железнодорожные и автомобильные коммуникации. К таким регионам относятся регионы за Полярным кругом, на Крайнем Севере, на Дальнем Востоке, в горах Алтайского края, в тайге Красноярского края и т.д.

Крайний Север – это значительная часть территории Российской Федерации (РФ), отличающаяся суровым климатом, и расположенная главным образом к северу от Северного Полярного круга. К регионам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям относят 24 региона. Однако главная черта северных регионов – безлюдность огромных пространств. Авиатранспортная инфраструктура является одним из залогов экономической стабильности и жизнеобеспечения данных регионов. В работе подробно рассматривается авиатранспортная структура Ненецкого автономного округа, Ямало-Ненецкого автономного округа, республики Коми и Ханты-Мансийского автономного округа.

Анализ наземной инфраструктуры аэропортов и аэродромов выбранных районов Крайнего Севера говорит о том, что основными точками доставки грузов и пассажиров воздушным транспортом являются такие города, как Сургут, Новый Уренгой, Нарьян-Мар, Сабетта, Ханты-Мансийск и другие. Эти аэропорты являются крупными, с взлетно-посадочными полосами (ВПП) с искусственным покрытием и развитой наземной инфраструктурой.

Однако рассматриваемые регионы имеют большое количество аэропортов и аэродромов местного значения, такие как Варандей, Амдерма, Бованенково, Мыс Каменный, Красноселькуп. Эти аэропорты заметно отличаются, большинство из них имеют грунтовые ВПП, и их инфраструктура в подавляющем большинстве находится в неудовлетворительном состоянии. Здание аэропорта, наземное оборудование и ВПП требуют почти полной реконструкции или модернизации. Зачастую в таких аэропортах отсутствует светосигнальное оборудование.

Количество таких аэропортов в последние годы сокращаются из-за высокого процента износа ВПП и аэродромного оборудования. Уменьшение прочности ВПП является проблемой, вызванной большими нагрузками и низкими температурами. Это означает что часть населенных пунктов, особенно в отдаленных районах Севера, остаются вне транспортной доступности.

Кроме наземных объектов в плачевном состоянии находится и парк воздушных судов (ВС), обслуживающих регионы Крайнего Севера. Анализ парка ВС перевозчиков, работающих на местных воздушных линиях, говорит о необходимости его модернизации и обновления, так как основу парка составляют самолеты Ан-2 и вертолеты Ми-8. Они являются устаревшими и изношенными. Заменой Ан-2 могли бы стать модернизированный Л-410 и ТВС-2МС. При всех достоинствах этого самолета без налаженного серийного производства он не сможет заменить Ан-2. Заменой Ми-8 могли бы стать Robinson 44, Ансат и Ка-62.

Анализ существующей сети маршрутов выявил неполное покрытие выбранных регионов, для развития авиатранспортной инфраструктуры требуется решение проблемы, предполагающее разработку и внедрение новых маршрутов, на примере Ненецкого автономного округа. На сегодняшний момент одна из основных проблем местных регулярных рейсов является высокая себестоимость перевозки. В себестоимость авиарейса обычно входит сбор за аэронавигационное обслуживание, аэропортовые сборы и цена за ГСМ.

Конечный тариф на перевозку будет зависеть от дальности и времени полета, перевозимого веса и типа груза, количества перевозимых пассажиров, а также класса воздушного пространства, в котором будет выполняться полет. Для развития оптимальных сетей маршрутов требуется анализ полученных значений себестоимости выполнения рейса по различным направлениям различными типами ВС.

Функционирование воздушного транспорта в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, связано с повышенными эксплуатационными расходами, что связано как расходами на оплату труда, так и повышенным износом сооружений в сложных климатических условиях, повышенными транспортными расходами.

В районах Крайнего Севера с его огромными пространствами и проблемой транспортной доступности логистика воздушного транспорта приобретает особое значение. Восстановление местной авиации требует огромных материальных и физических ресурсов, как со стороны государства, так и частных инвесторов. Воздушный транспорт является одним из ключевых экономических и социальных факторов развития территории нашей страны.

Необходимыми условиями возрождения региональной авиации является комплексное решение социальных и инфраструктурных проблем, связанных с возможностью увеличения перевозок и мобильности населения. Важную роль играет сохранение малых аэропортов и аэродромов, увеличение качества их наземной инфраструктуры, а также массовый выпуск воздушных судов для региональных и местных перевозок, развитие оптимальных маршрутов и субсидирование перевозок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авиация: Энциклопедия. [Текст] – М.: Большая Российская Энциклопедия. Главный редактор Г.П. Свищев. 1994.
2. Гражданская авиация (основные данные) // Свободная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Гражданская_авиация
3. Авиация в России: Справочник [Текст] // Под ред. Г.С. Бюшгенса, 2010 г.
4. Наземная инфраструктура для малой авиации [Текст]/А. Котин// Транспортная стратегия - XXI век. - 2018. . – №38. - С. 44-45.

УДК 620.91

К.Ю. Медзер

Белорусская государственная академия авиации **ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ**

Областей применения солнечных батарей становится все больше с каждым днем. Эти устройства с успехом проявляют себя в сфере промышленности, сельского хозяйства, военно-космических отраслях. К сожалению, линии электропередач, всё ещё не могут добраться в самые труднодоступные места, которые подключать к ресурсам электростанций оказывается дороже, чем установить солнечную батарею, преобразующую в электроэнергию обычный дневной свет. Устанавливать электростанцию на жидком или твердом топливе оказывается дороже и ущербнее для окружающей экологии, чем использовать солнечные батареи. Чаще всего ими укрывают крыши зданий, так что в солнечный день они вырабатывают электричество, которого достаточно и для освещения и работы устройств. Что интересно, такими панелями можно оборудовать практически любое строение, к которой не подведен свет. Аргументов в пользу солнечных электростанций не счесть, но основным из них является экологичность. Примером, где отсутствие вредных выбросов солнечными батареями в окружающей среде сделало их альтернативой традиционным источникам электроэнергии, стала солнечная электростанция. Солнечные батареи оказались практически единственным источником электроэнергии за пределами Земли. Ими оснащаются все космические аппараты. Когда Солнце освещает их, они вырабатывают электроэнергию, которая аккумулируется бортовыми батареями и используется для питания оборудования в тех местах, где свет недостижим. В отличие от атомных электрогенераторов они не выделяют вредных веществ.

Тем самым, я хочу сказать, что использование солнечных батарей очень эффективно в военной промышленности, на аэродроме. Самый первый плюс – это неиссякаемость и вседоступность источника энергии. К солнечным батареям можно подключить светооборудование летного поля, как резервный источник электроэнергии. Второе достоинство солнечных батарей – это их экологичность. Кстати, говоря о сравнении с ветряками, солнечные панели намного тише. Они вообще не издают никаких звуков в сравнении с шумными ветряками. Износ батарей происходит очень медленно, ведь здесь нет подвижных частей, если только вы не используете в своей системе приводы, которые поворачивают солнечные

элементы в сторону источника энергии. Тем не менее, даже с такой системой, солнечные панели служат до 25 лет и даже больше. После того, как энергетическая солнечная электростанция окупится, потребители будут получать, по сути, бесплатную энергию. Конечно, сначала за определённый период, нужно отбить вложения. Ещё одно преимущество солнечных электростанций – возможность наращивания. Вопрос упирается только в доступную для Вас площадь. Именно модульность батарей позволяет беспрепятственно в случае необходимости увеличивать мощность системы. Необходимо просто добавить новые солнечные панели и запитать их в систему. Хотя эти преимущества солнечных электростанций перекрываются существенной проблемой, а именно необходимостью оборудования больших площадей. Речь идёт о квадратных километрах солнечных элементов. Плюсы солнечных батарей также в непрерывной подаче электроэнергии. Этим хотел сказать, что установка батарей, как резервный источник питания, на служебно-технической застройке очень полезна. Они обеспечат работу зданий, вне зависимости от основного источника. А также использование солнечных батарей в нашей стране не применялось и при разведке аэродром можно перепутать с гражданской застройкой. Так же батареи можно использовать, как временный источник энергии в случае перебазирования аэродрома. Преимущество, быстрое развертывание и быстрое подключение к потребителю.

Самый первый недостаток – необходимость первоначальных больших инвестиций, которые не требуются при обычном подключении к центральной электросети. Также срок окупаемости вложений, в электросеть с солнечными батареями, весьма размытый, ведь всё зависит от факторов, которые не зависят от потребителя. Низкий КПД. Один квадратный метр солнечной батареи средней производительности выдаёт всего лишь около 120 Вт мощности. Солнечные панели имеют значительно меньший КПД в сравнении с традиционными источниками энергии – около 14-15%. Однако этот недостаток можно считать достаточно условным, ведь новые технологии постоянно увеличивают этот показатель и развитие не стоит на месте, выжимая всё больше и больше энергоэффективности из тех же самых площадей. Ещё один недостаток – эффективность работы, зависима от погодных условий и климата. Например, солнечные батареи теряют свою эффективность во время пасмурной погоды или в тумане. Также при низких температурах, в зимнее время, КПД солнечных батарей падает. А если панель недостаточно хорошего качества, то и при высоких температурах. Поэтому всё же необходимо поддерживать солнечные батареи какими-то основными источниками энергии, либо использовать гибридные солнечные батареи. Также немаловажно, что солнечные панели могут по-разному работать в разных широтах планеты. В каждой отдельно взятой местности, за год выходит разное количество солнечной энергии. Поэтому эффективность солнечной системы также зависит и от месторасположения вашего дома. Впрочем, как и от времени суток, ведь ночью солнца нет, а значит и нет выработки энергии. Система электроснабжения от солнца требует большого количества вспомогательной техники. Аккумуляторы для накопления энергии, инверторы, а также специального помещения для установки системы. Например, никель-кадмиевые аккумуляторы значительно теряют свою мощность при понижении температуры ниже нуля по Цельсию. Для того, чтобы выдать большую мощность от солнечной энергии, необходимы большие площади. Но также, значительным недостатком является отражательная способность, при проведении разведки, можно легко обнаружить их.

Несмотря на все плюсы, есть у батарей и масса недостатков, которые необходимо оценить при выборе источника энергии. По ряду причин солнечные панели используются чаще резервный источник, а не как основной. Но в связи с климатическими условиями использование батарей будет не очень эффективным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет источник SolnPanels <https://www.solnpanels.com>
2. Интернет источник Sun-battery <https://www.sun-battery.biz>

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Качественное состояние аэродромных покрытий как один из факторов безопасности полетов воздушных судов достигается комплексом мероприятий, направленных на поддержание и восстановление первоначальных эксплуатационных свойств покрытий.

Существует отработанная система технического обслуживания и ремонта аэродромных покрытий, которая включает в себя систематический контроль (инспектирование), детальный визуальный и инструментальный осмотр, оценку и ремонт.

Состав работ по оценке технического состояния аэродромных покрытий включает в себя работы, которые могут выполняться высококвалифицированными специалистами, как правило, научно-исследовательских и проектных организаций, а также учебных заведений, специализирующихся на исследованиях в области аэродромного или дорожного строительства.

К таким работам относятся: определение физико-механических характеристик материалов, примененных для устройства покрытия и искусственного основания, а также залегающих грунтов; испытание покрытий нагрузкой - для оценки его реальной несущей способности.

На основе этих испытаний устанавливается и определяется возможность использования обследуемых покрытий для приема и базирования воздушных судов в зависимости от их взлетных масс и интенсивности полетов.

Оценка технического состояния аэродромных покрытий выполняется в следующих случаях:

разработки перспективных планов ремонта и реконструкции аэродромных покрытий; установления причин интенсивного роста числа повреждений на аэродромных покрытиях или преждевременного выхода из строя отремонтированных участков (если таковое имеет место);

составления прогноза поведения и состояния аэродромных покрытий при эксплуатации их воздушными судами, веса и интенсивность полетов которых превышают первоначально принятые при проектировании или реконструкции аэродромов;

определения классификационных чисел PCN.

Таким образом, периодическое проведение комплекса диагностических мероприятий позволяет своевременно выявлять и предпринимать меры к исправлению перечня недопустимых дефектов искусственных покрытий аэродромов, что в свою очередь влияет на качественное обеспечение безопасности полетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Эксплуатация аэродромов: учеб. пособие / Д.Ю. Мягков [и др.]; под общ. ред. Д.Ю. Мягкова. – Минск: БГАА, 2016.

2. Руководство по эксплуатации аэродромов Вооруженных Сил Республики Беларусь, утверждено приказом командующего Военно-воздушными силами и войсками противовоздушной обороны от 11.11.15 № 400.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ БАЗЫ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНО-АЭРОДРОМНОЙ СЛУЖБЫ

В авиационных воинских частях одним из важнейших элементов является подготовка квалифицированных специалистов по различным направлениям. Для упрощения подготовки переподготовки специалистов инженерно-аэродромной службы предлагаю разработать электронный тренажер и 3D модель автомобиля КО-806-20.

Целью работы является разработка электронного тренажера, а также 3D модели автомобиля КО-806-20.

Задача электронного тренажера и 3D модели автомобиля КО-806-20: упрощение образовательного процесса, ознакомление с конструкционными особенностями автомобиля, формирование устойчивых навыков выполнения, как отдельных операций, так и полного их цикла, изучение технологической схемы и получение представления об этапах технологического процесса, изучение специального оборудования и принципа его действия, необходимые для проведения работ, ознакомление с требованиями техники безопасности, выявление дефектов в работе оборудования и его отдельных узлов.

Требования, предъявляемые к электронному тренажеру и 3D модели автомобиля КО-806-20- автономность, эффективность, эргономичность.

Одна из проблем организации образовательного процесса в воинской части заключается в сложности практического освоения специальной техники зимнего содержания аэродрома. Для упрощения изучения и уменьшения затрат времени предлагаю электронный тренажер специального автомобиля КО-806-20. Данный тренажер позволит сформировать у учащегося навыки действий моторно-рефлекторного и когнитивного типа, понять сущность протекающих процессов и их взаимную зависимость. Ознакомить со строением объектов и их элементами, сформировать устойчивые навыки выполнения, как отдельных операций, так и полного их цикла.



Рисунок 1 – Специальный автомобиль КО-806-20

3D модель поможет изучить технологическую схему и получить представление об этапах технологического процесса, изучить инструмент и технологическую оснастку, необходимые для проведения работ, ознакомиться с требованиями техники безопасности, научиться выявлять дефекты в работе оборудования и его отдельных узлов.

Применение тренажёра и 3D модели специального автомобиля КО-806-20 обусловлено следующими факторами: достаточно высокой стоимостью и недостаточным количеством оборудования которое может быть использовано для решения учебных задач, затратами на эксплуатацию реального оборудования, ограниченностью временного ресурса на подготовку оборудования к использованию, большой сложностью изменения параметров оборудования и среды, сложностью введения нового технологически усовершенствованного оборудования, необходимо выработки устойчивых практических навыков при работе с оборудованием.

Тренажер как устройство для обучения, которое по условиям выполнения психологических и дидактических требований, должно иметь три принципиальные и необходимо важные части: конструктивную, модельную, и дидактическую.

Нужно отметить, что электронный тренажер поможет упростить подготовку специалистов инженерно-аэродромной службы, облегчит руководителю занятия оценку подготовки обучающегося.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/7363.html>.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/kompyuternye-trenazhery-dlya-obucheniya-operatorov-tekhnologicheskikh-protsessov-teoriya-met.html>.

УДК 661.937

Д.Ю. Мягков, А.Н. Колосков

Белорусская государственная академия авиации

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПУНКТА ЕЖЕДНЕВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ПАРКА АВИАЦИОННОЙ БАЗЫ

Ежедневное техническое обслуживание (ЕТО) средств наземного обслуживания общего применения (СНО ОП) является важным элементом эксплуатации специальной техники, обеспечения безопасности полетов воздушных судов, безопасности движения автомобильной техники по аэродромному, минимального расхода горюче-смазочных материалов и других материальных средств [1].

Непрерывным условием качественного выполнения технического обслуживания и текущего ремонта СНО ОП является глубокое знание личным составом объема работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту, приемов выполнения операций, методов обнаружения и устранения неисправностей [2].

Уровень готовности техники СНО ОП к применению зависит, в том числе, и от организации ежедневного технического обслуживания, которая должна обеспечивать максимальную производительность труда без снижения качества, сокращение финансовых и трудовых затрат.

Проведенный анализ работы ПЕТО позволяет говорить о том, что есть ряд недостатков, которые влияют на качество технологического процесса по ЕТО техники СНО ОП. В связи с этим, предлагается ряд мероприятий по совершенствованию ПЕТО.

Для повышения комфортности работы личного состава на пункте ежедневного технического обслуживания предлагается использовать тенто-мобильное сооружение (ТМС), представляющее собой каркасно-тканевое сооружение с механически натягаемым тентовым покрытием с локальными внутренними климатическими условиями. Применение ТМС возможно для различных целей: для хранения и защиты техники и имущества от климатических воздействий и неблагоприятных атмосферных условий, а также для создания производственных условий труда на постоянных и непостоянных рабочих местах, как укрытие рабочего пространства для ремонта техники в полевых условиях, производственное или складское помещение и многое другое. В нашем случае предлагается применение ТМС на ПЕТО.

Изделие является сооружением полной заводской готовности и для установки на месте дислокации требует планировки площадки под место установки, размещения на площадке с ориентацией входов, закрепление по контуру к основанию, установки блоков инженерного обеспечения. Установка сооружения может осуществляться на естественное основание (грунт), бетонное, асфальтобетонное, железобетонное. ТМС могут быть сконструированы для любых климатических условий.

Металлический каркас представляет собой полигональные двухшарнирные фермы с продольными связями. Связи каркаса выполняются из одностипных унифицированных элементов. Соединение отдельных элементов каркаса между собой выполнено с помощью разъемных соединений.

Все сборочные единицы каркаса подвергаются предварительной укрупнительной сборке на предприятии. Целью укрупнения является минимизация количества сборочных операций при монтаже изделия. ТМС должно быть выполнено из пожаробезопасного материала, выдерживающего высокие температуры и не воспламеняющегося при возникновении очага возгорания внутри или вблизи ТМС.

Комплект ТМС дополнительно может включать в себя: автономный источник питания; систему освещения; систему отопления внутреннего объема воздуха; систему вентиляции; грузоподъемные механизмы; пожарный щит, систему автоматического пожаротушения; пост охраны; систему осушения внутреннего объема воздуха и создание необходимых климатических условий с постоянным автоматизированным контролем.

Преимущества тенто-мобильного сооружения: не является объектом капитального строительства; не требуется разрешительная документация для установки; материалы покрытий были разработаны с учетом эксплуатации в северных районах; устойчивость к воздействию ультрафиолетовых лучей и влажности; высокая скорость возведения; простота монтажа; минимальные требования к площадке; многократное использование; компактность в транспортном состоянии; возможность перевозки любым видом транспорта; разнообразие вариантов внутренней и внешней отделки;

Использование светопропускающей ткани снижает затраты на электричество и создает благоприятную атмосферу в помещении.

Кроме применения ТМС предлагается использовать стенд диагностики тормозной системы.

Тормозной стенд в частности разработан для быстрой диагностики тормозных систем автомобилей. Компьютерная программа предоставляет подробную информацию о состоянии тормозов и системы подвески на проверяемом автомобиле.

Роликовый тормозной стенд измеряет:

- сопротивление качению незаторможенных колес;
- овальность тормозных барабанов;
- тормозную силу на колесах правое (левое);
- разность тормозных сил на колесах правое (левое).

Базовая комплектация:

- тормозной стенд;
- коммуникационная стойка;
- соединительный кабель 15 м, силовые кабели;
- интерфейс для ПК;
- интерфейс для пульта ДУ;
- влагозащищенные электродвигатели;
- не изнашиваемые датчики;
- оцинковка.

Тормозной стенд позволит осуществлять быструю диагностику непосредственно на ПЕТО, что сократит время и трудозатраты на ЕТО.

Таким образом, для повышения комфортности работы личного состава предлагается использовать ТМС, представляющее собой каркасно-тканевое сооружение с механически напрягаемым тентовым покрытием с локальными внутренними климатическими условиями.

Кроме этого, предлагается стенд диагностики тормозной системы, позволяющий оценить техническое состояние тормозной системы автомобиля. Использование этих предложений на ПЕТО снизит затраты времени на выполнение работ по ЕТО, повысит комфорт и производительность труда.

Своевременное и качественное ЕТО позволит содержать технику СНО ОП в постоянной боевой готовности, избежать преждевременный износ, увеличит работоспособность, увеличит нормы наработки, улучшит уровень безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов А.Ф., Лещенко А.И., Гаврилюк А.В. Техническое обслуживание средств аэродромно-технического обеспечения полетов: учебник. – М.: Воениздат, 1993. – 297 с.
2. Крамаренко Г.В., Барашков И.В. Техническое обслуживание машин: учебник. – М.: Транспорт, 1982. – 368 с.

УДК 358.424

Д.Ю. Мягков, И.А. Русак

Белорусская государственная академия авиации

СОЗДАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ РЕАГЕНТА НА ЛЕТНОМ ПОЛЕ

Целью стационарного распылителя на аэродроме является ускоренная обработка элементов аэродрома антигололедным реагентом.

Задачи стационарного распылителя реагента: обработка реагентом элементов первой очереди, сокращение затрат времени сил и средств на обработку элементов аэродрома антигололедным реагентом.

Требования, предъявляемые к распылителю реагента – сокращение затрат времени, сил и средств, мобильность, поддержание безопасности полетов, простота в эксплуатации.

Проблема состоит в постоянных затратах времени на дозаправку автомобильной техники химическим реагентом и горючим, большом количестве проходов распылителя, недостаточности одноразового распыления для удаления гололедных образований, затратах моторесурса автомобильной техники на обработку гололедных образований и предупреждений по их образованию.

Сущность метода заключается в прокладке полипропиленовых труб в деформационные швы на покрытии всех элементов аэродрома. Подача жидкости на покрытие может производиться разными способами как с помощью специально установленных насосов, так и с помощью насосов установленных на базе автомобильной техники на удалении от обрабатываемой поверхности. Установленные трубы в деформационных швах заливаются герметизирующими материалами с выводом на поверхность жиклеров необходимых для равномерного распределения реагента на покрытие на высоту не более чем 5-10мм. Для предотвращения нерационального использования химического реагента при сильном ветре, необходимо создать систему кранов для подачи химического реагента с подветренной стороны летного поля. Полипропиленовые трубы обладают достаточной прочностью, устойчивостью к деформациям, не взаимодействуют с химическим реагентом, водой, воздухом, что обеспечивает долговечность их использования. При образовании малого слоя гололеда на покрытии возможна подача подогретого реагента по системе распыления для предотвращения возрастания давления и разрыва труб.

Данная система актуальна для применения и значительно облегчает затраты времени, сил и средств на предупреждение гололедных образований позволяя поддерживать летное поле в постоянной боевой готовности. Стационарные системы противогололедной обработки включают гидравлические линии с расположенными на них исполнительными механизмами

и устройствами для разбрызгивания реагента, центральную насосную станцию, представляющую собой контейнер с размещенными внутри насосом с частотным приводом для управления давлением в гидравлических линиях. Кроме того, система включает механические шаровые краны для обеспечения проведения технологических работ, управляемые шаровые краны для подключения и отключения выходных гидравлических линий, центральный контроллер и оборудование связи для передачи данных.

Сущность изобретения поясняет структурная схема системы для автоматической обработки дорожного покрытия противогололедным реагентом.



Рисунок 1 – Схема системы автоматической обработки дорожного покрытия противогололедным реагентом

Система включает: 1 – автоматическая дорожная метеорологическая станция, 2 – коробки управления, 3 – клапанные коробки, 4 – оконечные коробки, 5 – форсунки (устройства для разбрызгивания реагента), 6 – линии электропитания, 7 – линии управления, 8 – гидравлические линии, 9 – щит распределительный, 10 – датчик давления в начале гидравлической линии, 11 – центральный насос, 12 – центральная насосная станция, 13 – датчик уровня, 14 – ёмкость для реагента, 15 – ёмкость для воды, 16 – центральный контроллер, 17 – программный комплекс, 18 – метеорадар.

Достоинства: своевременная обработка покрытия, высокая скорость обработки, экономия моторесурса на обработку покрытия при помощи специальной техники, малая потребность в привлечении личного состава.

Недостатки:

низкая скорость ремонта покрытия, низкая скорость ремонта системы обработки реагентом, невозможность удаления гололеда с покрытия тепловым методом.

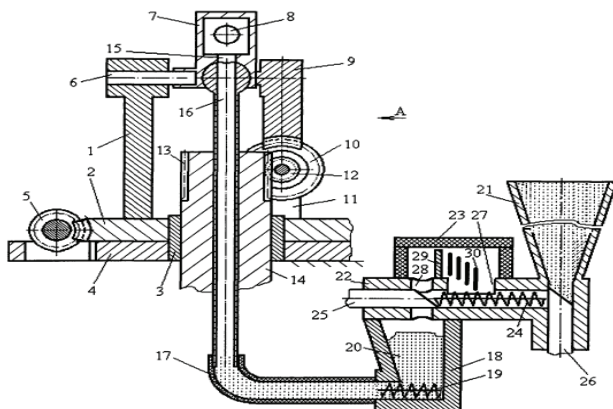


Рисунок 2 – Способ автоматической обработки дорожного покрытия противогололедным веществом и устройство для его осуществления

Обработку производят при выпадении осадков с образованием снежно-ледяной массы на датчике. Устройство содержит датчик состояния дорожного покрытия на контролируемом участке дороги и исполнительный механизм, распределяющий вещество по полотну дороги. Исполнительный механизм выполнен в виде соединенного с источником сжатого воздуха сопла (7), установленного на поворотном круге, размещенном на платформе, и соединенного с механизмом поворота его в вертикальной плоскости. Механизм поворота реализован в виде двух червяков со скрещивающимися взаимно перпендикулярными осями и червячного колеса (12), которое жестко закреплено на оси первого червяка (10), размещенного на круге и взаимодействующего с зубчатым сектором (9), который жестко связан с соплом (7), и сопряжено со вторым червяком (13), ось которого совмещена с вертикальной осью поворота круга. Второй червяк (13) выполнен со сквозным осевым отверстием, в которое пропущена труба (16), один конец которой имеет возможность контакта с соплом (7), а другой соединен с накопителем противогололедного вещества (18).

Таким образом с помощью использования данного распылителя жидкого реагента мы значительно сократим потребность во времени при подготовке аэродрома к производству полетов, увеличим эффективность при борьбе с гололедными образованиями и по предупреждению их.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/245/2456403.html>
2. Руководство по инженерно-аэродромному обеспечению ВВС и войск ПВО, утверждено приказом командующего ВВС и войсками ПВО №382 от 29.11.11
3. Авиационные правила эксплуатации аэродромов государственной авиации Республики Беларусь. Постановление Министерства обороны Республики Беларусь от 15.11.2004 №68.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
УДАРОВ ПРОТИВНИКА ПО АЭРОДРОМАМ**

На сегодняшний день в авиации ВВС и войск ПВО существует проблема отсутствия качественной и действенной методики скоростного восстановления аэродромов с асфальтобетонным покрытием после ударов противника, нанесенных авиационными средствами поражения. В связи с этим, будет предложен ряд методов устранения некоторых видов повреждения покрытий аэродрома.

Для аварийного восстановления аэродромной одежды рекомендуются специальные ремонтные смеси со сроком хранения в готовом виде до 1 года, к таким смесям можно отнести «Репасфальт» (Германия), материал «Веспро», смесь «Силвакс» (США) и другие. Перед укладкой таких материалов не требуется специальной адгезионной подготовки ремонтируемых участков, поскольку материал обладает самоклеющимся свойством. «Репасфальт» может наноситься на поверхность даже при отрицательных температурах и на сырое основание. Свежеуложенную поверхность нанесенного материала можно сразу же эксплуатировать.

Целесообразно для аварийного ямочного ремонта покрытий использовать струйно-инъекционный холодный способ. Однако из-за невозможности сделать тщательную очистку и подготовку выбоины срок службы такой заделки будет значительно ниже, чем в обычных нормальных условиях.

При отсутствии струйно-инъекционной установки заделка воронки возможна путем заполнения ее вручную холодным щебнем с одновременной его обработкой битумной эмульсией путем разбрызгивания. В итоге получится заделка воронки щебнем, пропитанным битумной эмульсией.

Метод пропитки щебня в небольшой воронке разжиженным и горячим битумом также практикуется с целью ликвидации последствий ударов. В отличие от метода пропитки эмульсией, пропитка битумом состоит в том, что сама пропитка выполняется до трамбования щебня. При этом битум нагревают до температуры не ниже 170 - 180°C. Этот метод применяется даже при пониженных температурах воздуха до -10°C.

В последние годы при методе пропитки вместо битума используют полимерные материалы. В частности, при ремонте выбоин полимербетоном, последняя заполняется щебнем, который затем пропитывается жидким составом на основе полиуретановой, акриловой или другой смолы.

Такой ремонт возможен при температуре воздуха в достаточно широком диапазоне температур. Взлет-посадка воздушных судов возможна через 30 минут.

Основным препятствием для качественного выполнения аварийного устранения воронок служат: пониженная температура воздуха, материала, повышенная влажность материала, стенок и дна воронки. Поэтому некоторые ремонтные технологии совершенствуются и разрабатываются с учетом этих факторов ежедневно научно-исследовательскими институтами.

К таким технологическим приемам можно отнести метод обратной пропитки, в котором битум, нагретый минимум до 170 - 180°C, попадая на оставшуюся на дне и стенках воронки влагу и на сырую почву со щебнем, вспенивается с кратностью до 4 - 6 и покрывает тонким слоем поверхность воронки и части щебня. Этот технологический прием ремонта получил название метод «обратной пропитки», так как проникновение битума между частицами и зернами щебня идет снизу-вверх.

Таким образом, проанализировав методы устранения некоторых видов повреждения покрытий аэродрома, можно сделать вывод о рациональном подборе методики выполнения работ по скоростному восстановлению аэродромов с асфальтобетонным покрытием. Методика должна обеспечивать наиболее эффективное восстановление покрытия, с наименьшими затратами времени и задействованного личного состава.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Эксплуатация аэродромов. Справочник / Под ред. Л.И. Горецкого - М.: Транспорт, 1990. – 287 с.
2. Руководство по ремонту аэродромных сооружений. – М.: ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект», 1996. – 150 с.
3. Козлов Л.Н., Ральф Альте-Тайгелер, Виноградов А.П. Современные методы ремонта и профилактической защиты искусственных покрытий аэродромов и автомобильных дорог. – М.: 1997. – 21 с.
4. Рекомендации по продлению срока службы искусственных покрытий жесткого типа эксплуатируемых аэродромов. - М.: Ассоциация «Аэропорт» ГА, 1997. – 23 с.
5. Виноградов А.П. Надежность и сертификация прочности цементобетонных покрытий аэродромов. – М.: ИПП Министерство экономики Республики Беларусь, 1994. – 125 с.

УДК 629.7.017.073

В.Д. Руцкий

Белорусская государственная академия авиации **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА АЭРОДРОМЕ**

Проблема орнитологической опасности для авиации наиболее остро проявляется над территорией аэродромов и в непосредственной близости от них. К сожалению, столкновение с птицами не редкость, как в военной, так и в гражданской авиации, ежегодный ущерб мировых авиакомпаний от подобных происшествий, по оценкам экспертов, составляет более 1 миллиарда долларов в год. Существует специальное направление в науке – авиационная орнитология, которая изучает закономерности столкновения воздушных судов с птицами, а также биологические и технологические способы борьбы с подобными происшествиями. За орнитологическую обстановку на аэродроме отвечает специальная служба. Для отпугивания птиц на аэродроме применяются различные методы. К ним относятся: ультразвуковые отпугиватели, биоакустические устройства, отпугивание мертвыми птицами, пугало, удаление свалок и водоёмов вблизи аэродрома.

Ультразвуковые отпугиватели. Ультразвуковые электронные устройства отпугивают птиц, оставаясь неслышимыми для людей. Преимущество данного метода – отсутствие беспокойства для людей. Также они могут работать не по принципу ультразвука: они издают звук звуки, имитирующие крики хищных птиц, которые прогоняют любых представителей семейства птичьих – от воробьев до более крупных особей.

Биоакустические устройства. Современное биоакустическое устройство представляет собой передвижной комплекс, генерирующий тревожный сигнал по алгоритмам специальной программы. В основе её работы лежит воспроизведение тревожных криков птиц. Сигнал тревоги отпугивает птиц в радиусе до полукилометра и предотвращает скопление птиц на летном поле аэродрома.

Отпугивание мертвыми птицами. Модели или по-настоящему мертвые птицы используются как сигналы опасности для других. Неподвижные модели менее эффективны. Такой метод часто используется в аэропортах, чтобы отогнать чаек от взлетающих самолетов.

Пугало. Проблема отпугивания птиц родилась в глубокой древности. Одним из древнейших средств отпугивания птиц стали пугала в виде человеческой фигуры. Эта идея используется и по сей день. Кроме пугала, имитирующего человека, птиц отпугивают яркие ленты, полоски фольги на леске крутящиеся на ветре, воздушные шары и другие формы пугал. Однако этот метод имеет невысокую эффективность, учитывая, что некоторые птицы быстро привыкают к пугалам, перестают их бояться, и даже садятся на них.

Одним из обязательных условий по сокращению числа случаев столкновения с птицами является удаление свалок на значительное расстояние от аэродромов, так как места хранения отходов – это, как правило, кормовая база для птиц. Также производится осушка водоёмов находящихся вблизи аэродрома.

Чтобы улучшить орнитологическую обстановку и повысить безопасность полетов, необходимо вводить новые методы борьбы с пернатыми. К таким методам относятся: газовые пушки, хищные птицы и специально обученные собаки.

Газовые пушки – современный способ борьбы с непрошенными гостями на территории взлетно-посадочной полосы. Это абсолютно новое, экологически невредное и эффективное средство. Отпугивающее действие осуществляется посредством имитации выстрела. Производимые ими микровзрывы имеют уровень шума до 150 дБ и напоминают звуки выстрела из огнестрельного оружия. Данная пушка используется в некоторых странах мира на самых различных открытых объектах и полузакрытых помещениях. Отпугиватели не требуют обслуживания и предназначены для долговечной непрерывной эксплуатации.

Помимо технических средств, отпугивать пернатых могут помочь хищные птицы. Например, в число сотрудников «Домодедова» и «Внуково» входят специально обученные соколы и ястребы. Большинство птиц боятся соколов, сов и ястребов. При виде хищной птицы, они собираются в стаю и пытаются летать выше. Если это невозможно, птицы навсегда покидают данный район. Такая же практика существует и в аэропортах.

Также, эффективным оказалось отпугивание птиц собаками. Они представляют опасность для птиц. Привыкание здесь маловероятно, поскольку поведение собак непредсказуемо. Международный аэропорт во Флориде стал первым аэропортом в мире, где использовалась дрессированная собака для отпугивания птиц. После этого количество птиц снизилось, а большинство оставшихся живут в дренажных канавах вдалеке от взлетно-посадочной полосы. Так, благодаря служебным собакам, военный аэродром в штате Делавэр (США) почти в два раза сократил расходы на ремонт техники и оборудования, пострадавшего в результате столкновения с птицами.

В конце хотелось бы отметить, что ни один способ не эффективен на 100% . В каждом методе есть свои нюансы и недостатки. Но, разнообразив спектр возможных способов борьбы с птицами, можно добиться максимального уровня продуктивности, что уменьшит уровень происшествий связанных с пернатыми и увеличит безопасность проведения полетов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет источник Wikipedia https://ru.wikipedia.org/wiki/Отпугиватели_птиц
2. Интернет источник Travelask https://travelask.ru/blog/posts/9685-kak-aeroporty-zaschischayut-samolety-ot-stolknoveniy-s-ptits_

УДК 369.2

А.И. Сажин, Д.Ю. Мягков

Белорусская государственная академия авиации

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЭРОДРОМНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ ПУ АТО

Аэродромно-техническое обеспечение полетов организуют и проводят должностные лица авиационной части в соответствии с решением командира авиационной части на проведение полетов и на основании правовых актов Республики Беларусь, определяющих порядок организации АТО полетов государственных воздушных судов, с целью подготовки к полетам аэродрома и обеспечения подготовки к полетам авиационной техники.

Командиры подразделений (начальники служб) в целях успешного решения задач АТО должны учитывать влияние факторов, которые могут повлиять на конечный результат и привести к отрицательному результату. К таким факторам следует отнести:

- тип самолетов, находящихся на вооружении обеспечиваемой авиационной части;
- характер задач, выполняемых обеспечиваемой авиационной частью;
- боевое напряжение;

условия базирования и укомплектованность самолетами (вертолетами) авиационной части;

возможное воздействие противника по аэродромам;
время года и суток;
климатические условия районов расположения аэродрома;
оснащенность аэродрома централизованными системами;
другие факторы.

К другим факторам относятся и условия выполнения специальных обязанностей дежурным по аэродромно-техническому обслуживанию во время проведения полетов.

Создание благоприятных условий способствуют, с одной стороны, сохранению здоровья авиационного персонала, а, с другой – повышению работоспособности и производительности, снижению летных происшествий.

Благоприятные условия улучшают общее самочувствие, настроение авиационного персонала и наоборот, плохие условия снижают качество труда, способствуют возникновению травматизма и заболеваний, а также допущения различного рода ошибок.

К вредным факторам относятся:

1. Микроклимат помещений рабочей зоны (аномальная температура, влажность и подвижность воздуха).

2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

3. Биологические (наличие в воздухе рабочей зоны возбудителей вирусных или инфекционных заболеваний или продуктов их жизнедеятельности).

4. Физиологические (факторы процесса, характеризующие, к примеру, тяжесть выполнения работ, когда имеет место быть превышение объемов предельно допустимой физической нагрузки на работника), физические перегрузки, нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов), эмоциональные перегрузки.

5. Химические (наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ).

6. Шум на рабочих местах (а так же ультразвук, инфразвук, механическая вибрация, звук авиадвигателей).

7. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля.

8. Ионизирующие излучения.

9. Тяжесть и напряженность труда.

К физически опасным факторам относятся:

1. Движущиеся машины и механизмы, подвижные части авиационного оборудования.

2. Экстремально низкая или экстремально высокая температура в пределах рабочей зоны.

3. Повышенное или пониженной барометрическое давление в рабочей зоне, а так же его резкие перепады.

4. Действие ионизирующих излучений.

5. Повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

6. Повышенный уровень статического электричества.

Для улучшения условий выполнения аэродромно-технического обеспечения полетов предлагаем обеспечить дежурного по аэродромно-техническому обеспечению помещением, которое будет оснащено:

1. Пультом контроля убытия и прибытия средств наземного обеспечения полетов на стоянку СНОП.

2. Алгоритмы действий в той или иной ситуации.

3. Инструкциями по технике безопасности в ходе выполнения своих специальных обязанностей.

4. Селекторной связью или другими средствами связи с водителями машин средств наземного обеспечения.

5. Другими средствами для удобства несения службы и выполнения техники безопасности.

Данное предложение позволит:

1. Улучшить качество выполнения специальных обязанностей;
2. Улучшить контроль за средствами наземного обеспечения полетов;
3. Предотвратить предпосылки к травмам и происшествиям;
4. Выполнение мероприятий в различные поры года.

Таким образом, создание нормальных условий службы заключается в обеспечении благоприятной обстановки на рабочем месте – устранение тяжелых физических работ во вредных и аварийных условиях, снижении его монотонности, нервной напряженности и т.д.

Плохие условия труда негативно отражаются на производительности службы, качестве выполнения своих обязанностей, выполнения техники безопасности, пожарной безопасности.

Улучшение условий службы становится одним из важных направлений повышения уровня качества и безопасности выполнения работ на авиационной и автомобильной технике. Командир обязан создать на всех рабочих местах и в каждом структурном подразделении условия службы в соответствии с нормативно-правовыми актами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Могилянец Р.И., Мягков Д.Ю., Мануйлов, М.Н., Колосков А.Н.– Минск: БГАА, 2016 – 334 с. -Автотехническое и электрогазовое обеспечение.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/6794431/page:7/>.

УДК 629.7.086

Д.А. Стригун

Белорусская государственная академия авиации

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОНДЕРОВ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЛЕТОВ

Для обеспечения вылета самолета задействуется большое количество сил и средств обеспечения полетов. Хотелось бы затронуть одну из тем безопасности на аэродроме. Основной задачей при обеспечении полетов является не только отсутствия посторонних предметов на полосе, годность покрытия к полетом, подготовку личного состава и знание ими своих функциональных обязанностей, но и отсутствие на ней в момент взлета (посадки) специальной техники обслуживающие аэродром или воздушное судно, которая может внезапно появиться на взлетно-посадочной полосе.

Из-за внезапного появления средств наземного обеспечения полетов или воздушного судна на взлетно-посадочной полосе происходят авиационные инциденты с человеческими жертвами. Так, 30 сентября 2019 года во время взлета самолет авиакомпании Fly ONE, едва не столкнулся в конце взлетно-посадочной полосы с тремя автомобилями технической службы. По предварительному отчету комиссии, причиной этому послужило грубое нарушение правил диспетчера, который отвечал за работу специальной техники на взлетно - посадочной полосе. Проблема была связана с отсутствием информации у диспетчера о месторасположении наземной техники. Эта проблема может быть решена с помощью установки транспондеров, датчиков, передающих расположение специальной техники на летном поле в реальном времени. Это позволит:

1. повысит уровень безопасности при проведении полетов;
2. покажет истинный расход топлива, техническое состояние и работоспособность узлов и агрегатов;
3. упростит слежение и управление техникой на аэродроме;
4. поможет получать достоверную информацию и подробные аналитические отчеты по всем логистическим операциям;
5. не потребует высоких денежных вложений в обслуживание.

Транспондер возможно установить в любой части кабины автомобиля как с подключением ее к электрической сети автомобиля, так от внешнего источника питания (аккумуляторных батарей). С установкой данной системы руководитель полетов будет отслеживать местонахождения и перемещений автомобилей по аэродрому, что позволит повысить безопасность полетов и даст время на отдачу своевременной команды на прерывание взлета или посадки при незапланированном выезде техники.

Модуль считывает информацию из систем автомобиля и вместе с точнейшими данными о местоположении передает ее. Система анализирует поступающую из автомобиля информацию и выдает на отдельный дисплей руководителю полетов. Также данные устройства смогут показать:

1. сколько было пройдено километража в действительности;
2. сколько было затрачено топлива на ту или иную операцию;
3. техническое состояние автомобиля (его обороты, температуру работы систем, напряжение и заряд батарей).

Таким образом, управление специальной техникой становится:

1. прозрачным;
2. четким и экономным;
3. позволяет исключить лишние потери;
4. снизить случайные выезды техники;
5. упростить управление техникой;
6. получать достоверную информацию и отчеты по всем операциям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет источник БелТранс спутник. <https://beltranssat.by/resheniya/gps-monitoring-transporta.html#title-1>.
2. Интернет источник NewsMaker. <https://newsmaker.md/rus/novosti/incident-v-ajeroportu-kishineva-pri-vzljote-samoleta-na-polose-rabotala-spectehnika>.

НАПРАВЛЕНИЕ

**«ПРИМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ МЕТОДОВ
В АВИАЦИИ»**

ВОЗДЕЙСТВИЕ АВИАЦИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

О воздействии авиации на окружающую среду ведутся дискуссии. Прежде всего авиация «обвиняется» в чрезмерном выбросе (эмиссии) CO_2 . Озабоченность вызвана чрезвычайно бурным ростом авиационных перевозок во всем мире и появлением новых авиационных средств, таких как БЛА. Необходимо разобраться во всех этих аспектах. Примем за основу, что основным парниковым газом является H_2O . Это чрезвычайно изменчивая компонента земной атмосферы. То же самое относится и к CO_2 . Есть природные объекты, которые продуцируют CO_2 , а есть те, которые его поглощают.

Оценить эмиссию CO_2 от авиации достаточно сложно. Простейший способ – рассчитать выброс по количеству использованного топлива. Однако это не полный расчет. Необходимо учесть выброс CO_2 при создании ЛА, при создании средств для обслуживания ЛА и для его эксплуатации и утилизации. Только при таком комплексном подходе можно рассчитывать на более или менее объективную оценку. После такой оценки можно провести объективное сравнение воздействия авиации, природных факторов и других антропогенных выбросов. Предварительные весьма грубые оценки, проводимые различными авторами по неизвестным методикам, представлены в таблице 1. Кроме CO_2 не меньшую нагрузку на окружающую среду (ОС) оказывает потребление пресной воды авиацией. Двигатели выбрасывают водяной пар на больших высотах, а в зоне аэропортов происходит слив загрязненной воды. Здесь расчет еще больше затруднен, поскольку источники ее загрязнения весьма многообразны. Все больше специалистов приходит к мнению, что определяющее значение имеют не выбросы CO_2 или H_2O , а нарушение баланса выделения и поглощения их. Основные поглотители – леса и океан. Уничтожение лесов в древности уже приводило к катастрофам. Так исчезли великие цивилизации древности – Вавилон, Майя, о. Пасхи и другие. Настоящий момент характеризуется глобальным загрязнением океана и осушением болот.

Мы проанализировали различные факторы воздействия авиации на ОС (таблица 1).

Таблица 1 – Виды загрязнений, их локализация и пути устранения

Вид	Место	Наименование	Количество	Класс опасности [7]	Примечания
Химическое	ЗА	ПОЖ (противообледенительная жидкость)	Кристаллизация остатков на перроне (гибель микроорганизмов), нарушение аэрации между земной поверхностью и приземным слоем воздуха, загрязнение водоносных почв - примерно 200-600 л.	Разная в зависимости от используемой жидкости (от I до VI). Антиобледенительные присадки: моноэтиловый эфир этиленгликоля – III; глицерин – II. Антиокислительные присадки: p-оксидифениламин -II. Антистатическая присадка: хромовая соль органических кислот – I; углеводороды алифатические предельные – IV. [1], [2].	Введение жидких органических растворителей для абсорбции неорганических солевых соединений антифризной и ингибиторной части ПОЖ; создание специализированных участков для проведения обработки ЛА, где будет система выведения отработанных жидкостей - инсинераторы (деактиваторы загрязняющих веществ). Модернизация агрегатов облива.

Продолжение таблицы 1

Химическое	КП, С	Пары масла двигателя		БП может быть поставлена под угрозу. Возможные острые симптомы у экипажа: раздражение глаз, заложенность пазух носа, респираторные симптомы, расстройство желудочно-кишечного тракта и неврологические симптомы. [3]	Осмотр зоны замков лопаток вентилятора двигателя, зоны обтекателя и лопаток входного направляющего аппарата на предмет выявления следов масла, которые могут свидетельствовать об отказе сальникового уплотнения на передней ступени компрессора.
Химическое	Водоемы вблизи ЗА	Нефть и нефтепродукты	40% нефти оседает на дно, 40% остается в воде в виде эмульсии и 20% присутствует на поверхности в виде пленки. [4]	Затрудняет аэрацию воды. Нефть сырая – III.	Самоочищение происходит медленно (за 2-7 сут содержание эмульгированных нефтепродуктов снижается при 20° на 40%, а при 5° на 15%); использование фильтров. [4]
Химическое	ЗА	Вода	Примерно 40 млн м ³ [5]	В сточных водах производственной ЗА и других авиапредприятий содержатся бензол (II), ацетон (VI), нефтепродукты, кислоты, щелочи, растворенные металлы и другие ЗВ, ядохимикаты. [5]	Надлежащая фильтрация воды.
Химическое	ЗА	CO, C _n H _m , NO, NO ₂	На территории 4 км выделяется в атмосферу за 1 сутки 1000 - 1500 кг CO, 300 - 500 кг C _n H _m и 50 - 80 кг NO, NO ₂ . [4]	Угарный газ (IV), углеводородные соединения (IV), оксиды азота (III).	
Химическое	КП	Слив топлива	За 1 раз колеблется от 1 - 2 тыс. до 50 тысяч литров. [4]	Сильные местные загрязнения. Доля неиспарившегося топлива, достигающего поверхности земли в виде капель, зависит от температуры воздуха и высоты слива. На малых высотах может выпадать до нескольких процентов сливаемого топлива.	Переход на электрический вид авиатранспорта.
Электромагнитное	ЗА	Электромагнитное излучение		Облучение	Оптимизация взаимного расположения излучающих устройств и мест труда в плане уменьшения времени облучения и предотвращения попадания людей в зоны с высокой интенсивностью облучения; экранирование облучаемых объектов. [5]
Химическое	КП	Эмиссия	За 1 ч полета расход 15 т топлива и 625 т воздуха, выброс в ОС 46,8 т CO ₂ , 18 т паров воды, 635 кг CO, 635 кг NO/NO ₂ , 15 кг SO ₂ , 2,2 кг твердых частиц. [4]	Диоксид углерода (IV), оксид углерода (IV), оксиды азота (III), оксид серы (III), сажа (III)	Улучшение качества топлива и его полная смена – биотопливо. Переход на новые виды авиатранспорта.

Окончание таблицы 1

Химическое	ЗА	Шум	Старт самолета, 100 м – 120 дБ. Взлет самолета, 25 м - 140 дБ. [5]	Развитие шумовой болезни, повышенная утомляемость и снижение работоспособности, ухудшение внимания и речевой связи; предпосылки к ошибочным действиям. Частые головные боли и раздражительность.	Внедрение менее шумных воздухозаборников и выхлопных сопел; совершенствование аэродинамических форм и компоновки двигателей ЛА; использование шумопоглощающих и звукоизолирующих материалов.
	ЗА	Свинец	В верхних слоях почвы концентрация составляет по различным оценкам от 60 до 550 мг/кг. [4]	Поступает из АВ вследствие оседания и вымывания осадками и образуется при сгорании топлива. В результате сжигания нефти и бензина почти 50 % антропогенных выбросов. [6] I класс опасности.	Переход на возобновляемые источники энергии.
	ЗА	Иодид серебра		Самолёт, пролетая в облаках, замораживает капли. Такие полеты резко меняют погоду неподалёку от аэропортов и действительно наблюдаются учащенные осадки. Иногда пилоты самолета умышленно «вызывают» дождь, сбрасывая с самолёта йодистое серебро. II класс опасности. [5]	Конденсационные следы реактивных пассажирских самолетов. Частицы сажи сгоревшего топлива и производимого двигателями водяного пара провоцируют конденсацию паров воды, присутствующей в верхних слоях тропосферы и тропопаузе. Этот процесс сопровождается выделением тепла [5].

Примечания: ЗА – зона аэропорта; КП – крейсерский полет; КБ, С – кабина пилота, салона; БП – безопасность полета; ЗВ – загрязняющие вещества; АВ – атмосферный воздух; ЛА- летательный аппарат.

Как видим, список не полный, но внушительный. Тем не менее, совершенно очевидно, что эти загрязнения носят локальный характер Аэропортов, в том числе и военных, не так много, чтобы вызвать глобальные последствия.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Присадки, повышающие качества авиационных топлив [Электронный ресурс] / Referat911 - Режим доступа: <https://www.referat911.ru/Transport/prisadki-povyshajushhie-kachestva-aviacionnyh-topliv/15266-1055459-place1.html> - Дата доступа: 03.12.2019.

2. Doc 9640-AN/940 Руководство по противообледенительной защите воздушных судов на земле Издание второе – 2000 Учреждено Генеральным секретарем и опубликовано с его санкции Международная организация гражданской авиации.

3. Сir 344-AN/202 Инструктивные указания по обучению и подготовке персонала и представлению данных о событиях, связанных с появлением паров Утверждено Генеральным секретарем и опубликовано с его санкции Международная организация ГА.

4. Защита окружающей среды при авиатранспортных процессах/в В. Г. Еенков, П. М. Желтов, Б. Н. Мельников и др.; Под ред. В. Г. Еенкова. – М.: Транспорт, 1984. – 198 с.

5. Загрязнение окружающей среды при авиатранспортных процессах / М. Л. Асатуров; Рецензенты: В. И. Иванов, В. А. Матюгин; Учебное пособие / Университет ГА. С.-Петербург, 2010.

6. Г. А. Никитин, Е. А. Баканов. Топливные, масляные и гидравлические системы воздушных судов. Учебное пособие. М., «Машиностроение», 1977, 280 с.

7. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 09.11.17, 8/32492. Постановление министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92.

Белорусская государственная академия авиации
ПРИМЕНЕНИЕ АВИАЦИИ В ПОКОРЕНИИ МАРСА

Космос всегда манил человечество, люди стремились покорить звездные вершины и узнать, что таит небесная бездна. Были первые шаги на Луне, которые провозгласили о великом прогрессе всего мира. На сегодняшний день, покорение Марса – скорее вопрос времени, чем какая-то заоблачная мечта. Амбициозные проекты современных компаний не оставляют сомнений в том, что уже в ближайшие годы человечеству удастся стать межпланетным видом. Исследование Красной планеты ведется уже давно, однако привлечение к этой задаче авиации однозначно ускорит процесс сбора необходимой информации. Так в чем же заключается основная проблема запуска исследовательских воздушных судов на Марсе и как скоро воздушное пространство над красными пустынями будут бороздить земные беспилотники?

Отправить на Красную планету марсоход – это хорошо. Отправить вместе с ним вертолет – еще лучше. Именно такой план есть у NASA на 2020 год. Идея в том, чтобы ровер катался по красной пустыне, а перед ним летал маленький вертолет. Главное преимущество данной задумки состоит в том, что вертолет сможет разведывать местность перед марсоходами делать снимки. Преимущество такого дуэта перед остальными марсоходами будет несопоставимым.

Взлететь над Марсом на вертолете – дух захватывает от самой этой идеи. Однако марсианский вертолет (Mars Helicopter) уже не идея, а реальный проект, которым с 2013 года занимается Лаборатория реактивного движения NASA. Глава NASA Джим Бريدентин считает, что сама идея о вертолете, который будет летать над поверхностью Марса, просто завораживает. По его мнению, дальнейшее использование мини-вертолетов исследованиях обязательно приведёт к новым научным открытиям, а также внесет большой вклад в изучение «Красной планеты». Стоит отметить, что в рамках проекта «Mars 2020» будет запущен новый планетоход, построенный на платформе Curiosity. Аппарат получит улучшенное бортовое оборудование и широкий набор научных инструментов. При этом, на борту ровера будет находиться беспилотник «Mars Helicopter». Известно, что он будет весить всего лишь 1 800 г. Зато лопасти такого малыша будут вращаться в 10 раз быстрее, чем у обычного вертолета, это позволит Mars Helicopter летать в разреженной марсианской атмосфере.

Дрон-вертолёт будет использовать вращающиеся в противоположных направлениях соосные винты диаметром более 1 метра. Также, будет оснащен специальным оборудованием, которое необходимо мини-вертолету для работы в условиях Марса: солнечными аккумуляторами для зарядки литий-ионных батарей, камерой высокого разрешения для навигации, приземления и научного изучения поверхности, передатчиком данных на ровер «Марс-2020», а также механизмом нагрева, необходимым аппарату ввиду холодных марсианских ночей. Из-за слабости и неустойчивости магнитного поля Марса использование компаса для навигации по планете невозможно, поэтому в систему навигации аппарата будет встроена камера с солнечным трекером (solar tracker). Также возможно использование гироскопа, визуальной одометрии, инклинометра, высотомера и других датчиков.

Основная проблема в том, что между Землей и Марсом существуют большие различия. Во-первых, плотность атмосферы на Марсе значительно ниже, чем на Земле (около 1 % атмосферной плотности). У поверхности Красной планеты давление примерно такое же, как на нашей планете на высоте 30 километров. Во-вторых, гравитационное поле на Марсе также меньше (всего 38 % гравитации на поверхности Земли). С одной стороны, низкая плотность атмосферы усложняет полет вертолета, с другой – пониженная гравитация упрощает его. Рекорд высоты полета вертолетов на Земле – около 11 тысяч метров. Атмосфера Марса составляет 1 % земной, поэтому, когда вертолет окажется на поверхности Марса, это уже будет эквивалентно полету на высоте 30 480 метров. В NASA все же

уверены: Mars Helicopter полетит. Его поднимет 4-лопастной винт, вращающийся со скоростью 3 тысячи оборотов в минуту – в 10 раз быстрее, чем лопасти земных вертолетов. Аппарат впервые позволит взглянуть на марсианские ландшафты с высоты птичьего полета. Специалисты полагают, что с его помощью можно будет выбрать места посадки пилотируемых экспедиций, оценить местные угрозы.

После прибытия на Красную планету ровер Mars 2020 опустит мини-вертолёт на грунт в подходящем месте и отъедет на безопасное расстояние. После этого планируется серия испытательных полётов с постепенным увеличением продолжительности и дальности. Если эксперимент окажется успешным, в перспективе подобные летательные аппараты смогут использоваться для разведки местной территории, проведения фотосъёмки с небольшой высоты и прочее.

Стоит отметить, что все полеты мини-вертолета будут тестовыми, руководство NASA пока не ставит перед аппаратом каких-то конкретных задач. На данный момент планируется 5 полетов, общей длительностью до 90 секунд. Первый раз аппарат на 30 секунд зависнет над поверхностью планеты на высоте трех метров.

В марте 2018 года проект получил финансирование в размере 23 млн долларов США. Если миссия пройдет успешно, то Штаты станут первой страной, запустившей на другой планете летательный аппарат тяжелее воздуха. По словам специалистов, изучение Красной планеты с помощью вертолета свидетельствует об успешном соединении инноваций в области науки и техники и является уникальной возможностью для продвижения исследований Марса в будущем.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Mars Helicopter Scout» статья. Интернетресурс wikipedia.org/wiki/Mars_Helicopter_Scout.
2. «NASA отправит на Марс вертолет» статья. Журнал «Популярная механика» №10, Октябрь 2019. Интернет ресурс www.pormech.ru.

УДК: 620.19, 53.05, 53.06, 53.07

А.Д. Головков, П.И. Федотова

Статья подготовлена под руководством к.т.н., с.н.с., доцента Бутюгина М. А.
Московский гражданский технический университет гражданской авиации

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ РАБОТЫ МАГНИТОРЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА (GMR) ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Экспериментально исследована и показана на опытных результатах возможность использования магниторезистивного датчика на основе гигантского магниторезистивного эффекта (GMR) для регистрации поверхностных дефектов ферромагнитных материалов.

Ключевые слова: дефектоскопия, поверхностные дефекты, ферромагнитные материалы, макет устройства, авиационная техника, гигантское магнетосопротивление, разработка датчика, магниторезистивный эффект, датчик, эксперимент.

1. Введение

Для анализа технического состояния различных объектов авиационной техники (АТ) применяют современные методы магнитной диагностики.

Данные методы обладают высокой производительностью и позволяют не только выявить области дефектов структуры, но и делать выводы о размере дефектов ферромагнитных материалов (узлов и агрегатов АТ).

Цель работы – разработка макета устройства для демонстрации перспективного датчика, функционирование которого основано на квантово-механическом явлении, открытом в 1988 году физиками А. Фертом и П. Грюнбергом – гигантском магниторезистивном эффекте.

Метод магнитной диагностики основан на свойстве магнитного материала в местах расположения дефектов изменять магнитные свойства: намагниченность и магнитную проницаемость [1]. При наличии дефекта на исследуемом объекте подмагничивающий магнитный поток рассеивается и приобретает локальную неоднородность. Изменения свойств магнитных материалов регистрирует датчик дефектоскопа.

Датчик представляет собой магнитную сверхрешетку – кристаллически согласованную структуру из периодически чередующихся параллельных ферромагнитных и неферромагнитных слоев (кобальт и медь). Чередующиеся ферромагнитные слои намагничены в противоположных направлениях [2].

При отсутствии внешнего магнитного поля направление векторов намагничивания в ферромагнитных слоях магнитной сверхрешетки оказываются антиферромагнитными. При воздействии внешним магнитным полем вдоль структуры все вектора намагниченности переориентируются на параллельное направление. Такая переориентация приводит к резкому снижению электрического сопротивления структуры в продольном направлении. Главную роль в данном эффекте играют особенности взаимодействия спиновых моментов свободных электронов с магнитными моментами атомов ферромагнетика – их взаимодействия максимальны в случае их параллельности и минимальны в случае их антипараллельности [3].

Вышеописанный эффект дал нам возможность использовать такую структуру в качестве датчика магнитного поля. Локальная неоднородность вызывает изменение индукции магнитного поля и переориентацию намагниченности в ферромагнитных слоях. В следствие этого изменяется ток протекающий через датчик который регистрируется устройством, что свидетельствует о наличии дефекта в материале исследуемого объекта.

2. Экспериментальная установка и результаты исследований

Схема устройства для демонстрации работы магниторезистивного датчика (GMR) включает в себя следующие компоненты: источник постоянного тока для питания датчика (ИП), магниторезистивный датчик, магнит для создания подмагничивающего поля и аналого-цифровой преобразователь, соединённый с компьютером (рисунок 1).

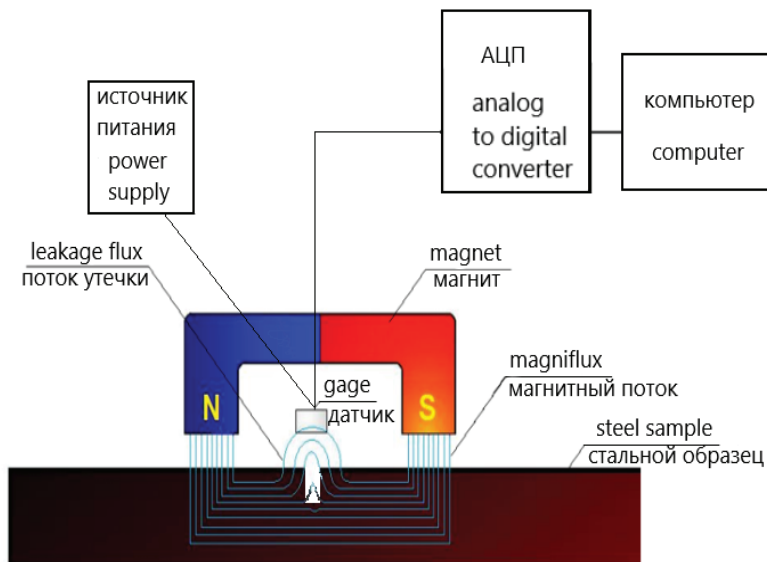


Рисунок 1 – Схема регистрации сигналов датчика на основе постоянного магнита

Во втором варианте макета устройства, подмагничивание осуществлялось катушкой индуктивности с магнитным сердечником (рисунок 2).

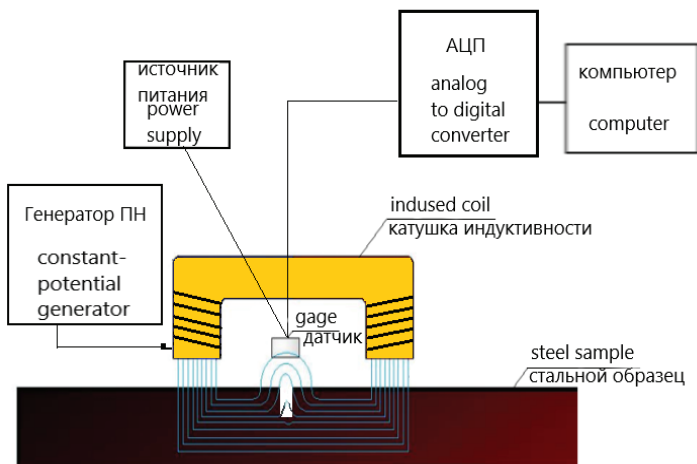


Рисунок 2 – Схема регистрации сигналов датчика на основе катушки индуктивности

Апробация датчика проводилась на специальных образцах: стальных пластинах толщиной 2 мм, шириной 40 мм и длиной 100 мм. В пластинах были образованы дефекты в виде отверстий 2–4 мм и щелей шириной 0,5 мм, длиной 20 мм.

Измерения проводились следующим образом: с помощью магнита, в выбранной области, создавалось подмагничивающее поле, далее датчик вручную сканировался по специальному образцу, а сигнал с датчика поступал на компьютер и отображался на экране (рисунок 3). Дополнительно были испытаны эти же устройства и контрольные образцы, но с подмагничиванием переменным магнитным полем (рисунок 4).

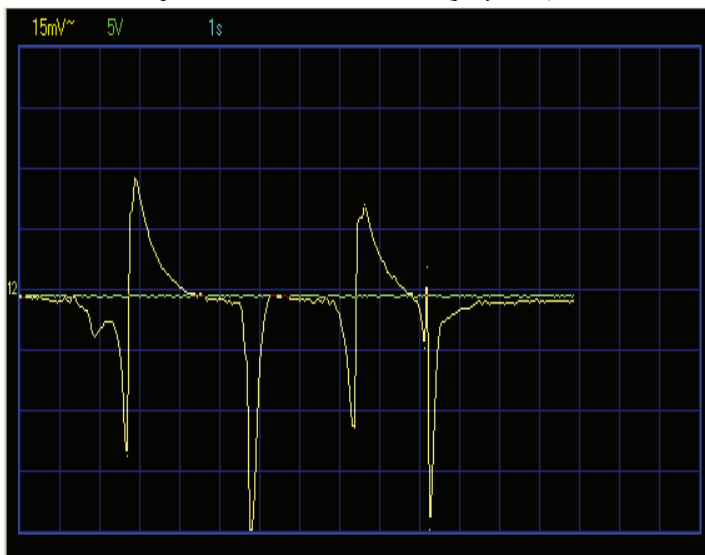


Рисунок 3 – Осциллограмма сигнала датчика с постоянным магнитом

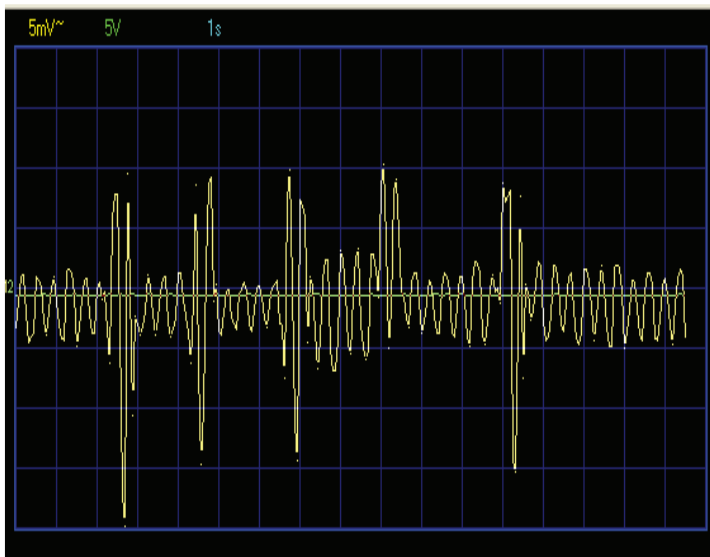


Рисунок 4 – Осциллограмма сигнала датчика с катушкой индуктивности

3. Выводы

Результаты выполненных экспериментальных испытаний показали:

1. Работоспособность разработанного устройства;
2. Возможность использования магниторезистивного датчика на основе гигантского магниторезистивного эффекта (GMR) для регистрации поверхностных дефектов ферромагнитных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нанотехнологии в электронике / В. Лозовский, Г. Константинова, С. Лозовский. – Учебное пособие. 2-изд., испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 336 с.
2. Гигантское магнитосопротивление магнитных сверхрешеток (001) Fe / (001) Cr / A. Ферт и соавт. – Научное обоснование Нобелевской премии по физике 2007 г. – Отделение физики Шведской Королевской академии наук, 2007 г. – 23 с.
3. Повышенное магнитосопротивление в слоистых магнитных структурах с антиферромагнитным межслоевым обменом / Г. Бинаш, П. Грюнберг, Ф. Сауренбах, В. Зинн. – Phys. Rev. B 39, 4828 (1989).

УДК 629.7.083

В.В. Грибанов, Л.Ю. Сыроваткина, И.А. Сергеев

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА ПОСТАВКУ И ХРАНЕНИЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Внедрение интегрированной логистической поддержки (ИЛП) [1, 2] жизненного цикла изделий авиационной техники (АТ) невозможно без централизованного планирования материально-технического обеспечения (МТО) АТ. Так, комплекс мероприятий по управлению запасами комплектующих изделий (КИ) сопровождается оперированием

большим количеством данных и требует создания специальных математических алгоритмов, целью которых является обеспечение минимальных финансовых затрат при осуществлении качественного и своевременного МТО АТ. В настоящем докладе предлагается метод планирования периодичности и объема поставок КИ в авиационные части, в основу которого положена концепция минимизации суммарных затрат на поставку и хранение КИ. Данные метод учитывает широкую номенклатуру КИ, определяет количество задействованных в поставках транспортных средств и дает обоснование размеров страховых запасов КИ, исходя из допустимого уровня риска истощения страхового запаса в период между поставками.

Суммарные затраты на МТО авиационных частей комплектующими складываются из затрат на хранение на складах и затрат на транспортировку. Можно показать, что с учетом страховых запасов суммарные затраты s , приведенные к одной единице времени, определяются следующим выражением:

$$s = \frac{1}{T_n} \sum_{j=1}^J q_j \cdot \delta_j + \sum_{i=1}^K (L_i - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J n_{ij}) c_i, \quad (1)$$

где J – количество имеющихся в наличии транспортных средств;

K – количество типов КИ;

T_n – период поставки;

q_j – стоимость рейса j -го транспортного средства;

δ_j – бинарная переменная ($\delta_j = 1$, если j -е транспортное средство задействовано и $\delta_j = 0$, если не задействовано);

L_i – количество КИ i -го типа, необходимых для обеспечения требуемого уровня риска R_i ;

n_{ij} – количество изделий i -го типа, перевезенных j -м транспортным средством;

c_i – стоимость хранения на складе одной единицы КИ i -го типа в течение единицы времени. Уровень риска R_i – это вероятность отсутствия изделия i -го типа в момент его потребности для ремонта АТ.

На целочисленные переменные T_n , n_{ij} и δ_j налагаются условия:

$$-1 + \sum_{j=1}^J n_{ij} \leq v_i \cdot T_n \leq \sum_{j=1}^J n_{ij}, \quad (2)$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^K m_i \cdot n_{ij} \leq M_j \cdot \delta_j, \quad 0 \leq \sum_{i=1}^K v_i \cdot n_{ij} \leq V_j \cdot \delta_j, \quad (3)$$

где v_i – интенсивность потока отказов КИ i -го типа в авиационной части (среднее число отказов в единицу времени);

m_i – масса единицы изделия i -го типа;

M_j – грузоподъемность j -го транспортного средства;

v_i – упаковочный объем единицы изделия i -го типа;

V_j – объем грузового помещения j -го транспортного средства. Интенсивность потока

отказов v_i не является целым числом, и смысл условия (2) заключается в том, что потребность $v_i \cdot T_n$ авиационной части в комплектующих изделиях i -го типа округляется до целого числа в сторону увеличения. Выражения (3) означают, что общая масса и общий объем груза, перевозимого j -м транспортным средством не должны превышать, соответственно, грузоподъемность и вместимость этого транспортного средства.

Для обеспечения требуемого уровня риска R_i в активе склада в день поставки должно находиться количество КИ i -го типа в количестве не менее L_i штук. Число L_i можно определить из анализа статистических данных. Если имеется обширная база данных по отказам за достаточно большой период времени, то из анализа этих данных можно определить число L_i как такое наименьшее число отказов, при котором значение отношения количества интервалов длительности T_n , на которых произошло не более L_i отказов, к полному количеству рассматриваемых интервалов такой длительности не ниже значения $(1-R_i)$. Результат такого анализа можно записать в виде:

$$T_n = \sum_{r=1}^{r'} T_{n,r} \cdot x_r, \quad L_i = \sum_{r=1}^{r'} L_{i,r} \cdot x_r, \quad \sum_{r=1}^{r'} x_r = 1, \quad (4)$$

где x_r – бинарные переменные, $x_r \in \{0,1\}$;

r' – количество рассматриваемых интервалов T_n ;

$T_{n,r}$ и $L_{i,r}$ – значения T_n и L_i на r -ом рассматриваемом интервале. Условия (4) имеют следующий смысл. Сумма бинарных переменных x_r , равная единице, выделяет только одну бинарную переменную, не равную нулю. В свою очередь эта ненулевая переменная выделяет единственное значение $T_{n,r}$ и соответствующее ему единственное значение $L_{i,r}$ из всех рассматриваемых значений.

При отсутствии возможности определить значения L_i статистически общепринятым подходом для оценки L_i является полагать, что поток отказов является пуассоновским [3]. В этом случае число L_i определяется из решения неравенства:

$$\sum_{l=1}^{L_i} \frac{1}{l!} (v_i \cdot T_n)^l \cdot \text{Exp}(-v_i \cdot T_n) \geq 1-R_i. \quad (5)$$

Заметим, что условие (5) также можно записать в виде (4), где значения $L_{i,r}$ для каждого $T_{n,r}$ определяются не статистически, а из выражения (5).

Таким образом, представленные в докладе алгоритмы могут служить составной частью мероприятий по МТО в рамках ИЛП как для существующих образцов АТ, так и для вновь создаваемых, что будет способствовать более рациональному распределению КИ и снижению общих затрат на обслуживание АТ.

Нахождение минимума функции (1) при наличии условий (2), (3) и (4) представляет собой задачу нелинейного целочисленного программирования с бинарными переменными. Решение такой задачи является трудоемкой. Однако, заметим, что если в эту систему вместо T_n подставить целое число, то эта задача становится задачей линейного целочисленного программирования, решение которой хорошо изучено и алгоритмы решения которой реализованы практически во всех системах символьного или численного вычисления. Поэтому на практике для нахождения минимума функции (1) при условиях (2), (3) и (4) можно поступить следующим образом. Выбрать крупный шаг для T_n , например, и на этом шаге найти диапазон значений T_n , на котором функция (1) имеет минимум. Далее в этом диапазоне, используя более мелкий шаг для T_n , определить более узкий диапазон для минимума. Этот процесс можно повторить несколько раз, пока шаг T_n не достигнет единицы.

Таким образом, предлагаемый метод позволяет определить T_n – период поставок КИ; j , $\delta_j = 1$ – необходимые для осуществления поставок транспортные средства; n_{ij} – количество единиц КИ i -го типа, перевозимых на j -ом транспортном средстве; $\sum_{j=1}^J n_{ij}$ – объем поставок и $(L_i - \sum_{j=1}^J n_{ij})$ – объем страхового запаса по каждому типу КИ. Данный метод предлагается использовать как часть мероприятий по материально-техническому обеспечению авиационных частей в рамках ИЛП авиационной техники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 53393-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2017. – 12 с.
2. ГОСТ Р 57105-2016. Интегрированная логистическая поддержка. Анализ логистической поддержки. Требования к структуре и составу базы данных. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
3. Судов Е.В., Петров А.Н., Петров А.В., Осяев А.Т., Серебрянский С.А. Технологии интегрированной логистической поддержки в процессах жизненного цикла авиационной техники. Учебное пособие. – М.: Эдитус, 2018. – 174 с.

УДК 621.317.1

А.И. Кириленко, Е.Ю. Кунай

Белорусская государственная академия авиации

ОБ ОДНОМ КОСВЕННОМ МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ

В лабораторной практике рассматриваются две схемы одновременного включения вольтметра и амперметра (рисунок 1) в различных измерениях [1]. Рассмотрим определение мощности потребляемой нагрузкой по показаниям вольтметра и амперметра. Возможны две схемы включения (рисунки). Дано: R_a – сопротивление амперметра, R_b – сопротивление вольтметра, R – сопротивление нагрузки. Сопротивление амперметра много меньше сопротивления вольтметра.

Считая данным напряжением U , найдем ток, текущий через амперметр I_a и напряжение U на нагрузке R . Найдем также ток в цепи I , напряжение на вольтметре U_b по схемам 1 и 2.

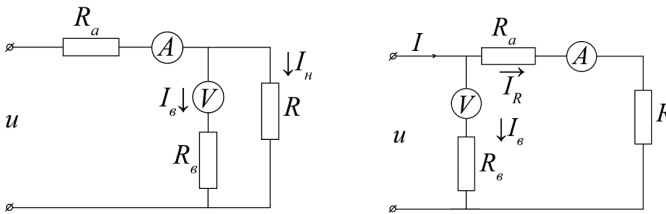


Рисунок 1 – Схемы включения амперметра и вольтметра в одну цепь (схема 1 и схема 2)

В первой схеме ток в цепи равен току, текущему через амперметр $I = I_a$. Сопротивление параллельного участка, содержащего вольтметр и нагрузку равно $R_{II} = \frac{RR_b}{R + R_b}$.

Тогда полное сопротивление цепи R_0 равно $R_0 = R_a + R_{II}$, и измеряемая амперметром сила тока:

$$I = I_a = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{R_a + R_{II}} = \frac{U(R + R_b)}{R(R_a + R_b) + R_a R_b}.$$

Показания вольтметра $U_b = I_b R_b$, однако $I_b R_b = I_n R$, $I_b + I_n = I$. Отсюда

$$I_b = I_n \frac{R}{R_b} = (I - I_b) \frac{R}{R_b}, \quad I_b = I \frac{R}{R_b + R}. \quad \text{Окончательно} \quad U_b = I \frac{R}{R_b + R} R_b = \frac{UR_b R}{R(R_a + R_b) + R_a R_b}.$$

Если бы все приборы были бы идеальными, то вольтметр показал бы напряжение U .

Ошибка $\Delta U = U - U_b = U \left(1 - \frac{R_b R}{(R_a + R_b)R + R_a R_b}\right) = \frac{R_a R + R_a R_b}{(R_a + R_b)R + R_a R_b} \cdot U$.

Относительная ошибка измерения напряжения нагрузки $\frac{\Delta U}{U} = \frac{R_a R + R_a R_b}{(R_a + R_b)R + R_a R_b}$. Ток

через нагрузку $I_n = I - I_b = I \left(1 - \frac{R}{R_b + R}\right) = I \frac{R_b}{R_b + R}$. Разность между показаниями амперметра с током

нагрузки $\Delta I = I - I_n = I \frac{R}{R_b + R}$.

Относительная ошибка измерения тока $\frac{\Delta I}{I} = \frac{R}{R_b + R}$. Истинная мощность, выделяемая на

нагрузке $P_{ин} = I_n U_n = I \frac{R_b}{R_b + R} U_b = U^2 \frac{R_b^2 R}{[R(R_a + R_b) + R_a R_b]^2}$.

Мощность, определяемая по показаниям приборов,

$$P_{ин} = I U_n = U^2 \frac{R_b R (R_a + R_b)}{[R(R_a + R_b) + R_a R_b]^2}.$$

Как видно, $P_{ин} > P_{ин}$ — мощность, определяемая по приборам, больше истинной.

Разность составляет:

$$\Delta P = P_{ин} - P_{ин} = P_{ин} = I U_n = U^2 \frac{R_b R^2}{[R(R_a + R_b) + R_a R_b]^2}.$$

Во второй схеме напряжения на вольтметре равно U . Ток через нагрузку и через амперметр одинаков и равен I_R . Имеем:

$$I = I_b + I_R, \quad I_b R_b = I_R (R + R_a) = U,$$

Отсюда $I_a = I_R = \frac{U}{R + R_a}$, и напряжение на нагрузке составляет

$$U_R = I_R \cdot R = U \frac{R}{R + R_a}$$

Если бы приборы были идеальными, то напряжение на нагрузке равнялось бы U .

Разница $\Delta U = U - U_R = U \left(1 - \frac{R}{R + R_a}\right) = U \frac{R}{R + R_a}$.

$$r = \frac{\Delta U}{U} = \frac{R_a}{R + R_a}.$$

Относительная погрешность измерения напряжения

Определим ошибку в нахождении тока в цепи I . Амперметр замеряет величину I_R .

Общее сопротивление цепи $R_0 = \frac{R_b (R_a + R)}{R_b + R_a + R}$. Ток в цепи $I = \frac{U}{R_0} = U \frac{R_b + R_a + R}{R_b (R_a + R)}$.

Разность между показаниями амперметра и током в цепи:

$$\Delta I = I - I_R = U \left(\frac{R_b + R_a + R}{R_b (R_a + R)} - \frac{1}{R + R_a} \right) = \frac{U}{R_b}.$$

Погрешность относительная $\frac{\Delta I}{I} = \frac{1}{R_b} \frac{R_b (R_a R)}{R_b + R_a + R} = \frac{R_a + R}{R_b + R_a + R}$.

Истинная мощность, выделяемая на нагрузке $P_{нн} = I_R U_R = U^2 \frac{R}{(R+R_a)^2}$. Мощность, определяемая по показаниям приборов, $P_{ин} = U^2 \frac{1}{R+R_a}$. Опять получаем $P_{ин} > P_{нн}$. В этом случае $\Delta P_2 = U^2 \frac{R_a}{(R+R_a)^2}$.

Представляет интерес вопрос о том, какая величина ΔP_1 или ΔP_2 больше. Составим разность $y_1(R) = \Delta P_1 - \Delta P_2$. После преобразований с точностью до общего множителя U^2 имеем

$$y(R) = \frac{R_b R^2}{[R(R_a + R_b) + R_a R_b]^2} - \frac{R_a}{(R + R_a)^2}.$$

Исследовав эту функцию, можем произвести выбор между схемами включения приборов. Легко убедиться, что знаменатель (без квадратов) имеет вид $z(R) = R^2(R_a + R_b) + R R_a(R_a + 2R_b) + R_a^2 R_b$. Эта функция экстремума не имеет и всегда положительна. Таким образом, все особенности поведения функции $y(R)$ определяются числителем, который можно преобразовать к виду

$$r(R) = R^4 + 2R_a R^3 - R^2(R_a^2 + \frac{R_a^3}{R_b} + R_a R_b) - R \cdot 2R_a^2(R_a + R_b) - R_a^3 R_b.$$

Пренебрегая малым вторым членом в первой скобке, это выражение можно преобразовать к виду $r(R) = R(R + 2R_a)(R^2 - R_a R_b) - R_a^3 R_b$. Здесь можно пренебречь слагаемым $2R_a$ в первой скобке. Тогда $r(R) = R^4 - R^2 R_a R_b - R_a^3 R_b$. Это выражение имеет корни и, следовательно,

меняет знак. Эти корни определяются выражением $R_{1,2}^2 = \frac{R_a}{2}(R_b \pm \sqrt{R_b(R_b - 4R_a)})$. Итак, в промежутке между этими корнями $y_1(R) < 0$, и $\Delta P_1 < \Delta P_2$, то есть большую точность определения мощности обеспечивает первая схема.

Таблица 1 – Технические характеристики вольтметров и амперметров

Амперметры			Вольтметры	
№	Диапазон измерений	Внутреннее сопротивление	Диапазон измерений	Внутреннее сопротивление
1	50 мкА	2 кОм	0,3 В	6 кОм
2	300 мкА	1 кОм	1 В	20 кОм
3	3 мА	100 Ом	3 В	60 кОм
4	30 мА	10 Ом	10 В	200 кОм

Таблица 2 – Результаты расчета погрешностей (по схемам 1 и 2)

№	R_a	R_b	R_1	R_2	R	$y(R)$	$\Delta P_1, \Delta P_2$	Схема
1	$2 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^4$	$10,92 \cdot 10^3$	$8,37 \cdot 10^2$	10^3	$-59,9 \cdot 10^{13}$	$\Delta P_1 < \Delta P_2$	1
2	10^3	$2 \cdot 10^4$	$4,42 \cdot 10^3$	$7,07 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$	$-9,4 \cdot 10^{13}$	$\Delta P_1 < \Delta P_2$	1
3	10^2	$6 \cdot 10^3$	$7,67 \cdot 10^3$	$1,05 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^3$	$75,59 \cdot 10^{13}$	$\Delta P_1 > \Delta P_2$	2
4	10	$2 \cdot 10^5$	$1,41 \cdot 10^3$	0	$2 \cdot 10^4$	$7,92 \cdot 10^{16}$	$\Delta P_1 > \Delta P_2$	2

Таблица 3 – Проверка приближений

	1	2	3	4
R_a^3 / R_b	$1,333 \cdot 10^4$	$0,5 \cdot 10^5$	$1,67 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^{-2}$
$2R_a$	$4 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	20

Расчёты проведены в соответствии с данными таблицы 1. Результаты расчётов представлены в таблице 2. Результаты проверки сделанных приближений в соответствии с вариантами выбора пары амперметр-вольтметр (1-4 по таблице 1) представлены в таблице 3. Таким образом, схемы 1 и 2 не вполне эквивалентны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электрические измерения. Общий курс. / под ред. А.В.Фремке. – Энергия. Ленинградское отделение, 1973. - 421 с.

УДК 338.57.055.3+656.7.039.1/.2

А.А. Кривонос, В.В. Зубкевич, А.И. Науменко (научный руководитель)

Белорусская государственная академия авиации

АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «АВИАКОМПАНИЯ «БЕЛАВИА» ПРИ ПОДХОДЕ К СНИЖЕНИЮ СТОИМОСТИ АВИАБИЛЕТОВ

ОАО «Авиакомпания «Белавиа» – лидер пассажирских авиаперевозок в Республике Беларусь. Основной принцип авиакомпании – это создание положительного имиджа за счет безопасности, регулярности, точности выполнения полетов и улучшения качества обслуживания пассажиров. Базируется в РУП «Национальный аэропорт Минск», имеет свои представительства в 17 странах мира и является полноправным членом IATA. Маршрутная сеть компании насчитывает около 50 прямых рейсов из городов Республики Беларусь. Ежегодно «Белавиа» показывает рост примерно на 25% по перевозке грузов и пассажирообороту.

В рамках выполнения Государственной программы развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016-2020 годы Подпрограммы 4 «Развитие гражданской авиации Республики Беларусь» основными задачами авиакомпании являются по отношению к 2015 году:

- увеличение вклада воздушного транспорта в развитие экономики республики в виде повышения качества обслуживания населения, обеспечить транспортную доступность и повысить авиационную подвижность населения;
- повышение эффективности использования аэропортов в соответствии с требованиями растущего авиатранспортного рынка;
- поднятие конкурентоспособности белорусских авиаперевозчиков за счет обновления парка авиакомпании новыми воздушными судами возрастом не более 12 лет, соответствующими современным экологическим требованиям и обеспечивающими экономии ресурсов и высокий уровень сервиса.

ОАО «Авиакомпания «Белавиа» обладает современным парком воздушных судов западного производства. Все самолеты соответствуют требованиям общемировых стандартов по технической безопасности, шумам и могут выполнять полеты в страны ближнего и дальнего зарубежья без каких-либо ограничений.

Основной акцент в своей работе авиакомпания делает на предоставлении возможности клиентам летать как прямыми рейсами, так и без промедления продолжить путешествие в любую точку мира, стараясь учесть при этом все пожелания пассажиров.

Однако большинство пассажиров, пользующиеся услугами авиакомпании, взволнованы высокими ценами на билеты и стоит вопрос – когда же цены на них станут доступными для всех жителей страны. Поэтому в статье мы проанализируем некоторые экономические решения авиакомпании, касающиеся снижения стоимости услуги авиаперевозки пассажиров.

Этому будет способствовать создание конкуренции путем допуска на рынок авиаперевозок авиакомпаний-лоукостеров, позволяющих летать за крайне низкую плату в обмен на отказ от большинства традиционных пассажирских услуг (ручная кладь ограниченного размера, отдельная плата за перевозку багажа, бортирование и др.).

Так за счет чего билеты в авиакомпаниях-лоукостерах дешевле, чем в классических авиакомпаниях?

1) Снижение аэропортового сбора.

Аэропортовый сбор – это определенная плата, которая взимается аэропортом с авиакомпаний, выполняющих полеты в данный аэропорт, или напрямую с пассажиров за обслуживание самолета. Он входит в стоимость авиабилетов, поэтому лоукостеры стараются летать в более дешевые аэропорты, т.е. в те, что постарее и подальше от города. Но единственной проблемой является то, что необходимо затратить лишние деньги и время на поездку до нужного пассажиру города. К счастью, лоукостерам не всегда приходится прибегать к такому варианту. Часто их базами становятся старые аэропорты, которые, чтобы хоть как-то выжить, устанавливают минимальные аэропортовые сборы. Еще один способ уменьшить аэропортовый сбор – это удешевить инфраструктуру самого аэропорта: сокращение издержек на обслуживание техники, сокращение количества автобусов, развозящих пассажиров к самолету, и др.

Аэропортовый сбор часто зависит от времени прибытия самолета. Таким образом, летать ночью дешевле, чем днем, в пик туристического сезона дороже, чем в другое время, поэтому расписание большинства лоукостов составлено с учетом этих колебаний цен.

Министерство транспорта и коммуникации подтвердил организацию полетов венгерской авиакомпании Wizz Air из РУП «Национальный аэропорт Минск» с весны 2020 года, а также что в настоящее время ведутся переговоры об организации рейсов из областных городов, таким образом, Wizz Air станет первой компанией-лоукостером, которая организует регулярные рейсы из Республики Беларусь.

2) Использование новых воздушных судов одного типа и модели.

С целью избежания затрат на ремонт и содержание большого штата работников инженерно-технического состава, а соответственно сокращения стоимости авиабилета, бюджетные авиакомпании стараются летать только на новых самолетах, а после того, как они отслужат 5–6 лет, их продают другим авиакомпаниям. Часто служащие бюджетных авиакомпаний выполняют сразу несколько функций, например, бортпроводники, наравне с их прямыми обязанностями, выполняют уборку салона, регистрацию пассажиров на рейс с целью экономии фонда зарплаты.

3) Использование единого пассажирского класса и увеличение количества пассажирских мест за счет уменьшения расстояния между проходами и креслами.

4) Упрощенная схема продажи билетов, использование единого бланка для проезда в оба конца, отсутствие бумажных билетов и переход на электронные, прямые продажи билетов, в особенности через Интернет, что уменьшает выплаты комиссионным агентам и системам резервирования.

Несмотря на вышеперечисленные показатели снижения цены за предоставление услуги по перевозке пассажиров авиакомпаниями-лоукостерами, ОАО «Авиакомпания «Белавиа» принимает меры в направлении сокращения стоимости авиабилетов, поддерживая при этом высокий уровень обслуживания, а именно создание всевозможных условий комфорта для пассажиров за адекватную плату. Например, если в 2016 году стоимость авиабилета Минск–Москва (Домодедово) была 100 EUR, то по состоянию на 2019 год его стоимость составляет 55 EUR, т.е. билет подешевел на 45 %.

Очередным шагом уменьшения стоимости авиабилетов является уменьшение размера топливного сбора в связи с изменением цен на авиатопливо.

Еще одним решением по удешевлению услуг авиакомпании является уменьшение процента кредитования на покупку новых воздушных судов, так как из-за недостатка свободных финансовых средств авиакомпании приходится пользоваться кредитными ресурсами Банка развития Республики Беларусь под процент, начиная с 8%. Например, на самолете Embraer-195 летает и «Белавиа», и Lufthansa. Эта компания в Германии берет кредит максимум под 2 %, а в ОАЭ можно взять кредит под 1 %. К тому же, если производить оплату за границу из Беларуси, платёж за перевод в пять раз больше, чем если

делать это со счета европейского представительства авиакомпании. В конечном счете, это всё сказывается на цене билета. Если из 8 % сделать 7 %, этот один процент скажется на цене в меньшую сторону.

Авиакомпания «Белавиа» пользуется спросом у транзитных иностранных пассажиров больше, чем у белорусского населения из-за невысокой заработной платы по стране.

Однако, ОАО «Авиакомпания «Белавиа» является прибыльной компанией, у которой ежегодно увеличивается пассажиропоток, модернизируется парк самолетов, расширяется сеть маршрутов и частота рейсов.

По итогам работы за 2018 год по реализации отдельных задач социально-экономического развития и показателей эффективности и отдельных показателей по системе Министерства транспорта и коммуникаций Департаментом по авиации выполнены показатели:

- по пассажирообороту выполнен на уровне 117,2 % при задании 115 %, а к уровню 2015 года рост пассажирооборота составил 146,3 % при задании 124 %;

- в 2018 году перевезено 3 386 тыс. пассажиров, темп роста к уровню 2017 года составил 112,7 %.

- общий налет воздушных судов гражданской авиации при выполнении коммерческих полетов в 2018 году составил 91287 часов и вырос к прошлому году на 31,3 %.

- проведено обновление и увеличение парка пассажирских воздушных судов, численность которых в гражданском реестре Республики Беларусь в 2018 году составила 36. Обновление парка воздушных судов позволило освоить новые рынки международных перевозок, значительно увеличить частоту выполнения полетов в Европу и страны СНГ, расширить чартерные программы, а также дало ощутимые результаты в части снижения эксплуатационных затрат на авиaperевозки и значительной экономии авиатоплива.

По отношению к 2015 году стоимость авиабилетов ОАО «Авиакомпания «Белавиа» по разным позициям уменьшилась от 10 до 48 %, по отдельным направлениям стоимость авиабилетов ниже стоимости билета на железнодорожный транспорт.

Известный американский финансово-экономический журнал «Forbes» по итогам 2018 года составил рейтинг лучших авиаперевозчиков по соотношению цены и качества. ОАО «Авиакомпания «Белавиа» заняла второе место, уступив только авиакомпании Emirates и обойдя таких ведущих перевозчиков, как Lufthansa, LOT, Turkish Airlines и других. Авиакомпания оценивались по таким критериям, как пунктуальность и ценовая политика.

Авиакомпания «Белавиа» осуществляет внедрение новых дополнительных услуг в сотрудничестве с Sabre Corporation, ведущим поставщиком технологий для мировой индустрии туризма и путешествий. Новая услуга по предварительному выбору мест внедрена в рамках реализации планов по постепенному переходу к тарифным брендам, что позволит предлагать пассажирам более низкие уровни тарифов за счет разного набора предоставляемых услуг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 апреля 2016 г. № 345 Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016-2020 годы. – Минск, 2016. – 33 с.

2. Belavia ahead of Lufthansa, KLM on Forbes Russia airline list [Electronic resource] / ed. Forbes Russia. – Moscow, 2017. – Mode of access: https://www.belarus.by/en/press-center/press-release/belavia-ahead-of-lufthansa-klm-on-forbes-russia-airline-list_i_0000053219.html. – Date of access: 14.10.2019.

3. Официальный сайт ОАО «Авиакомпания «Белавиа» [Электронный ресурс] / «Авиакомпания «Белавиа». – Минск, 2019. – Режим доступа : <https://belavia.by>. – Дата доступа: 14.10.2019.

4. Основные показатели работы гражданской авиации Республики Беларусь за 2018 год: науч. ст. / Белорусская государственная академия авиации, кафедра социально-гуманитарных дисциплин; кандидат экономических наук, доцент кафедры А.И. Науменко. – Минск, 2018. – 3 с.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Компьютерное зрение применяется довольно широко как в относительно старых областях (например, управление мобильными роботами, промышленные средства наблюдения, военные приложения), так и в сравнительно новых (взаимодействие человек/компьютер, поиск изображений в цифровых библиотеках, анализ медицинских изображений и реалистичная передача смоделированных сцен в компьютерной графике с использованием дополненной реальности "Augmented Reality"). [1]

Несмотря на многолетние исследования и значительные достижения в этой области, проблема построения полноценной системы компьютерного зрения, способной надежно и в нужном темпе работать в реальном пространстве (пусть при некоторых адаптированных условиях), остается пока нерешенной.

Для решения задач компьютерного зрения существуют кросс-платформенные .Net программный инструментарий Emgu CV (Open CV) и AForge.NET с открытым исходным кодом, разработанные под языки программирования C#, C++, VisualBasic, Python. Данный инструментарий позволяет создавать приложения под Windows, Linux, Mac OS X, iOS, Android and Windows Phone.

Основными компонентами AForge.NET являются следующие библиотеки: AForge.Imaging – библиотека, предназначенная для работы с изображениями и фильтрами; AForge.Vision – библиотека, применяющая методы компьютерного зрения; AForge.Video – пакет библиотек для выполнения работ, связанных с видеоданными; AForge.Neuro – библиотека, в которой используются возможности нейронных сетей; AForge.Genetic – библиотека, предназначенная для решения разнообразных задач с применением генетических алгоритмов; AForge.Fuzzy – библиотека работает с нечеткой логикой; AForge.Robotics – библиотека поддерживает методы, используемые в области робототехники; AForge.MachineLearning – библиотека, в которой применяются элементы машинного обучения [2].

EmguCV (Open CV) – содержит 46 библиотек обработки данных для компьютерного зрения. Основные компоненты: обработки изображений; построения простых пользовательских интерфейсов, загрузки/сохранения видео и аудио данных; анализа движения и отслеживания объектов (оптический поток, шаблоны движения, устранение фона); калибровки камеры, поиска стерео-соответствий и элементы обработки трехмерных данных; поиска, анализа и сравнения ключевых точек изображений; детектирования объектов на изображении (вейвлеты Хаара, HOG и т. д.); методы и модели машинного обучения (SVM, деревья принятия решений и т. д.). Преимущества использования EmguCV по сравнению с другими библиотеками компьютерного зрения: высокая производительность; большой функционал (более 500 функций); кроссплатформенность (наличие версии для разработки под мобильную платформу Android).

Одна из задач компьютерного зрения, является извлечение данных из видеопотока, получаемого в реальном времени или записи и поиска специальных маркеров. В зависимости от задачи, в качестве маркера могут выступать как специально сформированные изображения, так и лица людей. После нахождения маркера в видеопотоке и вычислении его местоположения, появляется возможность построения матрицы проекции и позиционирования виртуальных моделей. С помощью них можно наложить виртуальный объект на видеопоток таким образом, что будет достигнут эффект присутствия. Основная сложность как раз и состоит в том, чтобы найти маркер, определить его местоположение в кадре и спроецировать соответствующим образом виртуальную модель.

За последнее десятилетие была создана большая теоретическая база в сфере обработки изображений и поиска на нём различных объектов. Прежде всего, это касается методов контурного анализа, шаблонный маркер, детектор ключевых точек и генетических алгоритмов. С точки зрения построения дополненной реальности зачастую используются последние два подхода.

Контурный анализ представляет из себя метод описания, хранения, распознавания, сравнения и поиска графических образов (объектов) по их контурам. Под контуром понимается кривая, которая описывает границу объекта на изображении.

Шаблонный маркер применяется для поиска участков изображений, которые наиболее схожи с некоторым заданным шаблоном.

Детектор ключевых точек в компьютерном зрении относится к методам, которые нацелены на вычисление абстракций изображения и выделения на нем ключевых особенностей.

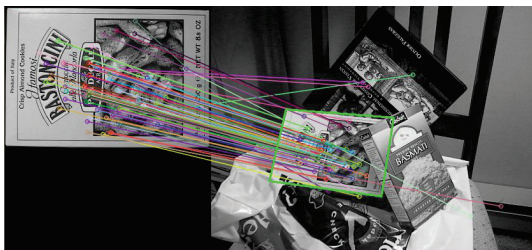


Рисунок 1 – Нахождение объекта с использованием детектора ключевых точек

Генетические алгоритмы – это эвристические алгоритмы поиска, используемые для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию.

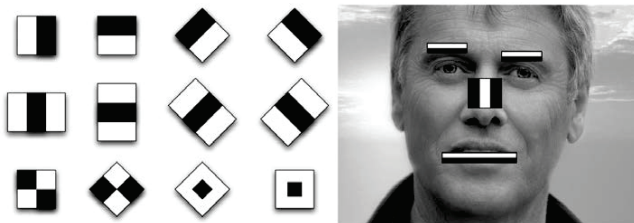


Рисунок 2 – Прimitives Хаара, используемые в генетическом алгоритме нахождения лица человека

Таким образом, представленный программный инструментарий компьютерного зрения возможно широко использовать в различных системах управления, связанных с обработкой видеoinформации, особенно это актуально для формирования дополненной реальности для образования, инженерно-технического обслуживания, медицины и других области связанных с сложно-структурированными объектами.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004 – 928 с.
2. Фрид А. И., Галеев С. Ф. Применение библиотеки AForge.NET и ее расширения Accord.NET Framework при распознавании лиц в режиме реального времени // Молодой ученый. – 2017. – №20. – С. 85–88.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНОГО СНЕГОГЕНЕРАТОРА СО-365

Abstract: Приведены результаты теоретических исследований, проектирования и изготовления

Введение

Рынок продаж оборудования для искусственного оснежения растёт непрерывно, так как наблюдается тенденция изменения климата на Земле, которая привела к резкому сокращению доступных дней работы горнолыжных курортов.

В соответствии с распоряжением правительства Республики Беларусь, впервые белорусское предприятие ОАО «МИСОМ ОП» приступило к разработке и освоению производства снегогенераторов для оснежения склонов.

Снегогенераторы, используемые наиболее часто для этих целей, являются осевыми компрессорами, т. е. лопаточными машинами.

Как известно, осевые компрессоры – наиболее мощные и производительные машины среди других типов компрессоров. Они являются основной частью газовых турбин авиационных двигателей, энергетических газовых турбин, компрессорных агрегатов газовой промышленности. Осевые компрессоры играют значимую роль в современной металлургической, химической промышленности и, особенно, в энергетике (1).

По существующим оценкам до 2020 г. на производство энергетических газовых турбин должно быть истрчено 3000 млрд. долларов США, а на газовые турбины авиационных двигателей – ещё 1000 млрд. долларов. В составе газотурбинных двигателей осевые компрессоры занимают не менее половины размеров и стоимости двигателя, и их мощность на 30–50 % превосходит мощность на валу двигателя (1).

Результаты теоретических исследований и проектных работ по СО-365-3

В августе–октябре 2019 г были проведены натурные испытания опытного образца осевого снегогенератора СО-365, спроектированного, в соответствии с техническим заданием к хозяйственному договору № между ОАО «МИСОМ ОП» и УО «БГАА», по трёхмерной модели предоставленной специалистами академии заведующим научной исследовательской лаборатории А.Ф.Зайко и доцентом кафедры ТЭВСиД М.М.Лузаном.

После выполненного патентного поиска, длительного изучения литературы, исследований рынка снегогенераторов по открытым источникам, анализа статистических данных по действующим образцам зарубежных производителей, анализа принципа их работы, сравнительного анализа характеристик и размеров из доступных источников, а также тестирования их работы в условиях Республики Беларусь, специалистами УО БГАА была предложена концепция снегогенератора. Концепция перспективного снегогенератора была сформулирована исходя из анализа прототипов, технического задания, финансовых и технологических возможностей Заказчика ОАО «МИСОМ ОП» и подробно изложена в статье (2).

В соответствии с техническим заданием, специалисты УО «БГАА» выполнили аэродинамический расчёт и проектирование внутреннего и внешнего канала проточной части снегогенератора СО-365, которое включало разработку и проектирование его составных частей: -входного направляющего аппарата статора; -переднего носового обтекателя; -центральной проточной части статора; -выходной части статора (сопла); -лопастей рабочего колеса ротора снегогенератора; -лопастей спрямляющего аппарата статора; -заднего обтекателя.

В соответствии с хоз.договором и Техническим заданием к нему, специалисты УО «БГАА» предоставили: и модель 3D перспективного снегогенератора СО-365-3 в формате .m3d, геометрию (эскиз внутреннего канала) проточной части канала

снегогенератора(модель статорной и роторной части снегогенератора, модели лопастей ротора, модель лопастей статора (спрямляющего аппарата)). Специалистами ОАО «МИСОМ ОП», на основании предоставленной УО «БГАА» модели, была разработана рабочая конструкторская документация на снегогенератор СО-365 и изготовлен опытный экземпляр.

Результаты испытаний:

Серия испытаний в октябре 2019 г опытного образца снегогенератора СО-365, выполнялись по методике (2), разработанной и предложенной доцентом кафедры ТЭВСид УО «БГАА» Лузаном М.М. Данная методика позволила определить скорость в контрольных точках свободной осесимметричной струи, вытекающей из выходного сопла снегогенератора, с целью определения производительности по воздуху. Методика ранее была опробована при тестировании и определении газодинамических параметров снегогенератора LENKA, зарубежного производства.

Испытания опытного образца снегогенератора СО -365 проводились специалистами ОАО «МИСОМ ОП» и УО «БГАА», на базе заказчика по адресу г. Минск, Железнодорожная 28.

Установка СО-365 работает устойчиво. При подаче воды, факел распыла устойчивый, дальность выброса воды на уровне прототипа.

Серия выполненных испытаний, кроме того, позволила получить газодинамические параметры снегогенератора, а именно данные по осевой скорости, перепаду давления, температуре воздушного потока за выходным сечением. В связи с производством испытаний в полевых условиях (открытая площадка), полученные данные скорости требуют уточнения, желательно измерения в режиме реального времени.

Качественная оценка специалистов ОАО «МИСОМ ОП» по производительности и плотности воздушного потока положительная.

По результатам измерений (3 см. протоколы) средняя арифметическая осевая скорость потока составила 21.3 м/с. Исходя из полученных значений средней осевой скорости, объёмный расход, который определён методом кольцевых сечений, даёт величину порядка $45 \text{ м}^3/\text{с}$ (около $162000 \text{ м}^3/\text{ч}$)

Выводы:

В результате испытаний была оценена производительность опытного снегогенератора по воздуху, получено расчётное значение $45 \text{ м}^3/\text{с}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Попов Ю.А. «Создание методики газодинамического расчета, оптимизация и анализ проточной части осевых компрессоров и ступеней» АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Санкт-Петербург – 2010.

2. «Методика исследования параметров свободной осесимметричной струи, вытекающей из выходного сопла снегогенератора LENKA. «Отчёт» УО «БГАА» 2018.

3. Протоколы измерений.

4. Фото снегогенератора.

5. Файлы видеорегистрации испытаний.

УДК 621.384.3

А.С. Мазуренко

Белорусская государственная академия авиации

ДВЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ МОДЕЛИ МНОГОФОТОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ИК-ЛАЗЕРНОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Переход от микроволновой связи к передаче информации в оптическом канале ИК-лазерного излучения не только поднял скорость обмена информации до 100 Гбит/сек, но и создал условия для защиты информации от её возможного перехвата. Однако в отличие от волновода сложные процессы поглощения электромагнитного поля лазера в атмосфере требует привлечения моделей возбуждения молекул воздуха сложным электромагнитным

полем. В космосе поглощение излучения лазера может быть пренебрежено, однако в случае передача информации с космического аппарата на наземную станцию передача излучения снова будет осуществляться через атмосферу. В настоящей работе предложено более общая математическая модель описания многофотонного атмосферного поглощения в ИК лазерном канале в сравнении с предыдущей работой [1], позволяющей учесть и потери мощности излучения и искажения передаваемой информации.

Пусть на молекулы воздуха воздействует мощное монохроматическое излучение ИК-лазера (с несущей частотой ω_{IR}), модулированное слабыми по интенсивности k -гармониками с частотами $\omega_k + \omega_{IR}$ с разложением амплитуды лазерного сигнала $\mathcal{E}(t)$ в спектр

$$\mathcal{E}(t) = \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \cos((\omega_{IR} + \omega_k) t) \quad (1)$$

Для математической модели, описывающей многофотонное поглощение ИК-лазерного излучения, модулированного сложным сигналом используем уравнение Шредингера (2), записанное в приближении вращающейся волны и медленно меняющихся амплитуд для многоуровневых многофотонных переходов между соседними уровнями $n \pm 1$ (т.е. в дипольном приближении) эквидистантной модельной системы (в пренебрежении незначительных модуляционных частотных отстроек $\omega_n - \omega_{n-1} - \omega_{IR} - \omega_k$, где $\omega_n - \omega_{n-1}$ – частота n -го перехода многоуровневой системы, а $\omega_{IR} + \omega_k$ – несущая частота сигнала с добавленной частотой k -ой гармоники модуляции сигнала), возбуждаемой сложным полем модуляции информационного сигнала основной несущей частоты ИК-лазера, отвечающей за многофотонные переходы:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} a_n(t) = & i \frac{\mu_{n-1,n}}{\hbar} \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \exp[i (\omega_n - \omega_{n-1} - \omega_{IR} - \omega_k) t] a_{n-1}(t) \\ & + i \frac{\mu_{n,n+1}^*}{\hbar} \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \exp[-i (\omega_{n+1} - \omega_n - \omega_{IR} - \omega_k) t] a_{n+1}(t), \quad (2) \\ a_n(t)|_{t=0} = & \delta_{m,n}, \end{aligned}$$

где $a_n(t)$ – амплитуда вероятности для n -го уровня модельной системы, заселенного возбуждением после начального заселения m -уровня в момент времени $t = 0$;

\mathcal{E}_k – напряженность электрического k -гармоники разложения лазерного поля;

$\mu_{n-1,n}$ – дипольный момент $n - 1, n$ перехода;

ω_n – частота n -го уровня;

$\delta_{m,n}$ – дельта-функция Кронекера нормировки начальных условий. В уравнении (2) символ * понимается как применение обычного комплексного сопряжения, а матричный оператор матричной записи правой части уравнения будет унитарным.

Точное аналитическое решение для уравнения (2) только для приближения неограниченной в две стороны бесконечной эквидистантной многоуровневой системы с $\mu_{n-1,n} \equiv 1$, когда $-\infty < n < \infty$, было найдено автором в работе [1] с помощью интегрального преобразования от набора ортогональных функций комплексных экспонент (3):

$$\varphi_n(x) = \exp [i n x] \quad (3)$$

с сопряженной ортогональной функцией $\varphi_n^*(x) = \exp [- i n x]$, и соотношением ортогональности (4) относительно дельта функции Кронекера

$$\int_{-\pi}^{\pi} dx \varphi_m^*(x) \varphi_n(x) = \delta_{n,m} d_n^2. \quad (4)$$

В настоящей работе в качестве набора ортогональных функций будет использована система вещественных ортогональных функций

$$\varphi_n^m(x) = \sin [n x], \quad 1 < n < \infty, \quad (5)$$

в основе решения в следующем виде (6):

$$a_n(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} dx \varphi_m^{lm}(x) K_+(x, t) K_-(x, t) \varphi_n^{lm}(x), \quad K_{\pm}(x, 0) = 1. \quad (6)$$

Обычной подстановкой решения (6) в уравнение (2) приходим к следующему дипольному моменту

$$\mu_{n-1, n} \equiv \mu_{1, 2}, \quad \mu_{0, 1} = 0, \quad (\text{или } a_0(0) = 0 \text{ в (2)}) \quad (7)$$

если в качестве ядер решения (6) использовать следующие функциональные выражения (8):

$$\begin{aligned} K_+(x, t) &= \exp [u(t)(e^{ix} + e^{-ix})], \quad K_-(x, t) = \exp [v(t)(e^{ix} - e^{-ix})], \quad (8) \\ u(t) &= \frac{i}{2} \left(\frac{\mu_{1, 2}^*}{\hbar} \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \exp[-i(\omega_{n+1} - \omega_n - \omega_{IR} - \omega_k) t] \right. \\ &\quad \left. + \frac{\mu_{1, 2}}{\hbar} \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \exp[i(\omega_n - \omega_{n-1} - \omega_{IR} - \omega_k) t] \right), \\ v(t) &= \frac{i}{2} \left(\frac{\mu_{1, 2}^*}{\hbar} \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \exp[-i(\omega_{n+1} - \omega_n - \omega_{IR} - \omega_k) t] \right. \\ &\quad \left. - \frac{\mu_{1, 2}}{\hbar} \sum_{k=0}^K \mathcal{E}_k \exp[i(\omega_n - \omega_{n-1} - \omega_{IR} - \omega_k) t] \right). \end{aligned}$$

Решение (6) справедливо только для эквидистантной многоуровневой модели последовательных многофотонных переходов, когда от перехода к переходу может быть одна и та же частотная отстройка (9) для k -гармоники разложения лазерного поля:

$$\mathcal{E}_k = \omega_n - \omega_{n-1} - \omega_{IR} - \omega_k = \varepsilon^n + k \varepsilon^c, \quad (9)$$

не зависящая от номера уровня n , где $\varepsilon^n = \omega_n - \omega_{n-1} - \omega_{IR}$ отстройка несущей частоты ИК-лазера от частоты эквидистантного перехода ($\omega_n - \omega_{n-1} = const$), а $k \varepsilon^c$ – отстройка k -частоты сигнала. Таким образом, с вычислением относительно простого интеграла (6) с подстановкой выражений (8) и (9) может быть вычислено точное аналитическое решение уравнения (2), описывающее колебательное возбуждение молекул воздуха в ИК-лазерном поле (1) в приближении эквидистантных переходов (9) и постоянных дипольных моментов (7). В отличие от работы [1] модельная многоуровневая система бесконечна в одну сторону $1 < n < \infty$, а не в две, как было описано для $-\infty < n < \infty$. В итоге, в настоящей работе и публикации [1] рассмотрены две похожие модельные системы с общими чертами в динамических процессах изменения распределения населенности уровней многоуровневой системы при условии симметричного начального заселения уровня относительно $m = 0$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мазуренко, А.С. Операторное моделирование многофотонного искажающего сигнал поглощения в ИК-лазерном информационном канале связи / А.С. Мазуренко // Авиация: история, современность, перспективы развития: материалы III международной заочной научно-практической конференции БГАА, Минск, 8–9 ноября 2018 г. / ред. М. В. Кудин [и др.]; под науч. ред. А. А. Шегидевича. – Минск: БГАА, 2018. – С. 320–324.

РАСЧЕТ ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ОБЪЕКТОВ ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Изделия из алюминия, титана и других металлов, применяемые в самолетостроении и производстве других летательных аппаратов, подлежат тщательному контролю ультразвуковыми, электромагнитными и другими методами с определением толщины этих изделий, а также дефектов сплошности в них.

Контроль свойств металлических объектов может быть осуществлен магнитоиндукционным методом [1]. При записи магнитных полей на магнитную ленту расчет магнитного поля проводника с током может быть осуществлен так, как это показано в [2]. Вихревые токи и поля проводящих и намагничивающихся включений в немагнитную среду при дефектоскопии изделий изучены в [3]. Определение параметров толстослойных покрытий на двухслойных основаниях может быть осуществлен магнитодинамическим методом [4]. Контроль токопроводящих покрытий топливных баков летательных аппаратов позволяет исключить накопления электрического заряда на этих покрытиях, приводящего к воспламенению летательных аппаратов [5]. Контролировать толщину и наличие дефектов в изделиях из алюминия и других металлов позволяет использование магнитного гистерезиса в импульсных магнитных полях [6–8], а также разработанные авторами методы гистерезисной интерференции [9–11].

Применение разработанного нами метода гистерезисной интерференции рассмотрим на примере определения толщины алюминиевой пластины. Пусть толщина пластины изменяется линейно от 0,012 мм до 0,013 мм на участке длиной 2–14 см. Тогда согласно проведенным исследованиям [6] при воздействии на пластину алюминия импульсом магнитного поля с временем нарастания $t_{max2}=4,2 \cdot 10^{-6}$ с увеличение толщины пластины в 1,08 раза приводит к увеличению напряженности суммарного магнитного поля на ее поверхности примерно в 1,1 раза, то есть на 10 %. Покажем, что разработанный метод гистерезисной интерференции позволяет увеличить чувствительность и точность измерений в десятки раз.

Воздействуем на пластину с магнитным носителем (МН) импульсом магнитного поля линейного индуктора, расположенного параллельно его поверхности на высоте 0,5 см. Зависимость тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля на поверхности, удаленной от него на такое расстояние, зависит от расстояния x до проекции оси индуктора следующим образом:

$$H = A / (x^2 + 0,25), \quad (1)$$

где x измеряется в см, а H – в А/см.

В расчетах использованы следующие характеристики магнитного носителя.

Начальная кривая остаточного намагничивания, представленная в виде зависимости величины электрического напряжения $U_1(H)$, снимаемого с преобразователя магнитного поля, сканирующего магнитный носитель с записанной на нем информацией, от напряженности H приложенного к нему магнитного поля, описана следующей функцией:

$$U_1 = 23,5 + 24,3 \arctg(0,011H - 1,45). \quad (2)$$

Расчет произведен в интервале напряженности магнитного поля $0 \leq H \leq 900$ А/см. Электрическое напряжение выражено в милливольтгах, а напряженность магнитного поля – в А/см.

Функция электрического напряжения при намагничивании магнитного носителя в обратном направлении описывается формулой:

$$U_2 = -23,5 + 0,61U_1 + (24,5 + 0,4U_1) \arctg((0,011 + 0,000087U_1)H + 1,45 - 0,0016U_1). \quad (3)$$

Расчет произведен в интервале напряженности магнитного поля – $900 \text{ A/cm} \leq H \leq 0$.

Для осуществления гистерезисной интерференции воздействуем на указанную алюминиевую пластину импульсом магнитного поля положительной полярности со временем нарастания порядка $t_{max1} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ с}$, обеспечивающим возрастание суммарного магнитного поля на поверхности этой пластины на 1% на том же участке длиной 12 см, а после этого воздействуем на МН с пластиной импульсом отрицательной полярности со временем нарастания $t_{max2} = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.

Для получения гистерезисной интерференции с помощью линейного индуктора использованы импульсы магнитного поля с распределениями величины напряженности магнитного поля от расстояния x , описываемые следующими формулами. Для прямого импульса

$$H_1 = 120(1+0,001x) / ((x^2-4)+ 0,25) \quad (4)$$

Для обратного импульса

$$H_2 = -24,6(1+0,01x) / (x^2-4)+ 0,25) \quad (5)$$

В результате воздействия на МН с алюминиевой пластиной двумя указанными импульсами магнитного поля получаем интерференционную картину, изображенную на рисунке 1.

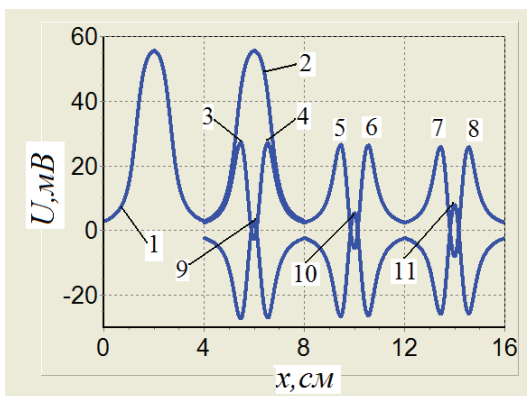


Рисунок 1 – Интерференционная картина $U(x)$, полученная в результате воздействия двумя импульсами магнитного поля на МН с образцом

После воздействия на размагниченный МН первым импульсом индуктора в прямом направлении магнитного поля с амплитудой 480 A/cm получаем распределение сигнала 1 с центральным максимумом первого порядка, а в результате последующего воздействия обратным импульсом с амплитудой $-98,4 \text{ A/cm}$ получаем величину центрального максимума второго порядка, равную $-0,04 \text{ мВ}$. Этот максимум на рисунке 1 не показан, а на рисунке 2 он обозначен цифрой 1. Таким образом, применен метод нулевого максимума, когда амплитуда второго импульса поля рассчитана таким образом, чтобы центральный максимум при данной толщине пластины был равен нулю или близок к нулю.

Для получения оптических изображений магнитных полей построены зеркальные функции с максимумами 9, 10 и 11, симметричными указанным максимумам относительно оси абсцисс. С увеличением толщины пластины амплитуды нулевых максимумов растут. Здесь же изображено распределение сигнала 2 с центральным максимумом первого порядка. На рисунке 1 показаны также вторые максимумы первого порядка 3–8 и симметричные им минимумы. Зависимостям $U(x)$, изображенным на рисунке 1 соответствуют оптические изображения импульсных магнитных полей, показанные на рисунке 2.

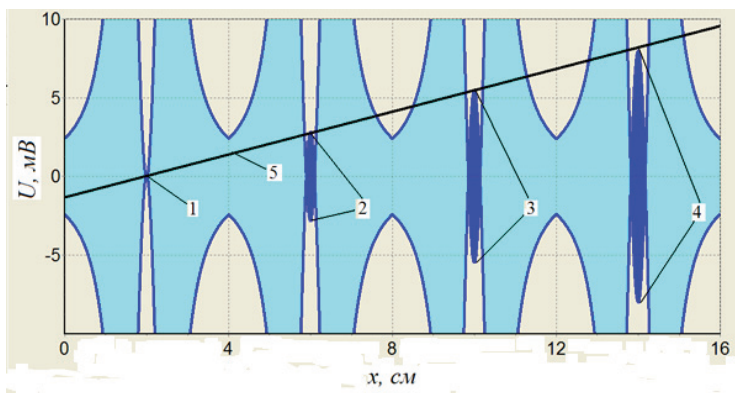


Рисунок 2 – Оптические изображения магнитных полей, интерференционная картина $U(x)$

Здесь через 1–4 обозначены оптические изображения двухполярных центральных максимумов второго порядка, равные соответственно 0,08 мВ, 5,76 мВ, 11,6 мВ, 17,44 мВ. На рис.2 построена также зависимость амплитуды нулевого максимума первого порядка от расстояния x :

$$U_3(x) = -1,5 + 0,73x \quad (6)$$

Как следует из рис.2 увеличению толщины алюминиевой пластины с 0,012 мм (при $x=2$) до 0,013 мм (при $x=14$), то есть на 8,3 %, соответствует увеличение сигнала удвоенного нулевого максимума с 0,08 мВ до 17,44 мВ, то есть в 218 раз. В случае экспериментальных измерений при величине предельно допустимой погрешности в данном диапазоне, равной 0,1 мВ, происходит увеличение сигнала в 174 раза, а при величине допустимой погрешности 1 мВ – в 17,4 раза.

Представленные выше расчеты гистерезисной интерференции могут быть применены также для определения удельной электропроводности электропроводящих материалов и локальных полей дефектов сплошности и структурных неоднородностей в металлических объектах.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Суханов, Д.Я., Совпель, Е.С. Магнитоиндукционный интроскоп для дефектоскопии металлических объектов / Д.Я. Суханов, Е.С. Совпель // Дефектоскопия. – 2015. – № 5. – С.56-62.
2. Грузинцев, А.А., Михайлов, С.П. Самосогласованный расчет магнитного поля для задач магнитной дефектоскопии. I. Исходная модель для расчета поля магнитной ленты, намагниченной от проводника с током. / А.А. Грузинцев, С.П. Михайлов // Дефектоскопия. – 2011. – № 2. – С.22-30.
3. Печенков А.Н., Щербинин В.Е. Вихревые токи и поля проводящих и намагничивающихся шаровых включений в немагнитную среду. – Дефектоскопия, 2016, № 4, с.48-55.
4. Лухвич, А.А., Булатов, О.В., Лукьянов, А.Л. Контроль толстослойных никелевых покрытий на двухслойных (неферромагнетик – ферромагнетик) основаниях магнитодинамическим методом толщинометрии / А.А. Лухвич, О.В. Булатов, А.Л. Лукьянов // Дефектоскопия. – 2014. – № 4. – С.3-12.
5. Скворцов Б.Г., Самсонов А.С., Борминский С.А., Живоносная Д.М. Теоретические основы контроля токопроводящих покрытий топливных баков летательных аппаратов // Дефектоскопия. 2017. № 5. С. 46–54.

6. Павлюченко, В.В. Неразрушающий контроль объектов из электропроводящих материалов в импульсных магнитных полях / В.В. Павлюченко, Е.С.Дорошевич // Дефектоскопия. – 2010. – № 11. – С. 29-40.

7. Павлюченко, В.В. Использование магнитного гистерезиса при контроле объектов из электропроводящих материалов в импульсных магнитных полях / В.В. Павлюченко, Е.С. Дорошевич // Дефектоскопия. – 2013. – № 6. – С. 53-68.

8. Павлюченко, В.В. Расчет распределений остаточных магнитных полей при гистерезисной интерференции импульсного магнитного поля / В.В. Павлюченко, Е.С. Дорошевич, В.Л. Пивоваров // Дефектоскопия. – 2015. – №1. – С. 11-20.

9. Павлюченко, В.В. Расчеты распределений импульсных магнитных полей при гистерезисной интерференции / В.В. Павлюченко, Е.С. Дорошевич, В.Л. Пивоваров // Дефектоскопия. – 2018. – №2. – С. 41-47.

10. Павлюченко, В.В. Расчет распределений остаточных магнитных полей при гистерезисной интерференции импульсного магнитного поля / В.В. Павлюченко, Е.С. Дорошевич, В.Л. Пивоваров // Дефектоскопия. – 2015. – №1. – С. 11-20.

11. V. V. Pavlyuchenko / A Method of Pulsed Magnetic Testing for Discontinuities in Objects Made of Diamagnetic and Paramagnetic Metals Using a Magnetic Carrier / V. V. Pavlyuchenko, E. S. Doroshevich, Russ. J. Nondetrst. Test., 2018, vol. 54, no.12, pp. 877–886.

УДК 629.735.06.016.35

О.С. Филиппенко, Ю.А. Гурвич

Белорусская государственная академия авиации

УСТОЙЧИВОСТЬ ГРАВИМЕТРА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Устойчивость является важнейшим показателем различных объектов военной и гражданской техники: например, обеспечение устойчивого полета самолета и его элементов. Один из элементов самолета – гравиметр – прибор для измерения силы тяжести, основной частью которого является подпружиненный физический маятник (рисунок 1). Подпружиненные маятниковые гравиметры применяются для контроля смещения нуля-пункта морских гравиметров в длительных морских экспедициях [1]; для обнаружения полезных ископаемых; в авиационной технике (гравиметр Лакоста-Ромберга) [2].

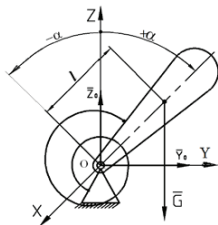


Рисунок 1 – Элемент гравиметра: подпружиненный физический маятник

Далее проведем анализ устойчивости методами А.М. Ляпунова [3] модели подпружиненного физического маятника. Расстояние от оси X (оси привеса– вращения) до центра масс маятника – l_0 . На маятник действуют силы: G , Y_0 , Z_0 и момент упругости спиральной пружины $M = c\alpha$, где c – жесткость пружины; угол α определяет положение маятника.

Определим полную E энергию маятника:

$$E = T + \Pi = J_x \frac{\dot{\alpha}^2}{2} + mgl \cos \alpha - mgl + \frac{c\alpha^2}{2},$$

где J_x – момент инерции маятника относительно оси OX .

Используя уравнение Лагранжа второго рода, составим дифференциальное уравнение движения маятника:

$$J_x \ddot{\alpha} = mgl \sin \alpha - c \alpha. \quad (1)$$

Обозначим через вещественные переменные y_i ($i=1,2$) параметры, характеризующие состояние физического маятника $\alpha = y_1$, $\dot{\alpha} = y_2$. Тогда исходные уравнения рассматриваемой модели:

$$\dot{y}_1 = y_2, \quad \dot{y}_2 = \frac{mgl}{J_x} \sin y_1 - \frac{c}{J_x} y_1 \quad (2)$$

Если $y_1 = 0, y_2 = 0$, то уравнения возмущенного движения совпадают с (2):

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = \frac{mgl}{J_x} \sin x_1 - \frac{c}{J_x} x_1. \quad (3)$$

Далее произведем анализ уравнений (3) двумя методами Ляпунова.

Первый метод Ляпунова [3]. Разложение в ряд Маклорена уравнения (3) по степеням x_1, x_2 приводит к уравнению первого приближения:

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = \frac{mgl}{J_x} x_1 - \frac{c}{J_x} x_1. \quad (4)$$

Перепишем уравнения (4) в матричной форме:

$$\dot{\vec{x}} = [A] \cdot \dot{\vec{x}} \quad \text{или} \quad \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = [A] \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}, \quad \text{где} \quad [A] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \frac{mgl-c}{J_x} & 0 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Характеристическое уравнение, составленное по (5), имеет вид: $\lambda^2 + \frac{c-mgl}{J_x} = 0$. Анализ

корней уравнения приводит к случаям:

- $c > mgl$: корни – мнимые. В соответствии с теоремой Ляпунова этот случай критический ($\text{Re} \lambda_1 = \text{Re} \lambda_2 = 0$) и должен быть исследован дополнительно;

- $c < mgl$: корни – вещественные и разных знаков. В соответствии с теоремой Ляпунова, при положительном значении одного из корней характеристического полинома, состояние равновесия неустойчиво независимо от нелинейных членов уравнения движения.

Второй метод Ляпунова. Рассмотрим критический случай. В качестве функции Ляпунова $V(x_1, x_2)$ вводим определенно-положительную квадратичную форму, полученную в

результате разложения в ряд полной энергии E при условии, что $\cos \alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{2!} + \dots$. Функция приобретает вид:

$$V(x_1, x_2) = J_x \frac{x_2^2}{2} + \frac{c-mgl}{2} x_1^2. \quad (6)$$

Функция (6) отвечает всем условиям функции Ляпунова: является вещественной, однозначной, непрерывной, знакоопределенной функцией, обращается в нуль при

$$x_1 = x_2 = 0 \quad V(0,0) = 0, \quad V(x_1, x_2) > 0 \quad \text{при } c > mgl.$$

Возьмем полную производную по времени от функции Ляпунова:

$$\dot{V}(x_1, x_2) = Jx \cdot \dot{x}_2 + (c - mgl)x_1 \cdot \dot{x}_1 \quad (7)$$

Отклонения маятника от вертикального положения считать малыми. Тогда в качестве уравнений возмущенного движения используем уравнения (4).

Теперь подставим в выражение полной производной по времени от функции Ляпунова (7) значения \dot{x}_1 и \dot{x}_2 , взятые из (4). В итоге получим выражение:

$$\dot{V}(x_1, x_2) = (mgl - c)x_1 \cdot \dot{x}_1 + (c - mgl)x_1 \cdot \dot{x}_1 \equiv 0. \quad (8)$$

Если производная по времени от функции Ляпунова тождественно равна нулю $\dot{V}(x_1, x_2) \equiv 0$, то по теореме об устойчивости (второй метод Ляпунова) состояние равновесия маятника при его вертикальном положении – устойчиво. Следовательно, система подпружиненного физического маятника имеет единственное состояние равновесия при $\alpha = 0$ в случае $c > mgl$. Таким образом, применение анализа устойчивости методами Ляпунова к модели подпружиненного физического маятника, приводит к условиям устойчивой работы гравиметра, что ведет к высокой точности измерений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пантелеев В.Л., Бульчев А.А. П 16 Измерение силы тяжести на подвижном основании. Учебное пособие по курсу “Теория измерения силы тяжести (дополнительные главы)” – М. 2003. – 80 с.
2. Элементы конструкции гравиметрических устройств: пат. G01V7/02 Российская Федерация/ П. Ю. Воронцов, Д.Г. Гриднев, Л.Е. Собисевич, А.Л. Собисевич; патентообладатель: Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. – заявл. 22.05.2008; опубл. 20.10.2009.
3. Меркин, Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения / Д.Р.Меркин. – М.: Наука, 1976. – 319 с.

УДК 331.101.1

А.Н. Шинкевич

Белорусская государственная академия авиации

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ЗРИТЕЛЬНОМУ ВОСПРИЯТИЮ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Рассматриваются результаты экспериментов по зрительному восприятию цифровой информации. В первом приближении проводится сравнительная оценка целых и фрагментарно отображаемых графических знаков (цифр) по правильности опознания цифры и латентному периоду реакции. Часто возникают ситуации, когда человеку-оператору приходится опознавать знаки по их фрагментарным изображениям. Это происходит, когда выходят из строя индикационные системы средств отображения информации или изменяется угол наблюдения. Оценивать читаемость знаков визуальной информации при их фрагментарном изображении важно как с точки зрения понимания процессов восстановления человеком утраченной информации, так и в практической оценке надежности новых средств отображения информации, а также при разработке эргономических принципов и методик проектирования знаков для различных средств отображения информации. Основным критерием при эргономическом проектировании таких систем знаков является правильное опознание знака с последующей надежной его

интерпретацией. Методика экспериментов по восприятию фрагментарных знаков рассмотрена в работе [1].

Эксперименты проводятся предъявлением целых и фрагментарно отображаемых цифр на дисплее компьютера. Предъявление знаков осуществляется по мере увеличения степени их фрагментарности, каждое последующее изображение отличается от предыдущего на 20%. Время предъявления оценивается по секундомеру. Результаты фиксируются в таблице наблюдений. Определение латентного периода реакции (ЛПР) опознавания знака осуществляется следующим образом: в момент предъявления знака включается секундомер, который следует отключить после опознавания. Значение ЛПР в секундах с сотыми долями вносится в таблицу наблюдений. Если цифра не опознана, в графах делается прочерк, что учитывается при статистической обработке результатов.

В соответствии с теорией интеграции отличительных признаков восприятие признаков объекта является результатом двух стадий обработки информации, отличающихся уровнем направленного на признаки внимания и затраченными усилиями.

На первой стадии (предвнимания) происходит быстрое извлечение и обработка информации, полученной рецепторами и позволяющей воспринимать базовые, простые и заметные отличительные признаки объекта. Их называют перцептивными примитивами, играющими роль фундаментальных единиц или элементов восприятия. Обработка этих элементов на стадии предвнимания происходит быстро (автоматически), без сознательных усилий и без сосредоточения.

На второй стадии (сфокусированного внимания) восприятие протекает не мгновенно, а требует усилий и пристального изучения изображения. В отличие от первой стадии, на которой обработка информации происходит быстро и сразу по нескольким направлениям, стадия сфокусированного внимания требует тщательного изучения объекта и сознательного, направленного внимания. Стадия сфокусированного внимания позволяет реципиенту перцептивно скомбинировать и сгруппировать различные базовые элементы изображения (перцептивные примитивы), не идентифицированные наблюдателем на первой стадии, в более сложные целостные объекты.

В первом приближении установлено, что цифры, имеющие в очертании прямые линии (кроме цифры 1), опознаются точнее, чем цифры, состоящие из криволинейных элементов. В то же время, цифры, имеющие в структуре криволинейные элементы, опознаются быстрее (имеют меньший ЛПР), чем цифры с прямолинейными элементами.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

Цифра	Номер предъявления	Правильное опознание, %	Латентный период реакции, с
0	1	82,9	2,54
	2	100	1,84
	3	100	1,36
1	1	44,1	3,81
	2	82,3	2,28
	3	100	1,56
2	1	100	2,15
	2	100	1,71
	3	100	1,56
3	1	94,3	2,88
	2	100	2,10
	3	100	1,49
4	1	88,6	3,85
	2	100	2,08
	3	100	1,61
5	1	100	2,22
	2	100	1,89
	3	100	1,34

Окончание таблицы 1

6	1	83,3	3,05
	2	100	2,10
	3	100	1,48
7	1	88,2	2,67
	2	97,1	1,76
	3	100	1,62
8	1	100	1,88
	2	100	1,47
	3	100	1,35
9	1	91,4	2,35
	2	100	1,79
	3	100	1,38

В первом приближении можно установить, что цифры, имеющие в очертании прямые линии (кроме цифры 1), опознаются точнее, чем цифры из криволинейных элементов. Цифры, имеющие в структуре криволинейные элементы, опознаются быстрее (имеют сравнительно меньший ЛПР), чем цифры с прямолинейными элементами.

Цифры разных очертаний опознаются неодинаково точно. Исследования читаемости фрагментарно отображаемых знаков ведут к повышению надежности средств отображения информации. В дальнейшем цифру следует проанализировать по объективным характеристикам. Основные характеристики: топологические; метрические; групповые. Характеристики знаков определяются отношениями между элементами знака. Знание оптимальных и граничных характеристик знаков может быть использовано при проектировании новых систем знаков. Топологические характеристики знаков: тип связности, порядок связности, выпуклость. Метрические характеристики знаков: оптическая плотность, контурная плотность, суммарная величина изменений направления линий контура знака, расстояние между знаками. Групповые характеристики графических знаков: вид симметрии, порядок симметрии. Характеристики знаков определяются их качественным анализом и путём прямого измерения элементов знака. Методика и пример определения объективных характеристик графических знаков рассмотрены в работе [2].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шинкевич, А.Н. Эргономика: методическое пособие к практическим занятиям / А.Н. Шинкевич. – Минск: МГВАК, 2013. – 39 с.
2. Шинкевич, А.Н. Практикум по дисциплине «Эргономика информационной среды» / А.Н. Шинкевич. – Минск: Современные знания, 2012. – 38 с.

НАПРАВЛЕНИЕ
«ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ»

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ
АВИАЦИОННОМУ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ**

Компьютерные технологии являются неотъемлемой частью изучения языка во всем мире и на всех уровнях. В современном мире технологии становятся значимым компонентом процесса обучения: стал возможен доступ к огромному количеству аутентичных материалов; технологии содействуют взаимному обучению и общению между учащимися; создается континуум между обучением и социальным и профессиональным опытом; обеспечивается постоянная обратная связь учащихся и преподавателей.

Внедрение информационных технологий в процесс иноязычного образования способствует не только новому качеству в трансляции и усвоении системы знаний, но и представляет студентам целостную картину изучаемого материала, облегчает его усвоение, индивидуализирует обучение, совершенствует контроль и самоконтроль, повышает эффективность всего образовательного процесса.

Широкое использование компьютера и веб-технологий также оказало глубокое влияние на теорию и практику преподавания авиационного английского языка. Для неязыковых вузов внедрение информационных образовательных технологий приобретает особую актуальность. Во-первых, в связи с увеличением удельного веса самостоятельной работы и связанной с этим необходимостью учебно-методического обеспечения данного направления учебной деятельности. Во-вторых, информационные технологии используются для создания искусственной иноязычной среды, без которой сегодня невозможно развитие у студентов способностей иноязычного профессионально-ориентированного общения. В-третьих, применение информационных технологий позволяет успешно решить следующую задачу: разработку и внедрение мультимедийных электронных образовательных ресурсов (электронных учебных пособий, лабораторных практикумов, электронных учебно-методических комплексов).

Ограничение во времени, разнообразие потребностей и стилей усвоения материала курсантами, упор на понимание речи на слух и произношение в квалификационной шкале ИКАО являются основными аргументами в пользу интенсивного использования компьютерных технологий в обучении авиационному английскому языку.

Компьютерное обучение особенно эффективно для развития таких языковых навыков, как понимание речи на слух, формирование словаря, произношение и составление грамматических конструкций. На данный момент существует огромное количество технологий, доступных для преподавания авиационного английского языка: интерактивные языковые упражнения, онлайн-журналы, электронные библиотеки, программы для тестирования, интерактивные видео с субтитрами и без, мультимедийное моделирование, системы распознавания речи и визуального отображения, групповые чаты, видеоконференции, симуляторы УВД и др. Однако не стоит забывать, что опыт живого общения с квалифицированным преподавателем авиационного английского языка в аудитории незаменим в деле совершенствования речевого поведения, беглости речи и навыков речевого взаимодействия [1].

В настоящее время электронные средства обучения отличаются многообразием форм реализации, которые обусловлены как спецификой учебных предметов, так и возможностями современных компьютерных технологий. Современные электронные средства обучения могут быть представлены в виде:

- виртуальных лабораторий, лабораторных практикумов;
- компьютерных тренажеров;
- тестирующих и контролирующих программ;
- игровых обучающих программ;

- программно-методических комплексов;
- электронных учебников, текстовый, графический и мультимедийный материал которых снабжен системой гиперссылок;
- наборов мультимедийных ресурсов;
- справочников и энциклопедий;
- информационно-поисковых систем, учебных баз данных;
- интеллектуальных обучающих систем.

Приведенный перечень не может являться исчерпывающим, поскольку в связи с развитием компьютерных технологий проектирования и создания программных продуктов появляются новые виды электронных средств обучения и формы их реализации [2].

Электронные средства обучения, используемые в образовательном процессе, должны соответствовать общедидактическим требованиям: научности, доступности, проблемности, наглядности, системности и последовательности предъявления материала, сознательности обучения, самостоятельности и активности деятельности, прочности усвоения знаний, единства образовательных, развивающих и воспитательных функций.

В учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации» на занятиях по английскому языку активно применяется мультимедийный программный комплекс Sanako Study 700. Данный комплекс представляет собой программный продукт, который стимулирует студентов к изучению английского языка посредством выполнения заданий и упражнений, позволяющий увеличить активное время обучения студентов и повысить их производительность, мотивацию и результаты.

Работа с Sanako Study 700 подразумевает индивидуальный подход к обучению, тесное взаимодействие между преподавателем и студентами и наблюдение за прогрессом и успехами каждого курсанта.

Основными преимуществами программного продукта Sanako Study 700 являются:

- Легкость в планировании занятий, используя предустановленные виды заданий.
- Индивидуальный подход к обучению.
- Возможность контролировать и управлять работой учащихся и тем самым фиксировать прогресс в обучении.
 - Возможность записывать речь курсантов для последующего прослушивания и исправления ошибок.
 - Предоставление широкого выбора медиа источников.
 - Возможность лёгкой конвертации существующих материалов в формат MP3 и создания новых материалов во время работы.
 - С помощью функции «Плейлист» преподаватель может предоставлять курсантам доступ к библиотеке своих учебных материалов.
 - Функция «Блокировка приложений», дающая преподавателю возможность определить, какие именно приложения могут быть использованы курсантами на данном занятии.
 - Совместная работа с курсантами с помощью инструментов *Интерактивная доска* и *Маркер*.
 - Режим «Обратная связь», позволяющая преподавателю оперативно оценивать уровень усвоения материала курсантами, чтобы удостовериться, действительно ли они успевают следить за ходом урока или испытывают определённые трудности.

Использование компьютерных технологий позволяет иметь постоянный доступ к аутентичным материалам; работать удалённо с большим количеством обучающихся одновременно; создавать примеры сообщений между пилотом и диспетчером, используя разные акценты, что является особенно важным фактором в совершенствовании радиопереговоров и в повышении осведомленности о фонетическом разнообразии; использовать материал модульно для удовлетворения конкретных целей учащегося; следить за результатами работы учащегося в режиме реального времени. Не менее важным фактором является более активное вовлечение в процесс обучения и повышение мотивации учащихся благодаря интерактивному и аутентичному характеру материала.

Применение компьютерных технологий позволяет обеспечить изучение авиационного английского языка в индивидуальном темпе, повысить самостоятельность и ответственность курсантов, выстроить обучение в соответствии с их интересами и целями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акоюнц, А.М. Лингвопрагматика и методика обучения иностранным языкам / А. М. Акоюнц // Иностранные языки в школе. 2006. № 2. С. 15–19.

2. Кажанова З.Н. Повышение качества образовательного процесса посредством новых информационных технологий / З. Н. Кажанова// Вопросы современной науки и практики. 2009. № 5. С. 27–29.

УДК 004.94

А.П. Григорович, Д.А. Беляев

Белорусская государственная академия авиации

ВОЗМОЖНОСТИ ВИРТУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО АВИАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Информационные технологии в настоящее время достаточно широко применяются в техническом образовании всех уровней: профессионально-техническом, средне-специальном, высшем первой и второй ступени. Высокоэффективные информационные системы и сервисы позволяют повысить качество образования, мотивировать процессы восприятия информации, а также получения знаний.

В БГАА на протяжении ряда лет достаточно успешно применяются виртуальные методики обучения в рамках различных дисциплин. В большинстве своем это виртуальные стенды, программы-эмуляторы лабораторных работ, программные тренажеры, ну и, конечно же, обучающие и тестирующие программы.

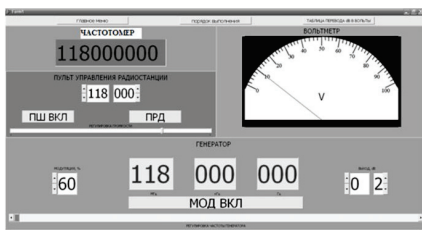


Рисунок 1 – Окно программы-эмулятора лабораторной работы

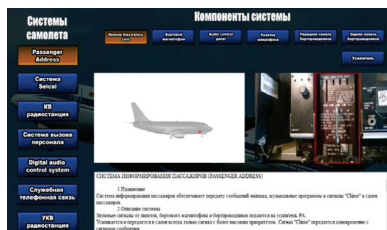


Рисунок 2 – Элемент виртуального стенда

Анализ тенденций развития современных информационных технологий показывает, что в число технологических трендов последних лет стремительно входят виртуальная (VR) и дополненная (AR) реальности. По данным компании IDC (International Data Corporation) в 2019 году рынок VR/AR должен составить порядка 20,4 млрд. \$, а к 2023 году – 94,63 млрд. \$ (60,55 млрд. \$ – AR, 34,08 млрд. \$ – VR).

Среди основных направлений развития VR/AR отрасли это, конечно же, образование. Обозначим лишь несколько аспектов позволяющих с помощью этой технологии активизировать познавательный процесс, в том числе и на уровне авиационного среднего специального образования.

На этапе технологических практик с помощью AR и систем удаленного контроля курсанты смогут быстрее перенимать новые профессиональные навыки.

VR позволит проводить обучение на авиапредприятиях доступ на которые ограничен по объективным причинам.

Виртуальные тренажеры дадут возможность моделирования процессов, протекание которых принципиально невозможно в лабораторных условиях.

Руководства по эксплуатации и ремонту изменят свой привычный вид. AR поможет визуализировать этапы демонтажа, монтажа и ремонта авиационного оборудования.

При проведении занятий в учебных аудиториях и на авиационной технике вспомогательные материалы в AR можно будет использовать для более глубокого изучения темы. Преподаватели получат возможность проверять знания курсантов и видеть их ответы в режиме реального времени. Курсанты смогут совместно работать над групповыми проектами и домашними заданиями дистанционно.

Платформу VR и AR возможно внедрить при создании интерактивных учебно-методических комплексов. Даже при чтении материальных книг можно будет пользоваться преимуществами AR, например дополнительными иллюстрациями, и справочной информацией. Возможна разработка полностью цифровых учебных материалов в AR для изучения на виртуальном экране.

Поскольку обучение на уровне среднего специального образования носит ярко выраженную практико-ориентированную направленность, технологии VR/AR наряду с уже имеющимися виртуальными стендами и лабораторными установками позволят улучшить процесс наработки и закрепления знаний, практических умений и навыков по изучению устройства, диагностике и управлению сложными и дорогостоящими авиационными устройствами и системами.

Виртуальные технологии являются надежными, экономными (в сравнении с реальными образцами авиационной техники), высокоэффективными средствами обучения за счет обеспечения повышенной наглядности и информативности, способности оперативно создавать различные варианты ситуационных задач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality Expected to Surpass \$20 Billion in 2019, According to IDC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44511118>. Дата доступа: 09.10.2019 г.

2. Электронно-образовательные ресурсы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shop.sike.ru>. Дата доступа: 10.10.2019 г.

3. Самый большой список вариантов использования дополненной реальности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rb.ru/story/ar-cases>. Дата доступа: 10.10.2019 г.

4. Бойко А.В., Беляева Л.Д. Виртуальные стенды и лабораторные установки в авиационном образовании. Тезисы доклада 1-й международной заочной научно-практической конференции «Авиация: история, современность, перспективы развития». Минск, БГАА, 2016.

5. Исаченко В.Г., Беляев Д.А., Беляева Л.Д. Виртуализация практического обучения в технических учебных заведениях. Тезисы доклада международной заочной научно-методической конференции «Проблемы современного авиационного образования». Минск, БГАА, 2018.

ИЗ ИСТОРИИ СОТРУДНИЧЕСТВА МИНСКОГО АВИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА С ВЫСШИМИ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ УЧЕБНО-НАУЧНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

В 1991 году совместно с Рижским институтом инженеров гражданской авиации было создано учебно-научно-методическое объединение «Рижский институт инженеров гражданской авиации – Минский авиационно-технический колледж», целью которого была организация в нашем учебном заведении ступенчатой непрерывной подготовки авиационных специалистов – техников по бортовым и наземным комплексам – с возможностью их дальнейшего обучения на 3-м курсе Рижского института инженеров гражданской авиации для получения высшего образования по специальностям учебного заведения [1]. Но этим планам не суждено было сбыться. После распада СССР и ликвидации Министерства гражданской авиации Советского Союза колледж стал единственным учебным заведением в Республике Беларусь, осуществляющим подготовку авиационных специалистов по технической эксплуатации самолетного и наземного оборудования для подразделений и авиакомпаний гражданской авиации страны.

Однако руководство учебного заведения не отказалось от этой идеи и наладило сотрудничество с Минским радиотехническим институтом (далее – МРТИ, БГУИР) [2] и Белорусской государственной политехнической академией (далее – БГПА, БНТУ), [3] с целью улучшения качества подготовки авиаспециалистов, эффективного использования учебно-лабораторной базы и педагогических кадров, а также повышения уровня профессионального мастерства профессорско-преподавательского состава.

В 1993 г. было создано учебно-научное объединение «Минский радиотехнический институт – Минский авиационно-технический колледж гражданской авиации» (далее – «МРТИ–МАТК» / «БГУИР–МАТК») [4], а в марте 1994 года такое же учебно-научное объединение с «Белорусской государственной политехнической академией» [5]. Выпускники колледжа получили право поступать в МРТИ и БГПА на дневную форму с сокращенным сроком обучения, где по итогам собеседования зачисляли выпускников, которые получили по окончании колледжа диплом с оценкой «отлично» и «хорошо» и имеющих рекомендации педагогического совета колледжа. Окончившие колледж курсанты по специальностям 2309 «Техническая эксплуатация авиационного радиоэлектронного оборудования воздушных судов» и 2310 «Техническая эксплуатация наземных средств радиотехнического обеспечения полетов», выпускаясь из института, получали диплом о высшем образовании по специальности 2304 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования», а курсанты по специальности 2201 «Производство электронно-вычислительной техники», специализации 2201-03 «Техническая эксплуатация электронно-вычислительной техники и информационных систем» - получали диплом о высшем образовании по специальности 2201 «Вычислительные машины, комплексы и сети». В БГПА поступали выпускники окончившие колледж по специальности 1908 «Техническая эксплуатация бортовых пилотажно-навигационных комплексов», выпускаясь из академии, получали диплом о высшем образовании по специальности Т06.01 «Приборостроение», специализация «Техническая эксплуатация авиационных приборов, систем и комплексов».

Уже в 1994 г. для продолжения учебы в БГУИР (ранее – МРТИ) и БГПА были направлены первые выпускники колледжа. Благодаря ранее достигнутому соглашению на базе колледжа в 1994 г. создаются филиалы кафедр БГУИР («Радиопередающих устройств» и «Радиотехнических систем») [6] и БГПА («Конструирование и производство приборов»), в состав которых вошли сотрудники учреждений высшего образования, так и МАТК. [7]

Через три года в январе 1997 г. состоялась первая защита дипломных проектов, подготовленных на базе функционирования учебно-научных объединений «БГПА–МГВЛТК» и «БГУИР–МГВЛТК», студентами БГПА и БГУИР из числа выпускников

колледжа. БГУИР окончил 21 человек (14 выпускников защитили дипломный проект на "отлично", 7 человек на "хорошо"; диплом с отличием получил 1 выпускник). БГПА окончили 15 человек (9 человек защитили дипломы на "отлично", 6 человек на "хорошо"; диплом с отличием получили 4 выпускника). Таким образом, первый опыт двухуровневой подготовки авиационщиков в составе учебно-научных объединений «БГПА–МГВЛТК» и «БГУИР–МГВЛТК» был завершен успешно [8].

Впервые в истории суверенной Республики Беларусь отечественными учебными заведениями были подготовлены инженеры по эксплуатации авиационного радиооборудования и эксплуатации бортовых пилотажно-навигационных комплексов. Обучение таких специалистов за пределами страны потребовала бы больших валютных затрат.

Руководящим и преподавательским составом МГВЛТК, БГПА и БГУИР на высоком профессиональном уровне была проделана большая работа по разработке учебно-планирующей и программной документации, методических пособий, курсов по специальным дисциплинам, созданию специализированных лабораторий, материально-техническому обеспечению учебного процесса. С учетом опыта подготовки первого выпуска авиаспециалистов с высшим образованием, вновь введенных требований международной авиационной организации гражданской авиации ИКАО, МАК и Государственного комитета по авиации Республики Беларусь в колледже постоянно велась работа по совершенствованию учебных планов, содержания рабочих программ курсов, наращиванию материально-технической базы, что позволило в будущем начать подготовку курсантов с высшим образованием на базе колледжа. За время деятельности учебно-научных объединений было подготовлено 158 инженеров с высшим образованием для гражданской авиации Республики Беларусь, в том числе в БГУИР – 110 и в БГПА – 48 человек. [9]

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Документы по организации и реорганизации колледжа, созданию кафедр и цикловых комиссий 1973–2003 гг. // Архив БГАА. – Оп.4. – Арх.№67. – Л. 7–8.
2. Минский радиотехнический институт впоследствии был преобразован и переименован в Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР).
3. Белорусская государственная политехническая академия впоследствии была преобразована и переименована в Белорусский национальный технический университет (БНТУ).
4. Документы по организации и реорганизации колледжа, созданию кафедр и цикловых комиссий 1973–2003 гг. // Архив БГАА. – Оп.4. – Арх.№67. – Л. 15–16.
5. Там же Л. 20–21.
6. Там же Л. 39.
7. Краткая летопись Минского государственного высшего авиационного колледжа / авт.-сост. Г. М. Русак. – Минск: МГВАК, 2002. – 70 с. – С. 48.
8. Там же. С.48.
9. Там же. С.48.

УДК 378:004

Е.Н. Карлова, А.Ю. Григоров

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ КАК ЗАДАЧА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Информатизация образовательной среды военных вузов и обеспечение её доступности военнослужащим как в период обучения, так и во время службы в войсках, является одной из стратегических задач военного образования. Информационные и коммуникационные технологии открывают новые возможности для организации эффективного взаимодействия субъектов образовательного процесса на всех уровнях образования, реализуемых в военном

вузе. Наряду с широкими возможностями повышения доступности и качества военного образования, внедрение информационно-коммуникационных технологий предъявляет требования обеспечения защиты государственной тайны и безопасности используемых устройств и программного обеспечения.

Одним из основных направлений развития информационно-образовательной среды военного авиационного вуза является повышение цифровой компетентности научно-педагогического состава и обучающихся, означающей способность безопасно и надлежащим образом использовать информационные и коммуникационные технологии для поиска, понимания, оценки, создания и передачи цифровой информации в процессе осуществления учебной и служебной деятельности.

Развитие высшего образования в последние десятилетия связано с внедрением цифровых технологий (ЦТ), оказывающих заметное влияние на способы организации образовательной деятельности и ее содержание. Военный сегмент российского высшего образования не остался в стороне от цифровизации, однако находится в сложных условиях поиска баланса между созданием современной цифровой инфраструктуры и соблюдением требований по защите государственной тайны. Выпускники военных вузов, с одной стороны, должны уметь использовать цифровые инструменты и сервисы в процессе служебной деятельности. С другой стороны, ограничения, которые накладывает статус военнослужащего и запрет на распространение информации ограниченного доступа, порождают необходимость развития способностей к критическому анализу поступающей из интернет-источников информации и контролю компрометирующего, недостойного поведения военнослужащих в социальных сетях [1].

Молодые люди, поступающие в военные вузы, относятся к поколению «цифровых аборигенов», для которых современные информационно-коммуникационные технологии являются агентами социализации наравне с семьей и школой [2]. Курсанты сталкиваются как с ограниченными возможностями использования цифровых технологий в образовательных целях, так и с необходимостью адаптации к офлайн-пространству в повседневной жизни.

Уже сейчас федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования для всех военных авиационных специальностей предусмотрены цифровые компетенции. Например, выпускники специальности 25.05.04 «Летная эксплуатация и применение авиационных комплексов» должны обладать способностью использовать пакеты прикладных программ при решении профессиональных задач, владеть навыками информационного поиска и анализа информации, проводить необходимые расчеты с использованием современных средств вычислительной техники, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны. Владение цифровыми компетенциями еще более актуально для выпускников инженерных специальностей. Обучающиеся по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» должны обладать способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять проектирование конструкций электронных средств в применении современных САПР и пакетов прикладных программ, разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем и программируемых логических интегральных схем с использованием современных пакетов прикладных программ.

Цифровые технологии в современных документах и научной литературе неразрывно связаны с интернет-технологиями, а феномен цифровой компетентности объединяет владение компьютерными технологиями и интернет-технологиями [3, с. 14]. Однако для военной сферы разделение ЦТ на работающие в онлайн и офлайн режиме принципиально. Внедрение ЦТ в образовательный процесс военных вузов осуществляется путем развития электронной информационно-образовательной среды, использования обучающих компьютерных программ, цифровых тренажеров, симуляторов и других технологий, преимущественно не требующих подключения к глобальному интернету [4]. Наилучшие показатели цифровизации достигнуты по уровню внедрения в образовательный процесс

электронных учебных изданий, объединенных в единый информационный образовательный ресурс [5]. В то же время, в военном образовании почти не применяются технологии дистанционного образования и большинство онлайн-сервисов, затруднен выход в интернет.

Таким образом, особенности военной службы ограничивают свободный обмен информацией для военнослужащих в служебной деятельности и во внеслужебной сфере в силу необходимости сохранения конфиденциальности информации ограниченного доступа и сохранения чести Вооруженных Сил. Задачей системы военного образования в этих условиях является формирование цифровой грамотности с соблюдением баланса между использованием возможностей современных информационных технологий в служебной и внеслужебной сферах и защитой от угроз, которые несут в себе данные технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Плетнев М. О. Информационная безопасность в социальномедийных ресурсах Internet // Экономика и социум. 2018. – №5 (48). – С. 35–41.
2. Солдатова Г. У. Цифровая социализация в культурно-исторической парадигме: изменяющийся ребенок в изменяющемся мире // Социальная психология и общество. 2018. – Т.9. – №3. – С. 71–80.
3. Цифровая компетентность подростков и родителей. Результаты всероссийского исследования / Г. У. Солдатова, Т. А. Нестик, Е. И. Расказова, Е. Ю. Зотова. М.: Фонд Развития Интернет, 2013. – 144 с.
4. Раецкая О. В. Информационная среда современного военного вуза // Интернет-журнал «Мир науки» 2017. Том 5. № 5. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/67PDMN517.pdf> (дата обращения: 05.08.2019).
5. Горемыкин В. П. Военное образование: цель – на развитие // Вестник военного образования. 2017. – №1. – С. 4–13.

УДК 33.316

В.А. Клименко, д.соц.н, профессор

Белорусская государственная академия авиации

НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ОБЩЕСТВА

Развитие цифрового общества, основанном на инновациях, знаниях, информации, обуславливает потребность в интеллектуальных, творческих, критически мыслящих специалистах, способных ориентироваться в условиях быстрой смены технологий, обладающих навыками участия в сложной проектной работе в различных областях человеческой деятельности, умеющих решать различные проблемы в постоянно меняющемся мире.

Как подчеркивают многие эксперты в области профессиональной деятельности, наступает эпоха работников умственного труда. Постиндустриальная революция радикально меняет не только технологии, но и мировоззрение. Многие существующие модели и ценности будут постепенно переосмыслены, не только в профессиональной сфере, но и в жизни. Людям придется научиться самим организовывать свой труд, ставить себе цели, делать выбор и принимать решения, которые раньше принимал за них работодатель.

Концепция цифровой экономики будущего будет построена на принципах свободного развития, на самореализации каждого в деятельности, на появлении новых форм коммуникации и сотрудничества. Для примера, уже сегодня для многих сотрудников в сфере IT-технологий наличие профессиональных вызовов и возможность самореализации становится ключевым фактором выбора места работы.

Новая социальная данность обуславливает новые подходы к управлению высшей школой, модернизации методов, форм и средств обучения в ней. И в этом плане традиционная информационно-знаниевая парадигма образования, основанная на передаче

определенного объема знаний по конкретной специальности, отходит на второй план, потому что она не может сформировать современного специалиста с набором качеств и компетенций, необходимых для работы в цифровой экономике. Можно отметить, что в некотором смысле ценность самих профессиональных знаний как таковых сейчас отходит на второй план и им на смену приходит спрос на мышление, интеллект и спрос на так называемые гибридные навыки (сочетание *hard* и *soft* компетенций). В силу этого образование меняет формат с лекционного на проектное. Привычный цикл «узнал–понял–сделал» сменяется на дедуктивный, по принципу «сделал–понял–узнал». Именно такое обучение позволяет формировать у будущих специалистов реальный опыт, прикладные компетенции, личностные навыки и креативный потенциал [1].

Появляется потребность и в альтернативных формах обучения. Сейчас, когда знания по многим специальностям устаревают через 3–5 лет, необходимо постоянное их пополнение, а также формирование новых профессиональных умений и навыков. В силу этого на передний план выходят короткие обучающие программы для быстрого усвоения новых, постоянно меняющихся навыков. Сегодня мы это видим при подготовке специалистов для работы IT сферы. Такой формат обучения породил особую группу специалистов, которой не существовало прежде (например, т.н. «тестировщики» в компьютерных фирмах). Но такой подход зачастую порождает слишком «узких» специалистов, которые не могут решать фундаментальные задачи в своей профессиональной сфере. Наличие только прикладных знаний и функциональную неграмотность сегодня считают серьезным цивилизационным риском, поскольку именно это в конечном итоге приводит к тому, что молодые специалисты в процессе трудовой деятельности при решении производственных проблем недостаточно умеют «добывать сложные смыслы, критически оценивать представленную информацию, формулировать гипотезы, делать выводы и многое другое».

Социально-экономические и культурные трансформации современного белорусского общества также обуславливают новые требования к такому социальному институту как высшее профессиональное образование. Если вести речь о развитии системы высшего образования Беларуси, то наиболее актуальными для нее проблемами в настоящее время, на наш взгляд, являются следующие: слабая учебно-материальная база; невысокий уровень общеобразовательной подготовки абитуриентов; низкий уровень практической и исследовательской подготовки студентов; формальная система контроля знаний студентов; недостаточное участие предприятий в разработке и согласовании учебных планов и учебных программ при подготовке специалистов; высокая централизация управления вузами и др.

Справедливости ради необходимо отметить также и такие основные достоинства высшей школы Республики Беларусь, как доступность получения образования, его относительно низкая стоимость, а также в некоторой степени его широта, что позволяет мотивированным студентам получить теоретические знания по широкому спектру дисциплин.

Вместе с тем, в настоящее время стираются различия между формальным и неформальным образованием. Развитие цифровых технологий и бизнес-методологий приводит к тому, что на стыке пересечения неформального, полужурнального и формального видов образования возникают инновационные формы и новые модели обучения, которые направлены на то, чтобы сделать студента субъектом своего образования. Вследствие этого образование становится персонифицированным и непрерывным, обучающийся сам выстраивает свою учебную траекторию.

Все это обуславливает разработку и применение новых образовательных технологий при подготовке специалистов в высшей школе. Для примера, в последние два десятилетия для формирования новой генерации специалистов в европейских и американских вузах широкое распространение получила система подготовки специалистов по модели свободных искусств и наук (*liberal arts and sciences education*). Именно по такой модели высшего образования осуществляют в настоящее время обучение бакалавров (*первая ступень вузовского образования*) ведущие американские университеты, входящие в Лигу плюща: Гарвардский, Йельский, Принстонский, Колумбийский, Стенфордский и др. Следует

отметить, что в настоящее время около двадцати университетов Российской Федерации получили лицензии Министерства образования и науки на открытие образовательных программ по модели свободных искусств и наук. Лидером среди вузов России в этом направлении является Санкт-Петербургский госуниверситет, в котором уже функционирует факультет свободных искусств и наук.

Современное образование по модели свободных искусств и наук можно представить как систему высшего образования, призванную развивать в студентах желание и способность учиться, критически мыслить и ясно выражать свои мысли, а также готовить их к роли сознательных и активных граждан общества [2, с. 17–20]. Такой подход в обучении делает акцент как на широту знаний о мире в его целостности (то есть и о науке, и о культуре, и об обществе), так и глубину достижений в специфической интересующей человека области. При этом реализация его в высшей школе помогает студентам развивать чувство социальной ответственности, сильные интеллектуальные, социальные и практические навыки, востребованные во всех основных областях исследований (такие, как коммуникабельность, навык аналитического мышления и навык решения задач), формирует способность применять знания и навыки в конкретных жизненных ситуациях и другие качества.

Такая модель либерального образования, уделяя большее внимание развитию специфических личностных качеств обучающихся, чем чистой «профессионализации», позволяет готовить специалистов, которые без труда ориентируются в меняющемся мире и способны к активной деятельности во всех сферах общества.

В целом, система образования как Liberal Arts строится на следующих ключевых положениях:

1) развитие критического мышления (critical thinking): умение задавать вопросы, искать возможности, погружаться в проблему с разных сторон, ставить под сомнение позиции, искать доказательства, выходить за рамки;

2) самопознание (self-discovering) – пробовать разные виды активностей, изучать разные научные дисциплины, постоянно отслеживать собственное восприятие того, что пробуешь – искать и активизировать собственные задатки и способности, и в конечном итоге, найти сферу своих интересов;

3) командная работа и сотрудничество (team-work and collaboration);

4) мультидисциплинарный подход (multi-discipline): когда берется проблема и исследуется через методы и инструменты нескольких наук;

5) межнациональный подход (multi-cultural) – умение работать с учетом специфики мышления и разницы поведения и реакций людей из разных стран и континентов;

6) формирование жизнестойкости (resilient building) – развитие умений восстанавливаться в условиях сильного стресса и больших перегрузок [3].

Реализация этих принципов в обучении в конечном итоге способствует формированию у выпускников высшей школы не только профессиональных навыков и знаний (hard skills), связанных с конкретной специальностью, но самое главное, накоплению так называемых универсальных (надпрофессиональных) компетенций (soft skills), которые можно применять во всех сферах профессиональной деятельности. К hard skills относятся такие социальные, интеллектуальные и волевые компетенции, как коммуникабельность, умение работать в команде, креативность, организованность, пунктуальность, уравновешенность и др. Без них сегодня невозможно построить успешную профессиональную карьеру.

Конечно, внедрение модели Liberal Arts в учебный процесс накладывает свой отпечаток на все элементы учебного процесса в высшей школе, начиная от профориентационной работы со школьниками и отбора абитуриентов, и заканчивая новыми требованиями к содержанию учебных планов по специальностям и деятельности преподавателя университета.

Таким образом, исходя из особой роли высшей школы в новых социально-экономических реалиях (подготовка в интересах личности, общества и государства свободной, высокообразованной, творческой и моральной личности специалиста), к нему предъявляются и особые требования. Университетское образование сегодня должно: учить преобразовывать мир и себя, а не просто познавать окружающий мир; формировать

духовную и нравственную личность студента; прогнозировать и проектировать развитие новых профессиональных знаний и умений и навыков, а не поддерживать и транслировать их определенный уровень; учить приобретать практический проектно-деятельностный опыт для решения социально-экономических и профессиональных проблем; быть диалогичным, интерактивным и плюралистичным, когда преподаватель и студент являются равноправными субъектами образовательного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Идигова А. Пока человек учится, ценность его образования уже снижается на 50 % – http://www.zautra.by/art.php?sn_nid=30354. – Дата доступа 21.02.2019.
2. Беккер Дж. Что такое либеральное образование и чем оно... не является // Проблемы либерального образования. Сборник статей. – СПб., 2012.
3. Чему нам стоит поучиться у образовательной системы США. – https://probusiness.io/hr/6416-chemu-nam-stoit-pouchitsya-u-obrazovatelnoy-sistemy-ssha-mnenie.html?utm_source=tut.by&utm_medium=title_block&utm_campaign=tut.by#ua:ne. – Дата доступа 04.10.2019.

УДК 355.23

О.А. Конопелько, В.П. Доршков, А.И. Антонов

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

В настоящее время внедрение инноваций в образовательную сферу является приоритетным направлением. Разрабатываются принципиально новые технологии обучения и методики, позволяющие повысить качество образовательного процесса, развить у курсантов творческое мышление и обеспечить, таким образом, базу для дальнейшего всестороннего развития общества. При этом важным инструментом являются современные информационные технологии. От того, насколько быстро и глубоко произойдет их внедрение в учебный процесс вуза, зависит уровень подготовки будущего специалиста, его способность соответствовать уровню современного научно-технического прогресса, создавать новое и перспективное, грамотно принимать профессиональные решения.

Важным элементом процесса обучения на авиационном факультете Учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» являются практические занятия, на которых курсанты изучают принципы эксплуатации существующих систем авиационного артиллерийского оружия, получают первоначальный практический опыт и формируют стройную систему своих знаний и умений в целях дальнейшего их развития. Именно поэтому качество подготовки и проведения практических занятий необходимо постоянно совершенствовать с точки зрения повышения наглядности обучения и углубленного понимания работы изучаемых технических устройств в системах вооружения.

Главным содержанием практических занятий является практическая работа каждого курсанта. При этом важно научить его грамотной технической эксплуатации авиационной техники и вооружения, а также умению использовать техническую и эксплуатационную документацию. Умение курсанта правильно работать с такой документацией на практических занятиях и во время самостоятельной подготовки прививает ему навыки в самостоятельном освоении новых перспективных образцов вооружения и военной техники. Здесь очень важен принцип наглядности обучения, который успешно можно реализовать в процессе разработки учебной технической документации для курсантов с помощью цифровых фотографий. На данных фотографиях качественно и многогранно изображены детали и механизмы авиационного артиллерийского оружия, а также подробно и пошагово запечатлены все фрагменты технологических операций, связанных с разборкой и сборкой оружия, его заряданием и разряданием.

На кафедре авиационной техники и вооружения внедрена и успешно применяется учебная техническая и эксплуатационная документация для изучения конструкции и принципов эксплуатации авиационного артиллерийского оружия в рамках дисциплины «Авиационное артиллерийское вооружение». Данная литература разработана в виде технических описаний и инструкций по эксплуатации авиационных автоматических пушек ГШ-301, ГШ-23Л, ГШ-6-23, ГШ-2-30, авиационных пулеметов ГШГ-7,62, ЯкБ-12,7 и авиационного гранатомета АГ-17А. Фотографии и иллюстрации в них отражают общие сведения об оружии (назначение, тип летательного аппарата, размещение на летательном аппарате, принцип работы автоматики оружия, циклограмма работы), тактико-технические характеристики, включая характеристики применяемых боеприпасов и пиротехнических средств, подробный состав оружия с полной его разборкой, описание принципов работы всех деталей и механизмов при автоматической стрельбе и перезарядке, технологии выполнения полной разборки, сборки, заряжания и разряжания оружия. Важное место в данной учебной литературе отводится указаниям по соблюдению мер безопасности при выполнении каждой технологической операции. При этом указываются характерные ошибки, допускаемые инженерно-техническим составом в войсках при эксплуатации оружия, возможные отказы и неисправности оружия, а также способы их устранения.

Для полноценного и качественного освоения принципов устройства и действия различных систем авиационного артиллерийского оружия курсанты используют учебное пособие, в котором применительно к каждому конкретному образцу рассмотрена теория работы всех деталей и механизмов [1]. Данный теоретический материал и разработанная учебная техническая и эксплуатационная документация в совокупности взаимно дополняют друг друга, что способствует качественному изучению учебного материала. При этом курсанты получают не только уверенные навыки практической работы с оружием, но и твердые знания всех физических процессов, происходящих в нем при автоматической стрельбе и перезарядке. В случае отсутствия курсанта на практическом занятии по уважительной причине, он имеет возможность самостоятельно изучать принципы устройства и действия авиационного артиллерийского оружия, а также вопросы его технической эксплуатации. Высокая степень наглядности такой учебной литературы помогает ему самостоятельно разобраться в наиболее сложных технических и практических вопросах, причем это можно делать во время, когда нет возможности работать на конкретной технике.

Опыт использования современных информационных технологий для разработки учебной технической и эксплуатационной документации на кафедре показал, что курсанты с удовольствием пользуются разработанной литературой, с интересом изучают принципы устройства, действия и эксплуатации авиационных пушек и пулеметов. При этом они быстрее и качественнее осваивают конкретные образцы оружия, что видно из материалов контрольных опросов курсантов (тестирование на ПЭВМ, проведение летучек и др.). Средний бал текущего контроля знаний и умений по результатам тестирования за прошедший учебный год увеличился в среднем на 20 %. Данный метод внедрения современных информационных технологий в разработку учебной технической и эксплуатационной документации и использование ее на практических занятиях способен в дальнейшем поднять уровень обучения по многим техническим дисциплинам, связанным с изучением конкретных образцов вооружения и военной техники.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О.А.Конопелько, А.И.Антонов. Авиационное артиллерийское вооружение. Учебное пособие. – Минск, ВАРБ, 2015.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В авиации «человеческий фактор» рассматривается как важнейшее условие, влияющее на уровень и определяющее состояние безопасности полетов любого рода воздушных судов. Человек представляет собой наиболее способный к адаптации и важный элемент авиационной системы, однако, и наиболее уязвимый с точки зрения возможности отрицательного влияния на его деятельность.

С каждым годом самолёты становятся более современными, более надёжными. Основные этапы полёта выполняются в автоматическом режиме. Системы автоматического управления контролируют работу и правильность выполнения операций членами экипажа. Согласно данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО), в течение многих лет каждые три из четырех авиационных происшествий происходили в результате сбоев в работоспособности человека.

Анализ причин авиакатастроф последних десятилетий в мировой гражданской авиации показывает, что наибольшая часть всех тяжёлых происшествий связана с человеческим фактором.

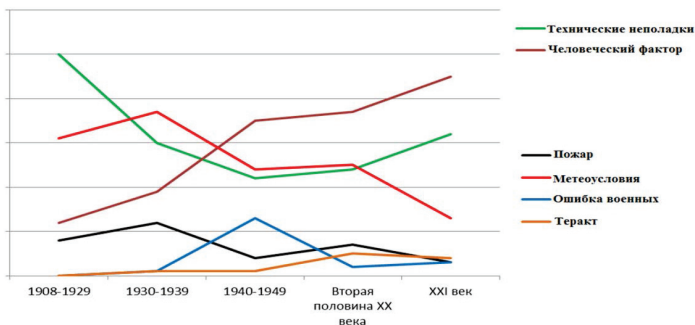


Рисунок 1 – Соотношение причин авиакатастроф в различные периоды развития авиации

Работа в авиационной отрасли – это особый вид деятельности. Она требует от авиаспециалиста особого мышления, высочайшей психологической культуры, особого образа жизни.

Цель данной работы состоит в том, чтобы рассмотреть роль человеческого фактора в работе с авиационной техникой и обозначить основные качества, которыми должен обладать авиаспециалист по окончании авиационного учебного заведения.

В авиации наиболее часто ошибки человека при работе с техникой происходят по следующим причинам:

1. Ошибочные действия авиаспециалиста;
2. Ошибки управленческих решений;
3. Несвоевременные действия специалиста в определенный момент;
4. Ошибки на этапе проектирования;
5. Несоблюдение технологий при производстве деталей и конструкций;
6. Эксплуатационные ошибки;
7. Некачественные или устаревшие нормативные и технологические документы;
8. Недостаточная квалификация авиаспециалиста;
9. Низкий общеобразовательный уровень.

Учитывая вышеизложенное при подготовке авиационных специалистов уже на этапе среднее специального и первой ступени высшего образования, следует обратить внимание на следующие факторы в воспитании качеств будущего выпускника:

1. Подбадривать и одобрять выбор профессии курсантов с первых дней обучения, акцентировать внимание на важных профессиональных компетенциях и специфических особенностях;
2. Демонстрировать прикладную значимость, а порой и романтичность профессии;
3. Привлекать к участию курсантов в работе в невузовских организациях авиационной направленности;
4. Способствовать побуждению учащегося к продуктивной познавательной деятельности, активному освоению содержания образования по выбранной специальности;
5. Воспитать дисциплинированность и ответственность при выполнении работ с авиационной техникой;
6. Прививать потребность строжайшего соблюдения нормативных и технологических документов;
6. Развивать общий интеллектуальный уровень;
7. Побуждать желание обучаться на протяжении всей трудовой деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Этиология «человеческого» и «личностного» факторов [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.aex.ru/m/docs/4/2018/12/19/2855/>. Дата доступа 07.09.2019 г.
2. Человеческий фактор в авиационной безопасности. [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.haikold.ru/Rasskaz/Bezopasnost.htm/>. Дата доступа 06.09.2019 г.
3. Кудласевич К.Ф. А.Г., Беляев Д.А. Формирование положительного отношения к профессии как способ мотивации обучения курсантов. Тезисы доклада III Международной НПК «Актуальные проблемы и перспективы развития авиации». Минск, БГАА, 2019 г.

УДК 378

Е.В. Манченко

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ВОЕННО-НАУЧНОЙ РАБОТЫ КУРСАНТОВ

Современному офицеру необходимо обладать достаточной компетентностью для решения профессиональных задач в мирное и военное время. Быть не только настоящим патриотом, защитником своей Родины, но и быть подготовленным к освоению новых образцов военной техники. В связи с этим очень важно формирование продуктивной творческой деятельности. Необходимо курсантам давать возможность развивать самостоятельность в принятии собственных решений. Именно образовательной среде принадлежит огромная роль в творческой самореализации личности. Здесь большую роль играет военно-научная работа.

Военно-научная работа курсантов в системе научной работы тесно связана с образовательным процессом. Она способствует развитию у курсантов творческого мышления, способности самостоятельного решения научно-технических задач, стремлению к углублению и закреплению полученных знаний, формированию интереса к военно-научному творчеству, высоких нравственных качеств – вот цели, которые ставят перед собой преподаватели, организуя работу с курсантами и слушателями.

Военно-научная работа в ВУНЦ ВВС «ВВА» находится в тесной взаимосвязи с образовательным процессом, рационализаторской и изобретательской работой и публикационной деятельностью. Она проводится в соответствии с приказом Министра обороны Российской Федерации 2014 года №670 и другими правовыми документами [1].

Военно-научное общество (ВНО) академии включает 33 % курсантов. Курсанты принимают участие в выполнении научно-исследовательских работ. Так курсанты факультета радиоэлектронной борьбы (и информационной безопасности) совместно с преподавателями заняли призовые места и были награждены дипломами Международного салона «Архимед», конкурсов «Инновационные технологии в образовательном процессе», «У.М.Н.И.К.», конкурса научных работ ВУЗов МО РФ, открытом московском конкурсе на лучшую работу студентов ВУЗов в области информационной безопасности и международной конференции «Гагаринские чтения», а также становились неоднократными победителями Всероссийских конкурсов «Инженер года» и «Студент года». Военно-научная работа включает и проведение различного рода конференций. Большой отклик среди курсантов находит участие во Всероссийской военно-научной конференции «Суворовские чтения» на тему: «Суворовская система обучения и воспитания войск».

В 2018 году преподавателями совместно с курсантами было выполнено около 400 научно-исследовательских работ по плану научной работы Вооруженных Сил РФ, а также по планам органов военного управления. Департаментом экономического развития Воронежской области был проведен ежегодный межвузовский конкурс инновационных проектов «Кубок инноваций», где ВУНЦ ВВС «ВВА» был признан лучшим инновационным вузом Воронежской области и награжден Кубком инноваций.

Курсанты принимают участие в рационализаторской и изобретательской деятельности. А.В. Луначарский писал: «все, что является значением людского существования, объединяется в творчестве, изобретательстве, без него жизнь остановилась бы, преобразилась в монотонное повторение самой себя». Ведь творчество – процедура формирования нового, выражение высших возможностей человека [2].

В изобретательской работе курсанты совместно с преподавателями развивают их творческий потенциал, логику, мышление, организуют их созидательную деятельность. Роль преподавателя в организации изобретательской работы сводится к вовлечению личного состава в творчество, оказании помощи в разработке, оформлении предложений, участие в выставках технического творчества. Степень оригинальности и новизны позволяет оценить разносторонность творческого мышления, отразить новые подходы в решении творческих задач.

Основными задачами военно-научной работы являются:

1. Развитие у курсантов творческого мышления.
 2. Обучение навыкам самостоятельного поиска в решении научно-исследовательских задач.
 3. Формирование интереса к военно-научному творчеству.
 4. Выявление талантливых курсантов.
 5. Использование творческого потенциала для решения задач военной науки.
- Основными формами военно-научной работы являются:
1. Участие в изобретательской и рационализаторской работе.
 2. Участие в конкурсах на лучшую научную работу.
 3. Участие в научно-исследовательских конференциях.
 4. Совершенствование учебно-материальной базы.
 5. Внедрение результатов научных исследований в образовательную деятельность.
 6. Военно-научное сопровождение научно-исследовательских и конструкторских работ.

Преподаватель, руководящий научно-исследовательской работой курсанта, оказывает ему практическую помощь в овладении основами и методиками научных исследований, консультирует при выборе темы научной работы, составляет план работы и практически внедряет результаты научной деятельности. Наиболее ярко продуктивные процессы творческого мышления у курсантов проявляются при постановке и решении ими сложных задач, создаваемых преподавателями в ходе работы в военно-научном обществе. Тематика военно-научных работ должна отражать актуальные проблемы изучаемых дисциплин. Самостоятельный поиск в процессе реализации различных идей создает оптимальные условия как для усвоения новых знаний, так и для развития творческого мышления. Преподавателю необходимо учитывать индивидуальные способности и интересы члена военно-научного общества [3].

Члены военно-научного кружка должны настойчиво овладевать научными методами познания, творчески применять их в своей исследовательской деятельности, непрерывно повышать свой научный уровень, активно участвовать в научно-исследовательской работе, регулярно посещать заседания научного кружка, участвовать в научных конференциях (семинарах), организационной работе военно-научного общества.

Курсанту в процессе своей работы необходимо работать с различными источниками информации, анализировать военную практику, методом анализа и синтеза решить исследовательскую задачу. Курсанты, активно участвовавшие в военно-научной работе, имеют высокую познавательную деятельность, владеет свободно методами анализа, синтеза, обобщения, логикой научного исследования. Развитие у курсантов творческого мышления, способности самостоятельного решения научно-технических задач, стремления к углублению и закреплению полученных знаний, формирование интереса к военно-научному творчеству, высоких нравственных качеств – вот цели, которые ставят перед собой преподаватели, организуя работу с курсантами и слушателями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – М., 1996.
2. Пирогов Н.И. Избранные педагогические сочинения. – М., 1985. – С. 329.
3. Приказ Министерства обороны РФ № 670 от 12.03.03 г. «Об утверждении Руководства по организации работы высшего военно-учебного заведения Министерства обороны Российской Федерации» // Российская газета. 2003. № 70.12 апреля.

УДК 378.147

Р.И. Могилинец, М.Н. Мануйлов

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАБОТОЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ВОЕННОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В БГАА

Эффективность боевого применения авиации зависит не только от возможностей боевых самолетов и вертолетов, но и от того, насколько качественно подготовлены они к полетам. Повседневная боевая подготовка и боевые действия авиации неразрывно связаны с массовым использованием различных по своему назначению, принципам действия и конструктивным схемам средств наземного обеспечения полетов авиации (далее – СНОП).

Высокая боеготовность и безаварийная эксплуатация СНОП, решение функциональных задач невозможны без проведения многоуровневой систематической и планомерной подготовки личного состава. В любом случае максимальной эффективности подготовки можно добиться только при комплексном подходе к организации этой работы. При этом теоретические навыки приобретаются курсантами на лекциях и в ходе самостоятельной работы, а умения и навыки вырабатываются в ходе проведения семинаров, практических и групповых занятий, а также при выполнении дипломной работы.

Важность решения вопроса активизации практической составляющей подготовки военных специалистов резко возрастает в последнее время, когда система военного образования в Республике Беларусь нацелена на подготовку офицеров, умеющих четко определить цель, анализировать ход и результаты своей деятельности, способных самостоятельно компетентно принимать решения, нести ответственность за них. Повышаются требования к научному уровню и творческому потенциалу военных инженеров, содержанию и технологиям обучения, позициям преподавателей и курсантов в образовательном процессе.

В результате проведенного исследования, изучения научной литературы, должностных обязанностей и практической деятельности выпускников кафедры СНОП ВФ в «БГАА» выделены основные профессионально-значимые задачи решаемые офицерами подразделений инженерно-аэродромного и электрогазового обеспечения.

К ним относятся:

поддержание высокой боевой готовности, организация боевой подготовки и воспитательной работы в подразделении;

руководство подчиненными и непосредственное участие в несении внутренней службы и боевого дежурства;

организация правильной и безопасной эксплуатации, проведение учета, хранения и бережения ВВТ;

личная ответственность за выполнение поставленной боевой задачи.

Проблема недостаточных практических навыков в профессиональной деятельности молодых офицеров ВВС и войск ПВО по эксплуатации специальной техники является одной из основных. Поэтому при создании учебной программы по обучению курсантов нельзя оставлять без внимания качественный уровень проведения практических занятий. При этом необходимо осуществлять обучение в следующей последовательности:

теоретическая подготовка с использованием обучающих компьютерных программ, учебных плакатов, стендов и т. д.;

отработка практических навыков на тренажерах;

практическая работа на учебно-тренировочных средствах на учебном аэродроме.

В этой связи профессорско-преподавательским составом кафедры СНОП разрабатываются учебные тренажеры по управлению специальным оборудованием специальных машин.

На этой основе разработаны и внедрены:

учебный тренажер по управлению электрооборудованием аэродромного электроагрегата АПА-5Д, который позволяет отрабатывать практические действия по обеспечению воздушного судна электропитанием постоянного и переменного тока;

тренажеры по управлению гидросистемой электрогидроустановки ЭГУ-50/210-131 и гидросистемой гидроустановки УПГ-300, которые позволяют отрабатывать практические действия по отработке гидросистем воздушного судна,

тренажер по запуску и управлению специальным оборудованием шнекороторного снегоочистителя ДЭ-210А.

Данные тренажеры разработаны и изготовлены с использованием панелей управления списанных машин, применение их в учебном процессе имеет ряд преимуществ, а именно:

сокращаются затраты материально-денежных средств, необходимые для эксплуатации реальных машин;

сокращается расход моторесурсов образцов военной техники;

безопасность применения для личного состава;

возможность конструирования способов решения учебных и реальных инженерно-технических задач;

исключается всякая возможность предпосылок к летным происшествиям;

развитие у обучаемых навыков алгоритмического решения задач и логического мышления;

освоение методов грамотного и эффективного использования инженерных знаний в практической деятельности;

обучение с помощью имитационных моделей, адекватно отражающих функционирование реальных объектов;

индивидуализация обучения.

высокий уровень технологической подготовки учебного процесса.

Применение тренажеров повышает заинтересованность курсантов на занятии; каждый курсант индивидуально получает изучаемый материал и отрабатывает практические навыки на модели, адекватно отображающей функционирование реальной установки.

Применение тренажеров в неразрывном сочетании с обучением на реальной технике может позволить добиться устойчивых практических навыков, обеспечить индивидуальный подход в обучении и снизить экономические затраты.

Одним из важных факторов, определяющих процесс становления личности будущего офицера в период его военного обучения, является оценка курсантом имеющихся на военном факультете условий подготовки и может вызывать у него как гордость за родной ВУЗ и Вооруженные Силы, так и сожаление и разочарование в процессе военного обучения.

Таким образом, создание и совершенствование материально-технической базы, дальнейшая деятельность по разработке и совершенствованию тренажеров, их применение для проведения занятий по техническим дисциплинам в военно-экономическом аспекте несет минимальные финансовые затраты, создается силами обучаемых под руководством профессорско-преподавательского состава в сравнительно короткие сроки и эффективно сказывается на процессе обучения, что в конечном итоге является одним из путей совершенствования методики в подготовке офицера, формирования у него устойчивых профессиональных навыков.

УДК 796.022.6

О.Г. Петровская, Е.Д. Бойко, И.А. Фолынсков

Белорусская государственная академия авиации

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ В ПРОЦЕССЕ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ

Осанка – это произвольная поза человека, находящегося в ортоградном положении. Ее профиль оценивается по форме физиологических изгибов позвоночного столба. Нарушения осанки – наиболее частый вариант неструктурных статических деформаций позвоночника, поддающихся волевой коррекции.

Проблема нарушений функций опорно-двигательного аппарата глобально обострилась в последнее десятилетие: по результатам профилактических осмотров детей до 17 лет включительно за последние 5 лет в 3 раза выросло количество впервые выявленных нарушений осанки.

Увеличение неструктурных статических деформаций у лиц получающих высшее образование, по мнению экспертов связано со следующими факторами:

- недостаточным двигательным режимом (51,6 %),
- низким уровнем физического состояния (48 %),
- неправильным физическим воспитание (43,8 %),
- заболеваниями (39,1 %),
- нарушениями гигиенических условий режима учебы и труда (34,4 %),
- наследственностью (29,7 %),
- низкой мотивацией на формирование правильной осанки (24,9 %).

Нарушение анатомически правильного распределения осевой нагрузки ведет к отклонениям в различных жизненно важных системах и процессах организма, в виду возникновения чрезмерно большого опрокидывающего момента относительно одной или нескольких плоскостей тела. Основной проблемой становится нарушение нормального функционирования опорно-двигательного аппарата, болезненность спины в грудном, шейном и поясничном отделах позвоночного столба, дискомфорт и боль в стопах, вызывающие перераспределение нагрузки на основные суставные группы. Побочными эффектами этого явления могут быть нарушение функций органов зрения, головные боли различной этиологии, снижение функциональных показателей дыхательной и сердечно-сосудистой систем, нарушение функций органов пищеварения и мочеполовой системы.

Целью работы являлась апробация методики экспресс-диагностики нарушений осанки с применением приспособления тест-экран у курсантов БГАА. Исследование проводилось в группе из 25 курсантов.

Методика проведения экспресс-диагностики включала:

1. сбор анамнеза;
2. измерения глубины физиологических изгибов позвоночника;

3. измерения кривизны позвоночника во фронтальной и боковой плоскости с применением приспособления тест-экран;

4. мероприятия по коррекции нарушений осанки;

5. составление фототаблиц.

В процессе сбора анамнеза и рассмотрения диагнозов, указанных в медицинских справках только у 17,5 % респондентов наблюдается клинически зафиксированная форма сколиоза I степени.

По результатам исследования выявлены следующие нарушения осанки:

– нарушена симметрия спины (30 %);

– нарушено положение головы (76,6 %),

– плеч и лопаток (83,3 %),

– таза (46,6 %);

– несимметричны треугольники талии (80 %),

– отмечено различие в длине ног (6.6 %)

– и деформации стоп (20 %).

– в положении наклона нарушена симметрия спины с деформацией в сторону ведущей руки (93,3 %).

– наблюдается гиперлордоз (23,3 %),

– увеличение грудного кифоза (23,3 %)

– уплощение спины (26,6 %).

При сборе анамнеза 16,6 % студентов высказали жалобы на постоянные болезненные ощущения в проблемных отделах позвоночного столба, а у 23,3 % зафиксирована болезненность стоп. Таким образом применение методики экспресс-диагностики нарушений осанки с применением приспособления «Тест-экран» позволило выявить нарушение осанки у 60 % курсантов.

Проведении корригирующих сопровождалось дополнительными замерами для получения срочной информации.

Комплекс реабилитационных мероприятий состоял из:

1. вытяжения, разгрузки позвоночника,

2. изометрических и изотонических упражнений для улучшения гибкости позвоночника, его физиологических изгибов, предупреждения и снятия позного утомления мышц;

3. упражнений для становления стереотипа правильной осанки, повышающих силовую выносливость мышц туловища и брюшного пресса;

4. коррекции положением тела,

5. симметричных и ассиметричных упражнений, силовая динамика которых ориентирована параллельно и перпендикулярно вектору гравитации;

6. дыхательных упражнений.

К концу периода реабилитации 76 % респондентов отметили снижение жалоб на боль в спине; у 64 % респондентов удалось изменить взаиморасположение составных элементов позвоночного столба, что подтверждается материалами фототаблиц и повторными измерениями.

Специальные физические упражнения, биодинамическая структура которых ориентирована перпендикулярно к вектору гравитации относительно тела человека, позволяют с большим эффектом корректировать локальные напряжения функции различных отделов позвоночного столба человека. Наилучший эффект достигнут в шейно-грудном и шейном отделах позвоночника, меньше всего поддается коррекции регион крестцово-повздошных сочленений позвоночника.

Применение методики экспресс-диагностики нарушений осанки с приспособлением тест-экран позволяет проводить срочную диагностику, что значительно повышает эффективность процесса коррекции нарушений осанки. Анализ полученных результатов позволяет составить профили осанки и рекомендовать корригирующие комплексы упражнений, индивидуальных для каждого курсанта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белякова Р.Н. Педагогический и медицинский контроль физического воспитания учащихся. Пособие для преподавателей физ.культуры и мед.работников учебных заведений / Р.Н.Белякова, Г.А.Боник, И.А.Мотевич. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2009. – 154 с.
2. Современные технологии сохранения и укрепления здоровья детей: учеб. пособие / под общ. ред. Н.В. Сократова. – М.: ТЦ СФЕРА, 2012. – 224 с.
3. Здравоохранение в Республике Беларусь: официальный статистический сборник за 2017 г. – Минск, 2018. – 312 с.
4. Круцевич Т. Ю., Воробьев М. И. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений физического воспитания и спорта. – Киев: Полиграф-Экспресс, 2005. – 195 с.

УДК 796.02(075.8)

О.Г. Петровская, С.А. Дулич, А.В. Белько

Белорусская государственная академия авиации

РАЗВИТИЕ ПСИХОМОТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В ЕДИНОБОРСТВАХ

Единоборства относятся к группе видов спорта, которые характеризуются сложной биомеханической структурой движений, предельной концентрацией усилий проявляемых в соревновательных условиях многократно в одной попытке. Важной составляющей результативности спортсменов-единоборцев признана способность к антиципации, в свою очередь, предвосхищение действий и противника и принятие релевантного решения тесно связано со скоростью моторного ответа (в том числе реакции выбора) и точностью межмышечной координации.

В.П. Озеров для оценки психомоторных способностей предлагает следующие психомоторные показатели: время реакции и скорость движений (быстроту), силу, выносливость, ловкость или координационные способности человека и гибкость. Исследования времени реакции и скорости движения представляют практический интерес и сводятся к следующему: время простой двигательной реакции (ВДР) характеризует природную быстроту реагирования и среднее время реакции испытуемого, точность самоощенки (СО) микровремени своих реакций, наиболее удобный предсигнальный (стартовый) интервал (1,2 или 3 сек).

В единоборствах, таких, например, как армспорт или борьба решающее значение имеет время реакции. Задача тренера принять все меры для того, чтобы по возможности снизить время реакции. Достичь этого можно различными путями:

1. Активная тренировка сложного движения может снизить время реакции, предшествующее этому движению.
2. Обучение спортсмена умению ориентироваться и предвидеть различные варианты ситуации до начала движения также способствует снижению времени реакции
3. Исследования показывают, что у спортсмена, готовящегося к действию, имеется соответствующая установка, от которой зависит скорость начала движения.
4. Оптимальное напряжение мышц конечностей, участвующих в движении (или во всем теле), существенно снижает время реакции. Умеренное напряжение способствует снижению времени реакции по сравнению с чрезмерным или недостаточным напряжением. Спортсмен должен в серии попыток найти наиболее подходящее для него напряжение.

Целью исследования явилось проведение анализа процессов формирования и развития психомоторных способностей на примере курсантов-единоборцев различной специализации: армспорта и борьбы.

Теоретическими, методологическими и научно-практическими задачами исследования являлись:

1. Уточнение содержания основных теоретических понятий.
2. Изучение проблемы диагностики и формирования психомоторных способностей у спортсменов-единоборцев.

3. Сравнение различных видов соревновательной деятельности по уровню развития психомоторной регуляции у спортсменов, занимающихся единоборствами, с целью выявления существенных элементов специальной подготовки.

Для решения поставленных задач применялись следующие основные методы исследования.

1. Изучение и анализ психолого-педагогической литературы и целью выявления основных концепций и подходов в диагностике и формировании специальных способностей у спортсменов.

2. Методы педагогических контрольных испытаний физической, психомоторной и спортивно-технической подготовленности испытуемых.

3. Современные методы математической статистики и анализа данных.

Исследование осуществлялось при помощи блока тестов и функциональных проб. В начале и в конце эксперимента определялись: вес спортсмена (В1, В2); сила разгибателей рук (Ж1, Ж2) определялась в максимальном значении жима лёжа; сила сгибателей кисти (Д1, Д2) определялась при помощи динамометра; максимальная частота движений (Ч1, Ч2) определялась посредством выполнения теппинг-теста; волевое усилие (ВУ1, ВУ2) определялась по задержке дыхания на вдохе. Отбор проб и тестов производился на основании методик для определения специальной силовой подготовленности спортсмена и динамики психомоторных функций.

Испытуемые в количестве 24 человек подразделялись на две группы в зависимости от специализации в виде спорта. Все спортсмены ранее занимались в секциях единоборств, разрядов не имели. Исходный уровень тестовых характеристик представлен в таблице №1.

Таблица 1 – Исходный уровень тестовых характеристик

№	Специализация	В1кг	Ж1кг	Д1(л/п) кг	Ч1кол	ВУ1сек.
1.	Армрестлинг	69,19	67,30	41,30/48,15	43	54,75
2.	Борьба	76,61	75,23	46,92/50,23	41	81,16

Спортсменам были предложены тренировочные программы направленные на развитие психомоторных качеств, после чего с интервалом в 6 месяцев было проведено повторное тестирование (см. таблицу №2).

Таблица 2 – Результаты повторного тестирования

№	Специализация	В2кг	Ж2кг	Д2(л/п)кг	Ч2кол	ВУ2сек
1.	Армрестлинг	71,55	78,84	44,46/51,80	49	65,14
2.	Борьба	78,51	92,30	49,61/54,30	47	94,05

Сравнительный анализ результатов представлен в таблице №3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ результатов тестирования

№	Специализация	В2-В1кг	Ж2-Ж1	Д2-Д1	Ч2-Ч1	ВУ2-ВУ1
1.	Армрестлинг	2,82	11,53	3,16/3,65	6	10,39
2.	Борьба	1,97	17,07	2,69/4,07	6	12,89

Отметим, что сумма отклонений (Σ откл.) в тесте на определение максимальной частоты движений, демонстрирующая уровень силы нервных процессов, распределился следующим образом (см. таблицу №4).

Таблица 4 – Сумма отклонений

№	Специализация	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	$\Sigma 2 - \Sigma 1$
1.	Армрестлинг	-16	-13	-3
2.	Борьба	-13	-9	-4

В процессе проведения эксперимента нами был рассмотрен вопрос о влиянии взрывного тонического напряжения на показатели силы сгибания кисти. Спортсменам было предложено выполнить замер силы сгибателей кисти перед (Д1) и после (Д3) выполнения максимального жима (см. таблицу №5).

Таблица 5 – Показатели силы сгибателей кисти

№	Специализация	Д1	Д3	Д3-Д1
1.	Армрестлинг	41,30/48,15	41,53/46,38	-0,25/1,27
2.	Борьба	46,92/50,23	42,92/45,84	-4,00/-4,39

Сравнивая результаты спортсменов различных специализаций отметим, что в армрестлинге профилирующим качеством является сила нервных процессов, в борьбе важным фактором подготовки является сознательное напряжение психических и физических сил при преодолении внешних и внутренних препятствий. Выявилась функциональная асимметрия в каратэ при развитии силовых показателей левой и правой руки – все испытываемые были правшами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гарник, В.С. Боевые искусства и единоборства в психофизической подготовке студентов. Учебное пособие / В.С. Гарник. – МГСУ, 2012. – 176 с.
2. Озеров, В.П. Психомоторные способности человека. / В.П. Озеров. Изд. 2-е стереотип. – Дубна: Феникс+, 2005. – 320 с.

УДК 378.147

О.А. Плиговка, К.К. Крамник

Белорусская государственная академия авиации

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ «АВТОМОБИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ»

Рассмотрены некоторые проблемы, возникающие в процессе преподавания дисциплины «автомобильная подготовка». Приведены преимущества использования ЭСО. Проанализировано использование ЭСО на уроках «автомобильной подготовки» специальности «Техническая эксплуатация средств наземного обеспечения полетов».

Модель развития высшего образования ориентирует педагогов на реализацию компетентного подхода. Поэтому особая роль отведена обновлению содержания обучения. Каждая дисциплина, изучаемая учащимися, должна вносить вклад в профессиональное образование, давая учащимся целостную картину явлений и процессов. «Автомобильная подготовка» – одна из важных дисциплин специальности «Техническая эксплуатация средств наземного обеспечения полетов». Без знаний правил и методики управления автомобилем, невозможно полноценное образование и формирование современного технического специалиста готового грамотно использовать вверенную ему технику. Обучение по дисциплине должно способствовать воспитанию интереса к знаниям, самостоятельности, критического мышления, трудолюбия и добросовестности.

Современный урок невозможен без использования электронных средств обучения, особенно это касается дисциплин специальности «Техническая эксплуатация средств наземного обеспечения полетов». Широкое использование анимации, презентаций с использованием компьютера делает обучение более наглядным, понятным и запоминающимся. Преимущества использования ЭСО:

1. Помогают процессу обучения стать более эффективным.
2. Повышается мотивация обучения.
3. Активизируется познавательная деятельность учащихся.
4. Обеспечивается оперативность и объективность контроля.

5. Дают педагогу возможность для построения индивидуальных образовательных траекторий учащихся.

6. Облегчает деятельность педагога и создают эффективную обратную связь.

7. Повышается интерес к изучаемой дисциплине [3].

В отличие от обычных технических средств обучения ЭСО позволяют не только насытить обучающегося большим количеством готовых, строго отобранных заданий, но и развивать интеллектуальные, творческие способности обучающихся, их умение самостоятельно приобретать новые знания, работать с различными источниками информации. Проведение уроков с использованием ЭСО – это мощный стимул в обучении. Посредством таких уроков активизируются: внимание, память, мышление; гораздо быстрее и активнее происходит возбуждение познавательного интереса, происходит экономия времени практически на всех этапах урока. [2]

Опыт работы показывает, что использование компьютерных технологий на уроках позволяет дифференцировать и индивидуализировать учебную деятельность на уроках, активизирует познавательный интерес учащихся, развивает их творческие способности, стимулирует умственную деятельность. Учебный материал, поддержанный компьютерной программой, позволяет сконцентрировать внимание учащихся, повысить не только интерес к изучаемой теме, но и к более осмысленному изучению материала. Анализируя проделанную работу по применению ЭСО в процессе обучения, можно сказать о том, что реализация такого подхода позволяет:

1) создать определенный эмоциональный настрой и развивать эмоциональный интерес к дисциплине;

2) организовать самостоятельную работу учащихся, дифференцированный подход;

3) развивать творческий потенциал учащихся; логическое мышление;

4) развивать навыки самоконтроля; интенсифицировать учебный процесс;

5) вносить в учебный процесс новые разнообразные формы и методы, что делает урок более интересным. При использовании в обучении ЭСО, на мой взгляд, произошло смещение акцентов с мотива получения отметки на мотив получения знаний. Диаграмма «Динамика ЗУН учащихся», показывает, что применение ЭСО на уроках вносит существенные качественные изменения в уровень знаний, умений и навыков учащихся. В группах наблюдается явная положительная динамика в повышении мотивации учащихся, возрос интерес к изучаемой дисциплине, что в конечном итоге сказалось на повышении успеваемости.

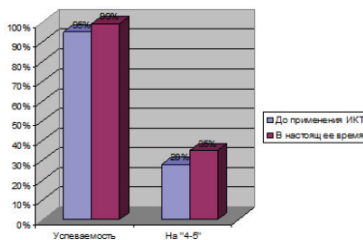


Диаграмма 1 – Динамика ЗУН учащихся

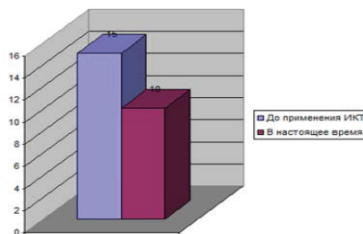


Диаграмма 2 – Время на изучение нового материала

В группах наблюдается явная положительная динамика в повышении мотивации учащихся, возрос интерес к изучаемой дисциплине, что в конечном итоге сказалось на повышении успеваемости. В результате использования современных информационных технологий время, затрачиваемое на изложение нового материала, существенно сократилось. Во время проведения уроков с ЭСО во всех группах было зафиксировано экономия времени в среднем на 5 минут. Это только один из показателей. Также была зафиксирована общая экономия времени урока, за счет уменьшения времени затрачиваемого на усвоение нового

материала и контроль усвоения знаний (из анализа посещённых уроков). ЭСО на уроках являются средством, позволяющим учащимся лучше познать самих себя, индивидуальные особенности своего учения, способствуют развитию самостоятельности. Учащийся может наблюдать на экране, что получается после осуществления той или иной операции, как меняется значение выражения, когда меняется тот или иной параметр. Учащиеся отмечают (анализ анкетирования), что уроки с использованием ЭСО становятся интереснее, увлекательнее, познавательнее. [4] Да, на этом пути есть свои трудности, свои проблемы, но есть и главный успех – это горящие глаза учащихся, их готовность к творчеству, потребность в получении новых знаний и ощущение самостоятельности. Компьютер и мультимедийный проектор, а в перспективе – Мультиборд, позволяют создавать, разрабатывать и внедрять уроки не похожими друг на друга, вызывая тем самым интерес учащихся к учению. Таким образом, электронные средства обучения, в совокупности с правильно подобранными технологиями обучения, создают необходимый уровень качества, вариативности, дифференциации и индивидуализации обучения. Использование современной техники позволяет преподавателю значительно повысить эффективность обучения, рационально использовать учебное время, сделать процесс обучения технологичнее и результативнее.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богоявленская, Д. Б. Психология творческих способностей : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Д. Б. Богоявленская. – М. : Академия, 2002. – 320 с.
2. Дуботолкина, Г. А. Педагогические условия эффективного использования информационных технологий в профессиональной подготовке студентов средних профессиональных учебных заведений.: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Г. А. Дуботолкина; Пензенский гос. пед. ун-т им. В. Г. Белинского. – Пенза, 2006. – 17 с.
3. Кашлев, С. С. Интерактивные методы обучения педагогике : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С. С. Кашлев. – Минск : Высш. школа, 2004. – 176 с.
4. Можар, Е. Н. Стимулирование учебно-познавательной активности старшеклассников средствами интерактивного обучения – (в процессе изучения естественно-научных предметов): автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / Е. Н. Можар ; Бел. гос. пед. ун-т им. М. Танка. – Минск, 2007. – 21 с.
5. Пидкасистый, П. И. Организация учебно-познавательной деятельности студентов / П. И. Пидкасистый. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Пед. общ-во России, 2005. – 141 с.

УДК (32)

Н.А. Поляк

Беларускі дзяржаўны медыцынскі ўніверсітэт

КАНЦЭПЦЫЯ ІНФАРМАЦЫЙНАЙ БЯСПЕКІ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ У АДУКАЦЫЙНА-ВЫХАВАЎЧЫМ ПРАЦЭСЕ

Прафесійная падрыхтоўка спецыялістаў рознага ўзросту ў апошні час мяняе свой выгляд. Рэаліі сённяшняга дня патрабуюць ад кадравага складу мець дакладныя веды аб сучаснай грамадска-палітычнай сітуацыі ў нашай краіне і па-за яе межамі. Інфармацыйная глабалізацыя побач з глабалізацыяй і ўніфікацыяй адукацыйна-выхаваўчых працэсаў у наш час узнікаюць шмат пытанняў і фармулююць новыя патрабаванні. У гэтай сувязі, прынятая ў сакавіку 2019 г. Канцэпцыя інфармацыйнай бяспекі Рэспублікі Беларусь, становіцца асноўным арыенцірам у сферы сацыяльна-гуманітарнай адукацыі моладзі.

Канцэпцыя інфармацыйнай бяспекі Беларусі – гэта сістэма афіцыйных поглядаў на сутнасць і змест забеспячэння нацыянальнай бяспекі ў інфармацыйнай сферы, у якой вызначаюцца стратэгічныя задачы і прыярытэты ў галіне забеспячэння інфармацыйнай бяспекі. Дакумент арыентаваны на ўцягванне ў забеспячэнне інфармацыйнай бяспекі ўсіх дзяржаўных органаў і арганізацый, грамадзянскай супольнасці, бізнесу, прадстаўнікоў навуковых, адукацыйных і культурных устаноў. Менавіта гэты дакумент ёсць аснова ўласнай

Дактрыны, якая акрэсліць дакладныя метады і формы рэалізацыі Канцэпцыі па забеспячэнні інфабяспекі і будзе адпавядаць сусветнаму вопыту барацьбы з інфармацыйнымі пагрозамі. У гэтай сувязі, трэба разумець, што ніводная навучальная ўстанова не застанецца ў баку. Гэта падкрэслівае актуальнасць разглядаемай тэмы, асабліва ў рэчышчы выкладання дысцыплін сацыяльна-гуманітарнага блоку.

Яскравым паказчыкам значнасці прынятага дакумента аб інфармацыйнай бяспецы з’яўляецца прамая сувязь з Канцэпцыйай нацыянальнай бяспекі Рэспублікі Беларусь. У абодвух дакументах пазначаецца агульнае разуменне тэндэнцый развіцця міжнародных адносін і сусветных выклікаў. Абагульняюцца мэты, задачы і падыходы ў нейтралізацыі знешніх і ўнутраных пагроз як для нацыянальнай, так і для інфармацыйнай стабільнасці.

Абсалютна ўнікальным і каштоўным стала ўвядзенне ў навуковы зварот новых паняццяў і тэрмінаў, прадастаўленых у Канцэпцыі. Тлумачацца вельмі значныя для ўсяго сацыяльна-гуманітарнага блоку паняцці і ўдакладняюцца стратэгіі “інфармацыйнага суверэнітэту і нейтралітэту”, “кібербяспекі і кіберзлчынстваў”, “палітыкі інфармацыйнага стрымлівання”. Тэматыка рабочых праграм па “Паліталогіі” і “Ідэалогіі” павінна быць дапоўнена сучаснымі трактоўкамі геапалітычных інтарэсаў Беларусі, яе месца і ролі ў свеце. Неабходна падкрэсліваць значнасць дамоўленасцей аб супрацоўніцтве ў сферы інфармацыйнай бяспекі з дзяржавамі – удзельніцамі СНД, дзяржавамі – членамі АДКБ. Засяроджваць увагу на абавязальствах Беларусі ў галіне міжнароднай інфармацыйнай бяспекі, паказваць значнасць рэзалюцыі Генеральнай Асамблеі ААН у рэчышчы інфармацыйнай бяспекі. Мэтазгодным, на наш погляд, з’яўляецца разгляд асобнай тэмы аб ролі традыцыйных і нетрадыцыйных СМІ ў палітычных і грамадскіх працэсах.

Значнымі для выкладання гістарычных і культуралагічных дысцыплін сталі раздзелы Канцэпцыі інфабяспекі, якія тычыцца гістарычнай і нацыянальнай памяці беларускага народа. У каментарыях да дакумента доктар гісторыі і дэпутат Парламента І. Марзалюк адзначыў, што “Беларускі нацыянальны код не менш значны для бяспекі дзяржавы і яго народа, чым лічбавы код праграм і камп’ютарных дадаткаў” [2]. У чацвёртым раздзеле дакумента акцэнтуюцца ўвага на “беларускай гістарычнай палітыцы”, якая прызвана замацаваць з гістарычнымі фэйкамі і павінна забяспечваць задакументаванае мінулае беларускага народа.

Працэс адукацыі моладзі павінен абдывацца з улікам выкладзенай у Канцэпцыі інфармацыі аб ролі беларускай мовы ў нацыянальных і дзяржаўных працэсах. Пазначаецца, што беларуская мова разам з традыцыйным двухмоўем, поліканфесіянальнасцю і шматкультурнасцю садзейнічаюць умацаванню нацыянальнай самасвядомасці і фарміраванню духоўнасці беларускага грамадства. Пашырэнне сацыяльных функцый і камунікатыўных магчымасцей беларускай мовы, яе паўнаважнасць развіццё разам з іншымі атрыбутамі нацыянальнай культуры і ідэнтычнасці выступаюць гарантам гуманітарнай бяспекі дзяржавы [1].

Такім чынам, як адзначаецца ў дакуменце, на цяперашнім этапе сусветнага развіцця інфармацыйная сфера набывае ключовае значэнне для сучаснага чалавека, грамадства, дзяржавы і аказвае ўсёабдымны ўплыў на эканамічныя, палітычныя і сацыяльныя працэсы, якія адбываюцца ў краіне. Гэтыя выказванні павінны стаць галоўным арыенцірам у адукацыйна-выхаваўчых працэсах беларускай моладзі. Побач з дакладна акрэсленымі ў Канцэпцыі інстытутамі палітычнай улады і структурнымі падраздзяленнямі, установы адукацыі і навукі павінны прымаць актыўны ўдзел у ралізацыі і выкананні асноўных палажэнняў дадзенага дакумента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [<http://president.gov.by/uploads/documents/2019/1post.pdf/>]. – Дата доступа: 16.09.2010.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.house.gov.by/> / Интервью с историком и депутатом Игорем Марзалюком. – Дата доступа: 24.09.2019.

**ПРОБЛЕМЫ ВОСПИТАНИЯ КУЛЬТУРЫ ПАМЯТИ О ВЕЛИКОЙ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ: ОККУПАЦИОННЫЙ РЕЖИМ НА ТЕРРИТОРИИ
БЕЛАРУСИ (1941–1944 гг.)**

Введение. Самой кровопролитной и жестокой из войн, в течение всей многовековой истории Беларуси, стала Великая Отечественная война. Победа в ней была достигнута ценой огромных потерь белорусского народа. Белорусская земля приняла в себя миллионы людей погибших не только на поле брани, но и методично, хладнокровно умерщвленных в ходе осуществления гитлеровцами оккупационного режима. Одной из форм геноцида стало уничтожение деревень, часто вместе с населением.

Основная часть. На захваченной агрессорами территории СССР до войны проживало около 80 млн человек. В военные годы 25 млн человек эвакуировались на Восток. В Беларуси под оккупацией оказалось около 8 млн жителей, а также около 900 тыс. советских военнопленных.

В ходе войны, опираясь на план «Ост», нацисты разрабатывали краткосрочные конкретные задачи по уничтожению населения. Материалы таких разработок обнаружены в документах рейхскомисариата «Остланд». Согласно карте-схеме, датированной 17 ноября 1942 г. Белоруссию от западной ее границы до линии Гродно–Слоним, южную часть Брестской области, районы Пинска, Мозыря и остальную часть Полесья по линии Пружаны, Ганцевичи, Паричи, Речица предполагалось полностью очистить от местного населения и поселить на ней только немецких колонистов. Во всех крупных городах Белоруссии фашисты намеревались создать поселения для привилегированных слоев немецкого общества. Количество местного населения, которое можно было бы оставить в этих городах, определялось точным расчетом: на каждого господина «высшей расы», два раба «низшей» расы. Так в Минске и области намечалось поселить 50 тысяч немецких колонистов и оставить 100 тысяч местного населения, в Молодечно и его окрестностях – соответственно 7 тысяч немцев и 15 тысяч белорусов, в Барановичах 10 тысяч немцев и 20 тысяч местных жителей, в Гомеле – 30 тысяч немцев и 50 тысяч местных жителей, в Могилеве и Бобруйске – по 20 тысяч немцев и 50 тысяч жителей [1, с. 56].

Такие документы как генеральный план «Ост», «Инструкция об особых областях к директиве № 21 (план "Барбаросса")», датированная 13 марта 1941 г., «О военной подсудности в районе "Барбаросса" и об особых полномочиях войск» от 13 мая 1941 г., "Двенадцать заповедей поведения немцев на востоке и их обращение с русскими» от 1 июня 1941 г. и др. освобождали фашистских солдат от ответственности за преступления и возводили зверства по отношению к мирному населению в ранг государственной политики [2, с. 158–162].

Политика геноцида – уничтожения отдельных групп населения по расовым, национальным, этническим, политическим или религиозным мотивам. Фашисты преднамеренно создавали жизненные условия, рассчитанные на полное или частичное уничтожение этих групп. Действовала целая система лагерей смерти. На территории оккупированной Белоруссии их было 260, включая филиалы и отделения. Лагерь в большинстве случаев представлял открытое пространство, огражденное колючей проволокой под током высокого напряжения, с бараками или землянками. Охрану и уничтожение узников осуществляли подразделения вермахта, СД и СС. В лагерях смерти людей уничтожали голодом, каторжным трудом, избиванием, расстрелами, повешением, сжиганием в крематориях, подрывали гранатами, проводили преступные эксперименты и тому подобное.

Массовое уничтожение населения осуществляли особые оперативные группы – айнзацгруппы, которые делились на специальные и оперативные команды. Перед ними ставились задачи «усмирения» захваченных территорий, выявления и уничтожения политически опасных лиц.

На захваченной территории население было лишено элементарных прав. Повсеместно стрекотали приказы и распоряжения с угрозой расстрела за выход на улицу после установленного властями времени, за невыполнение в срок приказов, за связь с партизанами, за передвижение вблизи железнодорожного полотна и т. д. И это были не пустые слова. Приказы приводились в исполнение с немецкой пунктуальностью. Фашисты уничтожали военнопленных и мирное население.

Трагедия Хатыни – один из тысяч фактов, свидетельствующих о целенаправленной политике геноцида по отношению к населению Белоруссии, которую осуществляли нацисты на протяжении всего периода оккупации. Сотни подобных трагедий произошли за три года оккупации (1941–1944 гг.) на белорусской земле. Ни на одной самой подробной географической карте вы не найдете сегодня этой белорусской деревни. Она была уничтожена фашистами весной 1943 г. Многие населённые пункты уничтожались по несколько раз. Так, Витебской области 243 деревни сжигались дважды, 83 – трижды, 22 – четыре и более раз; в Минской – 92 населённых пункта дважды, 40 – трижды, 16 – четыре и более раз [3, с. 30].

Свидетельством преступлений фашистов и их пособников на белорусской земле являются многочисленные докладные записки, справки, сведения, спецсообщения ЦК КП(б)Б, НКВД БССР, БШПД, местных партийных и государственных органов, партизанских формирований о преступлениях, совершенных немецко-фашистскими оккупантами на территории Беларуси; приказы, дневниковые записки, сообщения, отчеты различных частей и организаций вермахта, СС, полиции и гражданской оккупационной администрации о проведении и итогах различных карательных операций против партизан и мирного населения.

Заключение. Оккупировавши Беларусь, гитлеровцы установили на её так называемый «новый порядок» – режим небывалого кровавого террора, насилия и грабежа. Это был заранее разработанный и целенаправленный план геноцида, уничтожения людей, ликвидации общественного и государственного строя, разграбление национальных богатств и природных ресурсов. Оккупационный режим являлся средством проведения в жизнь преступной политики германского фашизма в отношении завоеванных территорий и народов. Идеологической основой этой политики были человеконенавистнические теории нацистов о «расовом превосходстве» немецкой нации над другими народами, необходимости расширения «жизненного пространства» для немцев, «права» на мировое господство «третьего рейха» и т. д.

Итогом нацистской политики геноцида и «выжженной земли» в Белоруссии стали около 3 млн человек, уничтоженных за три года оккупации. Погиб каждый третий житель Беларуси.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Великая Отечественная война (В контексте Второй мировой войны) : учеб. пособие. / В.И. Вернигоров [и др.]; под общ. Ред. В.Н. Самуся. – М.: «ЭЙДОС» Калуга, 2008. – 194 с.
2. Нюрнбергский процесс над главными военными преступниками. Сборник материалов в 3-х томах. М., 1966. Т. 2. Военные преступления. Преступления против человечности. – 672 с.
3. Немецко-фашистский геноцид на Беларуси (1941–1944) / В.М. Михнюк [и др.]; под ред. В. М Михнюк. - А44, Мн.: Бел. НДЦДААС, 1995 – 416 с.

УДК 355

В.Н. Сивицкий, к.филол.н., доцент

Белорусская государственная академия авиации

РЕЛИГИОЗНЫЙ ФАКТОР В ВОСПИТАНИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Актуальным культурологическим аспектом совершенствования воинской деятельности и строительства вооружённых сил выступает на современном этапе аспект религиозный – проблема обеспечения связи военной активности человека с религиозной верой, религиозной идеологией.

Вопрос о религиозно-нравственной сущности войны, действий военнослужащих непременно возникает у каждого, кто встаёт в воинский строй, вступает в вооружённое противоборство и тем самым оказывается в ситуации выбора между убийством и неубийством, между жизнью и смертью, Добром и Злом.

Значимость религиозного фактора в функционировании армии отмечали многие крупные полководцы. Так, генералиссимус А. В. Суворов, наряду со строевым обучением воинов, заботился и о религиозно-нравственном воспитании, считая, что укрепление религиозного духа закаливает сердце воина, делает его храбрым, мужественным, бесстрашным [5, с. 164]. Убежденный, что молитва, привлекая к себе помощь Божию, много укрепляет человека и сильно поднимает боевой дух, Суворов ни одной битвы не начинал и не заканчивал без молитвы. Перед сражением, помолясь Богу, и благословив всех, он кратко напоминал всем обязанности по отношению «к Богу, Государю и Отечеству». Особенной торжественностью отличались богослужения после одержания победы. Каждую из них полководец приписывал «Подателю всех благ» и тотчас спешил в церковь, где пел с певчими и читал Апостол. По погибшим воинам в присутствии Суворова и всех офицеров служились панихиды, по окончании которых полководец, в назидание живым воинам, нередко говорил краткое слово в память об убиенных [5, с. 164–165].

В первую очередь религиозное воспитание, «сколько можно более церковный дух» народа и воинства, отмечал военный историк и философ А. А. Керсновский, превращает войну, если таковая случается, из «злокачественного фурункула» в «доброкачественную язву» [2, с. 99–100]. По убеждению учёного, только духовно-религиозное воспитание способно удержать на войне вооружённые массы народа в рамках определённого благоразумия. «Революция 1789 г. с её вооружёнными «массами», – писал А. А. Керсновский, – нанесла жестокий ущерб военной этике. <...> Заменяв профессиональные «воспитанные» армии свирепыми народными ополчениями, человечество заменило бичи скорпионами, усугубило бедствия войны. Вместе с тем война неизбежна, как неизбежна болезнь – от неё не избавишься никакими бумажными договорами. Следовательно, человечеству надо устроиться так, чтобы сделать войны легче переносимыми, избавиться от гангрены морального разложения, болезненный процесс которой длится долгие годы после самой войны. Народное просвещение не может здесь помочь. Тысяча умственно развитых индивидуумов дадут при соединении невежественную и свирепую толпу. <...> Решающий фактор здесь – воспитание. И в этой области (как и во всех других областях военного дела) воспитание господствует над учением. Изжив психоз «вооружённого народа», придав вооружённой силе характер сколь можно более профессиональный и сообщив нашей жизни сколь можно более церковный дух, мы освободимся от петли, наброшенной на нашу шею доктринёрами 1789 г. и их последователями. <...> И можно будет опять говорить о военной этике» [2, с. 99–100].

В процессе социализации личности военнослужащего действительно весома роль религиозного воспитания, религиозной веры, религиозности индивида. Очевидно, что условием адекватного, культурно-ориентированного осуществления военным человеком воинской деятельности является соответствующий сформированный в нём духовно-религиозный настрой. *Духовно-религиозный настрой военнослужащего* – это особая духовно-душевная организация личности, обеспечивающая бытийную конциентальную устойчивость воина на основе религиозной убеждённости, на основе религиозного мировоззрения.

Значение духовно-религиозного воспитания военнослужащих в наше время возрастает, поскольку вооружённое противоборство ведётся сегодня главным образом не средствами традиционного вооружения, а посредством идей и образов (информационно-конциентальное оружие). На первое место в вооружённом противоборстве выходят вопросы обеспечения культурно-цивилизационной безопасности. Возрастает нагрузка на духовную и душевную организацию человека, в том числе военнослужащих.

Что же даёт религиозное воспитание индивида, религиозное воспитание в плане социализации военнослужащих?

1. Чётко разграничивая категории добра и зла, религия воспитывает в человеке честность, искренность, внутреннее благородство духа. Если военнослужащий верит в Бога, значит выполнит свой долг до конца, в максимально возможной степени. Определяя духовно-нравственный потенциал религиозного воспитания, православный священник Ф. Боголюбов писал: “Вся нравственная деятельность человека должна находить себе основание и опору в религии человека. Без неё не может быть истинной нравственности, а будет простая житейская расчётливость. Без веры в Бога, без религии человек себя самого делает средоточным пунктом своей жизни, и потому вся нравственность такого человека отзывается эгоизмом, материализмом и гордостью, а при таких свойствах не может быть самоотверженной деятельности по искренней любви” [5, с. 172].

2. Религия формирует глубинную нравственную ответственность воина. У современного поколения молодёжи, возвращённого в условиях женского воспитания, императив ответственности зачастую размыт. Отсутствие в сознании человека таких понятий как воля и ответственность ведёт к аморфности «государственного инстинкта», так необходимого военнослужащему. Ответственность перед Богом и людьми, прививаемая воину религией, – очень значимое подспорье армии.

3. Точкой соприкосновения религиозного и армейского воспитания стал также императив смирения, послушания. В современном плюралистическом и либеральном мире сформировать в человеке умение отказаться от своей воли, подчинить себя армейскому распорядку без опоры на религиозность весьма проблематично. Вместе с тем смирение необходимо и рядовому, и офицеру-командиру, и генералу.

4. Военное дело и религию объединяет идея служения. Принцип служения в армии – служение своему народу, Родине, и этот принцип по своему духовному естеству зиждется в нашем воинстве на христианской идее служения Богу и ближнему. На различных научных и научно-практических собраниях специалисты всё более настойчиво говорят о необходимости усиления духовно-религиозного образования профессионалов во всех сферах общества. В особенности, очевидно, это касается подготовки кадровых военных, специалистов органов внутренних дел, Министерства по чрезвычайным ситуациям, госбезопасности, работников прокуратуры, управленцев, поскольку их деятельность по определению должна являться не просто выполнением функциональных обязанностей, а служением стране, народу, каждому человеку.

5. Немаловажно то, что религиозность, возвышая моральный дух, препятствует ожесточению человека в экстремальной ситуации, на войне. Религиозное воспитание воинов способствует смягчению жестокостей войны и ограничивает их строгими рамками неизбежного уничтожения человека человеком [5, с. 216]. Ослабление или преднамеренное исключение религиозного воспитания воинства духовно-нравственно провоцирует человека, делает его злом в руках зла.

6. Религия поддерживает веру в продолжение существования, поэтому верующий воин, исполняя свой долг, способен на высшее проявление морального духа, ибо он иначе смотрит на проблему жизни и смерти [4].

Воины, по мнению председателя Русской Православной Церкви Патриарха Кирилла, «должны быть сильны не только вооружением, но и высокой духовностью. ... Победа в войне только на четверть зависит от материальных факторов, а остальная часть приходится на боевой дух и героизм воинов. ... Источником подлинного мужества и несгибаемой стойкости воинов может быть только вера в Бога», рождающая истинный патриотизм» [3, с. 9–10].

В сфере соотношения воинской деятельности и религиозной идеологии при совершенствовании процессов строительства Вооружённых Сил Республики Беларусь сегодня необходимо учитывать особую взаимосвязь в восточнославянском культурном пространстве религиозной веры, религиозной идеологии и военной активности человека, важность наличия у воинства религиозного сознания. Очевидно, что условием адекватного, культурно-ориентированного осуществления военным человеком воинской

деятельности является соответствующий сформированный духовно-религиозный настрой личности военнослужащего. “Именно религия (а не политическая идеология, искусство или наука), – отмечает Г. А. Аванесова, – вырабатывает (у военнослужащих. – В. С.) опыт понимания сокровенной сущности жизни, значения смерти человека перед лицом временного и вечного. В условиях войны смысл и ценности религиозного сознания, а также вера людей приобретает огромное значение, которое сохраняется вплоть до настоящего времени” [1, с. 59].

В контексте обеспечения военной безопасности белорусского государства совершенно правомерна постановка вопроса о сотрудничестве Вооруженных Сил Республики Беларусь с традиционными религиозными конфессиями Беларуси, в первую очередь с христианством, возможностью духовно-нравственного воздействия которого на личность и общество должны активно использоваться в идеологической работе в Вооружённых Силах, в том числе в процессе социализации личности военнослужащих. Привлекательной в социальной концепции Русской Православной Церкви является, в частности, *идеологема христолюбивого воинства*, которая может стать глубинным смысложизненным ориентиром современных поколений белорусских воинов, как была ориентиром для отечественного воинства в прошлом.

Христолюбивое воинство – это, во-первых, высокодуховное воинство.

Вероучительным основанием миротворческой сущности христианства выступает доктрина жертвенной любви. В первую очередь эта идея издревле определяла ценностно-мировоззренческую ориентацию восточнославянского воинства, по праву названного христолюбивым воинством. Христианские нормы и ценности, мобилизуя воина на справедливое военное сопротивление, миротворчество – защиту своего Отечества и мира во всём мире, выгодно отличали отечественную армию во все времена. Христолюбивое воинство – не только то, которое обеспечивают торжество мира, но и то, которое выделяют такие высокодуховные качества, как благородство, сострадание, гуманное отношение к поверженному врагу, населению зарубежных стран и пленным и др.

Во-вторых, христолюбивое воинство отличает осознание высокой значимости выполняемого воинского долга, святости воинского долга по защите Отечества.

Военная идеология, идея защиты Отечества в восточнославянском культурном пространстве тесно срослись с идеей святости воинского долга. Воинскую службу и религиозную деятельность у восточных славян всегда объединяли общие христологические по своей сути ценностно-мировоззренческие основания, такие как жертвенная любовь к ближнему, идея служения, глубочайшая моральная ответственность человека перед Богом и социумом, духовная стойкость, беспощадность к врагу.

Воспитание, культивирование в белорусской армии христианских ценностей, формирование у военнослужащих понимания миротворческой миссии, возрождение концепта христолюбивого воинства – это не только обеспечение преемственности воинских традиций, но и актуализация в сознании военнослужащих необходимости защиты Отечества.

В настоящее время белорусская армия активно сотрудничает с Белорусской православной церковью. 12 марта 2004 г. в Колонном зале Центрального Дома офицеров состоялось подписание Соглашения и Программы сотрудничества Министерства обороны и Белорусской православной церкви. От имени Министерства обороны Республики Беларусь эти документы подписали министр обороны Республики Беларусь генерал-полковник Л. С. Мальцев, от имени Белорусской православной церкви – Митрополит Минский и Слуцкий, Патриарший Экзарх всея Беларуси Филарет.

Используя накопленный опыт сотрудничества в области культуры и духовно-нравственного воспитания, Министерство обороны и Белорусская православная церковь объединяют свои усилия по следующим основным направлениям сотрудничества:

1. Патриотическое воспитание военнослужащих и населения.
2. Духовно-нравственное воспитание военнослужащих.
3. Социально-психологическая работа с военнослужащими и членами их семей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аванесова, Г. А. Военная деятельность: культурологический анализ / Г. А. Аванесова // Военная мысль. – 2006. – № 6. – С. 54–61.
2. Керсновский, А. А. Философия войны / А. А. Керсновский. – М.: Изд-во Моск. Патриархии Русской Православной Церкви, 2012. – 270 с.
3. Наука побеждать. За веру и Отечество: Сб. / по благословению Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Алексия II. – М.: Даниловский благовестник, 2008. – 320 с.
4. Сивицкий, В. Н. Культура как фактор социализации военнослужащих / В. Н. Сивицкий // Идеологические аспекты военной безопасности. – 2010. – № 2. – С. 8–12.
5. Христолюбивое воинство: Православная традиция Русской Армии: сб. – 2-е изд., испр. и доп. / сост.: А. Е. Савинкин, И. В. Домнин, Ю. Т. Белов, А. И. Суровцев; под ред. А. Е. Савинкина. – М.: Русский путь, 2006. – 544 с.

В.Г. Тарасюк

Белорусская государственная академия авиации

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ АВИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ)

Белорусской государственной академии авиации в качестве учебных пособий применяются летательные аппараты, которые располагаются на специальных площадках – учебных аэродромах. История появления списанных самолётов и вертолётов в распоряжении учебного заведения уходит в 1976 год. Тогда был создан учебный аэродром ещё на территории аэропорта Минск-1. На первую площадку был доставлен самолёт Ту-124В, чуть позже здесь прописались два Як-40, Ан-2 и Ан-24. Для курсантов начались занятия на учебных летательных аппаратах, что способствовало получению авиационных специальностей.

Первая площадка была временной, ещё в 1976 году начался процесс поиска и согласования нового места для учебного аэродрома. В период с 1976 по 1978 год была согласована и подготовлена территория около авиаремонтного завода в аэропорту Минск-1. В 1978 году учебные самолёты были перемещены на второй учебный аэродром. Здесь для занятий было построено здание, в котором располагались классы. Парк учебных летательных аппаратов был пополнен самолётами Ан-24, Ан-2, Ан-24РВ, Ту-154Б, Ан-12, двумя Ту-134. Следует отметить, что на тот момент, все типы самолётов, которые находились на учебном аэродроме, ещё были в эксплуатации в Аэрофлоте. Если говорить про Белорусское управление гражданской авиации, то, например, самолёт Ту-154Б поступил во второй Минский объединённый авиаотряд в 1983 году, а на учебном аэродроме самолёт прописался уже в 1982 году. Курсанты, которые обучались в то время в училище, выходили из стен учебного заведения уже обученными на тип воздушного судна. Самолёт Ту-154Б, который был передан в учебное заведение, до этого эксплуатировался всего 7 лет. После капитального ремонта налетал 12 часов. Причина, по которой его списали, является нерешённая проблема течи топливных баков. Интересно отметить тот факт, что самолёт был доставлен на учебный аэродром не по земле, а по воздуху. Дело в том, что аэропорт Минск-1 не предназначен для посадки таких самолётов, как Ту-154 и до этого не принимал данный тип воздушных судов. Для осуществления посадки были приглашены лётчики-испытатели. Самолёту для посадки понадобилось менее 1000 метров взлётно-посадочной полосы для остановки. Так в 1982 году в парке учебных самолётов появился Ту-154. На втором учебном аэродроме также разместился Ан-12, который использовался военным циклом для подготовки курсантов по программам военной подготовки. В 1982–1983 годах из парка учебных самолётов был выведен Ту-124 В и передан в Украину.

В 1984 году более остро стал вопрос с доставкой на учебный аэродром курсантов, которых к тому времени стало 1400 человек. Занятия приходилось проводить в 2 смены. Для решения этих проблем было принято решение создать учебную авиационно-техническую базу (УАТБ) на территории учебного заведения. Для этого было построено здание УАТБ и

подготовлены стоянки для учебных летательных аппаратов. В 1985 году началась перевозка самолётов из аэропорта Минск-1. Первоначально было решено переместить все самолёты на территорию училища, кроме имеющихся Ан-2. Однако в итоге судьба учебных летательных аппаратов сложилась следующим образом: Ту-134, Як-40 и Ан-24 передали в учебно-тренировочный отряд УТО-7 (в Минск-1), Ан-2 сдали на металлолом, Ан-12 передали в район Востока (Минск), где он использовался как тир. Самолёты Ту-134, Ту-154Б, Як-40, Ан-24 и Ан-24РВ переместили в училище. Ан-24 чуть позже сдали в металлолом.

В 1988 году парк учебных летательных аппаратов пополнили самолёт Ту-134А и вертолёт Ми-8П. Появление этих летательных аппаратов дало возможность расширить подготовку авиационных специалистов. На тот момент данные типы воздушных судов имели широкое распространение в гражданской авиации СССР и других стран. В 1989 году на учебном аэродроме появились Ми-8Т и Ан-2.

К сожалению, не все летательные аппараты, которые планировалось доставить в училище, доставили на учебный аэродром. Так, рассматривался вопрос о передачи двух Ту-134А, Ту-154С, Ан-28 и Ил-76. Причины, по которым не были выполнены планы, различны. Например, Ил-76 было трудно доставить в училище, так как в то время на пути из Мачулищ (военный аэродром) были построены мосты, что сделало невозможным проезд данного самолёта.

Помимо гражданских воздушных судов, во второй половине 80-х годов появились и военные. Так, в период с 1987 по 1994 год учебному заведению были переданы три МиГ-23 различных модификаций и МиГ-27К. После развала СССР началось сокращение вооружённых сил. Списывались многие типы самолётов. Часть их них были доставлены на учебный аэродром. В 1996 году для военных была выделена отдельная площадка и на территории учебного заведения стало 2 учебных аэродрома. Первоначально там разместили 3 МиГ-23, МиГ-25БМ и МиГ-27К, чуть позже к ним добавились Ми-24В, Ми-8Т, Су-25. В середине 2000-х годов началось списание некоторых учебных летательных аппаратов. Самолёты МиГ-23 были установлены как памятники в Витебской, Брестской области, один МиГ установили около здания военной кафедры. МиГ-25 в 2012 году передали в Боровую, где располагается музей авиационной техники. В 2013 году парк военных летательных аппаратов пополнил МиГ-29, данный тип самолётов до сих пор используется в военно-воздушных силах Беларуси. В 2014 году на учебном аэродроме появился Су-24М, а в 2015 году Ми-8МТ.

Свои учебные пособия есть и у кафедры Технической эксплуатации воздушных судов и двигателей. В специально ангаре разместились самолёт Ан-2 и вертолёт Ми-2. Часть обшивки у летательных аппаратов снята, для того, чтобы курсанты видели, из чего состоит конструкция планера.

За всё время существования учебного заведения, в его распоряжении находилось более 30 летательных аппаратов. Они располагались на 4 учебных аэродромах. На данный момент воздушные суда размещены на 2-х аэродромах и в ангаре кафедры ТЭВСиД. В распоряжении учебного заведения 10 самолётов и 5 вертолёт. Благодаря наличию учебных летательных аппаратов за 45 лет существования учебного заведения удалось подготовить на высочайшем уровне более 10 000 авиационных специалистов.

УДК 004.378

В.В. Цыбулько

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»
ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТИ В ВОЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Применение виртуальной и дополненной реальности при создании систем обучения, в том числе и для военнослужащих в настоящее время приобретает все более ярко выраженную действительность. Рынок военной дополненной реальности уже в 2016 году составил 1,6 миллиарда долларов. Сегодня глобальный рынок военных AR и VR симуляторов для обучения военнослужащих оценивается в 9,3 миллиардов долларов. К 2021

году он достигнет 12,7 миллиардов долларов. По самым разным прогнозам, именно военное применение VR/AR в итоге через десять лет займет нишу от 10% до 50% всего глобального рынка этих технологий [1]. Прогнозируется, что количество симуляторов реальности в армиях мира превысит в скором будущем – 700 тысяч. Лидерами использования симуляторов остаются США – уже сегодня США используют VR/AR-технологии для всесторонней подготовки военнослужащих в экстремальных условиях. Еще в 2012 году в США утвердили программу использования VR и AR-оборудования для обучения различных категорий военнослужащих. Методика оправдала возложенные на неё надежды: без риска для здоровья и жизни, персонал быстро приобретает необходимые навыки в условиях, максимально приближенных к реальным [2]. Выставка «Армия-2019» показала, что, технологии смешанной реальности активно используются и в российской армии как для обучения военнослужащих тактическим действиям в различных условиях, так и для помощи военным техникам при ремонте сложного оборудования. Следует отметить, что не отстает в разработке и поставке в Вооруженные силы Республики Беларусь систем обучения основанных на VR/AR-технологиях и военно-промышленный комплекс нашего государства.

Рассматривая использование виртуальной и дополненной реальности в военном деле, возникает вопрос, может ли обучение в VR/AR хоть как-то конкурировать с обучением в ходе учений или с приобретением опыта при ведении боевых действий. В современных условиях при ведении боевых действий военнослужащим приходится работать с большими объемами информации в режиме реального времени, и те, кто прошел через подготовку в виртуальной и дополненной реальности реагируют потом в реальной ситуации быстрее тех, кто тренировался без этих технологий. Они быстрее обрабатывают информацию, держат в памяти больше информации и просто быстрее принимают окончательное решение, при этом делая меньше ошибок. И, безусловно, еще одной значимой причиной использования VR/AR для подготовки военнослужащих – это значительное снижение стоимости и временных затрат на обучение военнослужащих, возможность личного подхода, снижение травматизма, повышение эффективности обучения и вероятная высокая отдача в ходе боевых действий.

Подготовка личного состава остаётся самой важной частью армейской деятельности. Любой, даже самой умной машине нужен исполнитель, который примет решение в критической ситуации. Это касается и автоматической винтовки, и атомной подводной лодки. Невозможно десятки, а то и сотни тысяч военнослужащих постоянно ратировать и содержать в боевых условиях при ведении ими боевых действий, потому, что это достаточно дорого. А вот создавать симуляторы виртуальной реальности, максимально приближённые к реальным боевым условиям, возможно. В настоящее время уже существует ряд сценариев, реализованных в том числе и в Вооруженных силах Республики Беларусь, в которых виртуальная реальность применяется в военном обучении: симуляторы управления различными боевыми машинами; симуляторы боевого применения различных типов вооружения; масштабные многопользовательские симуляторы ведения боевых действий для военнослужащих общевоинских подразделений; симуляторы руководства и управления боем. В этих симуляторах особую ценность представляет максимальное приближение виртуальных условий к реальным, возможность имитировать любые детали, создавать множественное число сценариев и комбинировать их. Благодаря тому, что в виртуальную реальность человек воспринимает себя как часть происходящего, его действия, психофизическое состояние и эмоции будут близки к таковым в боевых ситуациях. Критика симуляторов виртуальной реальности часто связана именно с их виртуальностью: лучше учить начинающего пилота в настоящей кабине с настоящими приборами и дисплеями по периметру, чем в компьютерном окружении, где нет никакой тренировки тактильной памяти. С этим конечно трудно поспорить, но при этом следует отметить, что симуляторы обладают иным значимым преимуществом. Они многократно дешевле и меньше, что позволяет внедрять их в большем количестве аудиторий, в которые невозможно закупить крайние дорогие электронно-механические комплексы и тренажеры по финансовым соображениям.

Использование виртуальной реальности открывает много новых возможностей в обучении, которые слишком сложны при традиционных подходах. Можно выделить пять основных достоинств применения AR/VR технологий в обучении:

демонстративность. Используя 3D-графику, можно детализировано показать все процессы вплоть до самого низшего уровня в войсковой иерархии.

безопасность. Управление сложным образцом вооружения с соблюдением требования безопасности в различных условиях обстановки без угроз для жизни обучающегося.

вовлечение. Виртуальная реальность позволяет менять сценарии, влиять на ход сценария в игровой и доступной для понимания форме.

концентрация внимания. Виртуальный мир, который окружит обучающегося со всех сторон, позволит целиком сосредоточиться на материале и не отвлекаться на внешние раздражители.

виртуальные занятия. Вид от первого лица (командира, оператора, стрелка, водителя) и ощущение присутствия в созданной действительности.

Однако пока использование технологий и сами устройства не будут максимально отлажены и растражированы, будут существовать определенные минусы и потенциальные проблемы использования виртуальной реальности в обучении:

объем. Любая учебная дисциплина довольно объемна, что требует больших ресурсов для создания контента на каждую тему занятия.

ценовой фактор. Образовательным учреждениям понадобится закупать комплекты оборудования, что все же требует определенных затрат.

функциональность. Виртуальная реальность, как и любая технология, требует использования своего, специфического языка.

В целом, уже накопленный опыт во многих армиях мира, в том числе и в Республике Беларусь, показал успешность применения AR/VR в военном образовании. Современные технологии, несмотря на уже достаточно долгий путь развития, еще молоды, и виртуальная реальность – это следующий большой рывок в развитии сферы образования. А система военного образования одной из первых готова принять AR и VR-технологии AR/VR представляет системе подготовки Вооруженных сил огромный потенциал по воздействию на сознание военнослужащего, мозг и органы чувств которого верят в происходящее и реагируют соответственно. Трудно переоценить пользу этого свойства, помноженную на возможности творчества командира и руководителя занятия, использующего различные сценарии при обучении с использованием AR и VR-технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. И. Плеханов. Военные новости: использование виртуальной и дополненной реальности Пентагоном. Военное дело. Выпуск № 40 (165) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://inosmi.ru/trend/war/20170821/240068488.html>.

2. Применение дополненной реальности в военной промышленности. Make 3D. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://make-3d.ru/articles/primenenie-dopolnnoy-realnosti-v-voennoj-promyshlennosti>.

УДК 355.232.6

И.В. Чуприков, А.В. Солохин, М.А. Жигалин

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия»
(г. Воронеж, Россия)*

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ НОВОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

К настоящему времени в Вооруженных Силах Российской Федерации сложилась стройная система профессионального обучения и воспитания военнослужащих, в том числе и авиационных специалистов. Боевая подготовка является одним из элементов этой системы и одновременно одним из важнейших этапов непрерывного цикла профессиональной подготовки военных кадров – их профессионального становления.

В свою очередь, современные образцы авиатехники, поступающие на вооружение авиационных частей, из-за своей сложности требуют более высокого уровня профессиональной подготовленности авиационных специалистов инженерно-авиационной службы (ИАС). Однако, в настоящее время система профессиональной подготовки авиационных специалистов инженерно-технического состава (ИТС), не в полной мере обеспечивает существующие требования к практике освоения современной авиационной техники (АТ). Доказательством этому является анализ опыта эксплуатации АТ, который показывает, что большинство ошибок совершают авиационные специалисты, имеющие стаж работы на АТ менее 3 лет [1].

Проведенный анализ процесса освоения ИТС АТ и опыт обучения младших авиационных специалистов ИАС позволил определить основные направления повышения эффективности освоения современных авиационных комплексов (Рисунок 1).

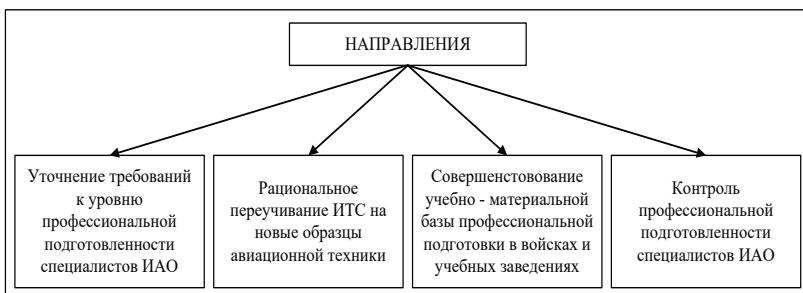


Рисунок 1 – Направления повышения эффективности освоения современных авиационных комплексов

Все направления находятся в тесной взаимосвязи друг с другом.

Первым направлением является уточнение требований к уровню профессиональной подготовленности специалистов инженерно-авиационного обеспечения.

Обучаемый личный состав состоит из специалистов как более высокого класса, так и менее квалифицированных, то есть имеющих различный уровень знаний, умений и навыков.

Исходя из этого, для определения уровня компетенции специалистов ИАС необходимо, прежде всего, разработать требования к различным категориям личного состава ИАС.

Предъявляемые требования к профессиональной подготовке авиационных специалистов ИАС, условно можно разделить на две части.

В первую часть включены общие требования, практически, не зависящие от типа эксплуатируемой АТ и относящиеся к отдельным штатным должностным категориям, занимаемым ИТС. Например, у руководящего ИТС они обеспечивают формирование компетенций для успешного исполнения функциональных обязанностей в вопросах планирования и организации эксплуатации, ремонта АТ с помощью подчиненного ему личного состава. Это – требования, знания положений Федеральных авиационных правил инженерно-авиационного обеспечения (ФАП ИАО), приказов, директив старших начальников и других руководящих документов. Умения практически выполнять эти положения в процессе эксплуатации АТ в рамках своих функциональных обязанностей.

Вторую часть составляют требования, относящиеся к тем же должностным категориям ИТС, определяющие объем и уровень знаний, умений и навыков специалистов, необходимых для эксплуатации новой (модернизированной) АТ, находящейся на вооружении в части.

Следующим направлением повышения эффективности освоения современных образцов АТ является оптимальное переучивание ИТС на новые образцы АТ. Данное направление связано с необходимостью разработки новых программ переподготовки, в которых следует исключить повторение ранее изученных вопросов и проводить обучение

ИТС по индивидуальным планам, составленным от уровня подготовки авиационных специалистов. При этом личный состав, не приступивший к переучиванию, продолжает выполнять задачи по назначению на ранее эксплуатируемой АТ. Освоение современных образцов АТ ИТС организуется в составе подразделений перевооружаемых авиационных воинских частей.

Третьим элементом является совершенствование учебно-материальной базы. Которая, напрямую влияет на качество изучения и освоения новой (модернизированной) АТ в центрах боевой подготовки и переучивания летного состава, военных образовательных организациях высшего образования, авиационных воинских частях, перевооружаемых на новую (модернизированную) АТ. При этом оборудуются учебные компьютерные классы, учебно-тренировочные комплексы, имитаторы и другие технические средства обучения, готовятся схемы, макеты, чертежи, учебные пособия.

При проведении инженерно-технической подготовки необходимо учитывать психофизиологические характеристики и возможности специалистов ИТС. В связи с этим существенную роль в обучении, будут играть практические занятия и тренажи с использованием различных тренажеров и реальной АТ. Использование, тренажеров в обучении позволит, кроме сокращения расхода ресурса боевой и специальной техники, экономии горючего и боеприпасов, проводить те виды проверок и работ, которые невозможно выполнить на реальной боевой АТ.

Четвертым направлением является контроль профессиональной подготовленности специалистов ИАС. Контроль профессиональной подготовленности является важным элементом, который заключается, в свою очередь, в определении уровня подготовки личного состава ИАС, участвующего в переучивании и освоении новой АТ (проведение зачетов, тестирование, входной контроль, устный опрос и т.д.).

Таким образом правильная оценка уровня знаний, умений и навыков специалистов ИАС позволяет качественно определить состав учебных групп, более корректно составить учебный план, подобрать учебный материал и определить направленность изучаемых дисциплин, а вышеперечисленные направления освоения современных авиационных комплексов позволяют: повысить профессиональную подготовленность авиационных специалистов ИТС авиационной части; сократить сроки освоения новой (модернизированной) АТ; обеспечить безопасность полетов; повысить боевую готовность авиационных частей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Далецкий С.В. Профессиональная подготовка и аттестация авиационного персонала ИАС ГА. Учебное пособие. М.: МГТУ ГА 2017. – С. 57
2. Смирнов Н.Н, Чинючин Ю.Н. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов. Учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2008. – С. 96.

УДК 378.663

А.С. Чуро, Л.Д. Беляева

Белорусская государственная академия авиации

ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ СРЕДНЕГО И ВЫСШЕГО АВИАЦИОННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сущность преемственности в профессиональном многоуровневом образовании заключается в установлении связи между прошедшим, настоящим и будущим в процессе непрерывного получения, расширения, углубления и развития знаний и умений на более высокой научно-практической основе.

Проблема преемственности актуальна и в авиационном профессиональном образовании. Так многоуровневое образование в БГА реализуются по следующей схеме:

среднее специальное образования (ССО) – высшее образование (ВО) 1 степень (в том числе заочное ускоренное на базе ССО) – ВО 2 степень.

Среднее профессиональное образование имеет целью подготовку специалистов среднего звена (авиатехников), удовлетворение потребностей личности в углублении и расширении образования на базе общего среднего или профессионально-технического образования.

На 1 ступени ВО обеспечивается подготовка специалистов, обладающих фундаментальными и специальными знаниями, умениями и навыками, с присвоением квалификации специалиста с высшим образованием. Реализуется образовательная программа высшего образования 1 ступени, обеспечивающая получение квалификации специалиста с высшим образованием, а также интегрированная с образовательными программами ССО (при ускоренном заочном обучении на базе имеющегося ССО).

ВО 1 ступени дает право на продолжение образования на 2 ступени ВО и на трудоустройство по полученной специальности и присвоенной квалификации.

На 2 ступени ВО (магистратура) обеспечиваются углубленная подготовка специалиста, формирование знаний, умений и навыков научно-педагогической и научно-исследовательской работы с присвоением степени магистра.

ВО 2 ступени дает право на продолжение образования на уровне послевузовского образования и на трудоустройство по полученной специальности и присвоенной квалификации.

Проанализировав деятельность структурных подразделений БГАА, осуществляющих многоуровневую подготовку авиационных специалистов (отделение ССО – факультет гражданской авиации – магистратура) можно обозначить следующие уровни и виды преемственности авиационного профессионального образования:

1. Главный уровень преемственности – цели образования, отражающие социальный заказ общества. Преемственность целей образования проявляется в общих профессиональных компетенциях и требованиях к минимуму содержания и уровню подготовки авиационного техника и инженера.

2. В качестве следующего уровня преемственности выделим учебные планы специальностей, по которым осуществляется подготовка курсантов в БГАА. Следует обеспечить их четкую согласованность и реальную преемственность на всех уровнях авиационного образования.

3. Содержательная преемственность учебных программ по родственным дисциплинам на уровнях ССО и ВО.

4. Частичная преемственность организационных структур академии (цикловые комиссии, кафедры).

5. Преемственность научно-методических форм (проведение общих научно-методических мероприятий для преподавателей ССО и ВО, организация конференций с привлечением обучаемых всех уровней, пролонгация учебно-исследовательской и научно-исследовательской деятельности).

6. Преемственность педагогических технологий ССО и ВО. Использование инновационных технологий обучения: лично ориентированное преподавание; деловые игры; блиц-опросы; тестирование; компьютеризация обучения.

7. Преемственность принципов и правил оформления учебной документации (методических и учебных пособий, экзаменационных билетов, пояснительных записок к курсовым проектам и работам, отчетов по практикам).

8. В заключение отметим, что преемственность в контексте многоуровневого образования должна определяться не только фундаментальными знаниями, необходимыми для будущего профессионала, но и формами, методами и средствами, которые бы определяли и создавали условия формирования ценностного каркаса личности авиационного специалиста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании. 13 января 2011 г. N 243-3.
2. Концептуальные подходы к развитию системы образования Республики Беларусь до 2020 года и на перспективу до 2030 года. Приказ Министра образования Республики Беларусь 29.11.2017 № 742.

3. Гнатышина, Е.А. Историко-педагогический анализ проблемы сетевого взаимодействия учреждений среднего профессионального образования и вуза / Е.А. Гнатышина, А.В. Савченков // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – Челябинск : изд-во «ФГБОУ ВПО Челябинский государственный педагогический университет», 2015. – № 4.

4. И. Д. Белоновская, Е. И. Зеленский, Л. В. Егорова. Проблемы преемственности среднего и высшего профессионального образования в интегрированных системах «колледж – вуз» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/3086/1/vestnik_29_12.pdf. Дата доступа: 10.10.2019 г.

5. Н.В. Никитина, Н.Г. Баркова. Преемственность в образования как основа формирования личности студента. Перспективы развития высшей школы : материалы XI Международной науч.-метод. конф. / редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2018 г.

Н.Б. Щавлинский, доцент, к.и.н.

Белорусский национальный технический университет

МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЫСШИЙ АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ – БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ – ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ ПО ПОДГОТОВКЕ АВИАЦИОННЫХ КАДРОВ

Высокая эффективность гражданской авиации Беларуси, растущие потребности народного хозяйства, наличие достаточного количества авиационной техники создали в 1980-е годы реальную основу для превращения воздушного флота БССР в один из основных видов пассажирского транспорта.

В то же время столь высокие темпы развития Белорусской гражданской авиации потребовали расширения и улучшения дела подготовки специалистов для этой важной отрасли народного хозяйства. Правительство БССР, возглавляемое первым секретарем ЦК КПБ П. М. Машеровым, совместно с Министерством гражданской авиации СССР приняло решение об открытии в Минске в 1975 г. на базе Минского педагогического училища первого в республике авиационного учебного заведения. Министр гражданской авиации СССР Б. П. Бугаев в письме П. М. Машерovu от 17 апреля 1974 г. сообщал:

“Министерство гражданской авиации выражает глубокую благодарность ЦК КПБ за активное содействие в создании авиационного училища в городе Минске.

Для окончательного решения этого вопроса полагали бы необходимым:

- принять постановление Совета Министров БССР о передаче Министерству гражданской авиации зданий и сооружений Минского педагогического училища для организации на его базе авиационного технического училища;

- закрепить за училищем земельный участок для дальнейшего строительства учебно-производственной базы и общежития;

- определить подрядчика для проектирования и строительства объектов училища.

Министерство гражданской авиации организует подготовительные работы к открытию училища с 1-го сентября 1975 г.

По мере развития учебно-материальной базы училища Министерство имеет в виду, в перспективе преобразовать его в высшее учебное заведение” [1, с. 96].

После всестороннего согласования этого важного вопроса с правительством БССР министр гражданской авиации СССР Б. П. Бугаев издал 9 августа 1974 г. приказ под №154 “Об организации Минского авиационного технического училища гражданской авиации”. В соответствии с приказом предписывалось начать в 1975/1976 учебном году подготовку в училище техников-электриков по эксплуатации авиационных приборов и электрооборудования и радиотехников по технической эксплуатации радиооборудования самолетов [1, с. 96].

30 ноября 1974 г. Министерство гражданской авиации СССР назначило начальником Минского авиационного технического училища (МАТУГА) ветерана авиации, кандидата технических наук П. П. Клименко, который в сжатые сроки провел значительную работу по подбору кадров руководящего, преподавательского и инженерно-технического состава. Так, на должность заместителя начальника училища по наземным службам был назначен В. А. Пархамович, на должность заместителя начальника училища по учебной работе – А. А. Зигун, на должности старших преподавателей, председателей цикловых комиссий радиотехнических и электротехнических дисциплин И. А. Маслов и А. Г. Ребрей, на должность заместителя начальника училища по учебно-производственной работе Г. М. Русак. В тот ответственный период на работу в училище были также приняты: Н. Т. Махленкова – главным бухгалтером, Л. П. Терентьева – заведующей амбулаторией, В. Ф. Северьянов – методистом учебного отдела, В. Е. Козырицкий – заведующим учебной частью, И. М. Рутковский руководителем физвоспитания, А. И. Науменко, В. С. Сметанников, С. Н. Чернявский, Б. Н. Шеремет, Л. Н. Бурханская – преподавателями, В. И. Пугачев инженером учебного аэродрома, Л. И. Максота – инспектором отдела кадров, Н. А. Полещук – инженером-сантехником и другие [2, с. 218].

Нельзя не отметить, своевременную помощь училищу, которую в период его становления оказывали начальник Управления учебных заведений Министерства гражданской авиации СССР А. И. Назаров, руководители Минского авиаремонтного завода №407 ГА, Белорусского управления ГА и Минского объединенного авиаотряда, местные советские и партийные органы.

Много внимания молодому учебному заведению уделялось республиканской и союзной прессой. На страницах газет и журналов широко освещались и отражались трудовые будни его коллектива.

В октябре 1975 г. произошло значительное событие – училищу было вручено Красное Знамя. Его вручение проходило в торжественной обстановке на площади В.И.Ленина (ныне площадь Независимости – авт.) города Минска. Приказ о вручении Красного Знамени зачитал начальник Управления учебных заведений Министерства гражданской авиации СССР А. И. Назаров, вручил знамя – заместитель министра гражданской авиации СССР Ю. Г. Мансуров [1, с. 97].

В период 1976–1978-х годов в Минском авиационно-техническом училище продолжала интенсивно развиваться инженерно-техническая база, совершенствовались учебно-образовательные процессы. В течение 1977/1978 учебного года в училище были приняты новые преподаватели и специалисты, среди которых: М. И. Бондаренко, Ю. М. Коробило, С. Г. Верещак, Л. А. Козак, А. А. Гашевский, А. С. Кузьмин, Г. Ф. Михасенко и др.

В августе 1977 г. был проведен третий набор курсантов, которыми были укомплектованы три новые роты – 5-я, 6-я и 7-я, командирами которых были соответственно назначены капитан Н. В. Савин, майор А. В. Почевалов, и капитан В. И. Никитин. В то же время в коллективе развернулась напряженная подготовка к проведению в 1978 г. первого выпуска авиационных специалистов. Во многом эти и другие достижения коллектива училища стали возможными благодаря широкой помощи, которую оказывали училищу директор Минского авиаремонтного завода № 407 А. Г. Ямов, командир Минского объединенного авиаотряда А. И. Заикин, начальник Белорусского управления гражданской авиации Д. Г. Глушенко [1, с. 103].

Благодаря эффективной шефской помощи, оказываемой училищу авиапредприятиями, появилась реальная возможность налаживать в структурных подразделениях учебного и учебно-производственного отделов училища более целенаправленную работу различных кружков технического творчества. Это позволило за сравнительно короткий срок оборудовать необходимыми учебно-наглядными пособиями свыше 20 лабораторий и кабинетов.

В тот период интенсивно проводились работы по реконструкции переданного училищу четырехэтажного здания областного института усовершенствования учителей, завершению строительства новой двухэтажной столовой на 1200 посадочных мест, а также

началась подготовка к строительству 12-этажного курсантского общежития. Оно было сдано в эксплуатацию в декабре 1980 г. [2, с. 222]. В конце 1977 г. в училище из управления кадров Министерства гражданской авиации пришла долгожданная разрядка по распределению курсантов – выпускников первого набора на авиапредприятия Аэрофлота. Из 221 выпускника, 43 закончили училище с отличием. В их числе были Ленинские стипендиаты: С. В. Наумовец, В. Н. Гайдых, активные участники кружков технического творчества А. В. Лях, И. Н. Дерех, Ю. М. Рябов, Ю. В. Верицагин, А. В. Кононов, Л. И. Лазовский, А. В. Богонцов, С. В. Адиатулин и др. Ни один из 221 выпускников училища не остался невостребованным, каждый получил направление на работу по своей специальности, в основном на авиапредприятия в те регионы страны, откуда прибыл на обучение.

Настоящим событием в развитии Минского авиационного училища явилось выделение ему в марте 1978 г. руководством БУГА на окраине Минского аэропорта земельного участка площадью 3 гектара под учебный аэродром. После выполнения первоочередных и трудоемких по объему работ на учебный аэродром были доставлены и установлены на стояночные места самолеты Ту-124, Як-40, Ан-24 и Ан-2. Данное обстоятельство позволило преподавателям проводить как практические, так и теоретические занятия с курсантами на более высоком уровне [1, с. 104].

В сентябре 1981 г. приказом Управления учебных заведений начальником Минского АТУ ГА был назначен бывший начальник БУГА, заслуженный пилот СССР, кандидат технических наук Д. Г. Глушенко.

Однако вскоре в связи с его выходом на пенсию уже в 1983 г. начальником училища стал Н. А. Сидорович, который проработал в этой должности 16 лет. Под руководством этого талантливого педагога коллектив училища продолжил решать задачи по выходу учебного заведения на передовые рубежи, как по качеству подготовки авиаспециалистов, так и по созданию современной учебно-материальной базы. Практически во всех структурных подразделениях учебного и учебно-производственных отделов стали работать кружки технического творчества курсантов, любительская радиостанция. В училище ежемесячно выпускались стенгазеты «Авиатехник», «Комсомольский прожектор», а также боевые листки.

В итоге целенаправленно проводимая в коллективе организационная и воспитательная работа давала положительные результаты – около 20 % выпускников оканчивали училище с отличием.

Однако к тому времени появились и сложности в процессе обучения курсантов, количество которых достигло 1300 человек (по четыре роты на каждом курсе). Например, практические занятия, проходившие на учебном аэродроме «Минск-1», проводились в стесненных условиях в две смены. Не менее сложной была и доставка туда курсантов на автотранспорте училища.

В этой связи руководство училища в 1984 г. приняло решение о создании на территории учебного заведения собственной авиационно-технической авиабазы. За короткий срок была проведена большая работа по благоустройству земельного участка площадью 3 га, для размещения на нем учебных самолетов. Кроме того, было завершено благоустройство территории училища, обновление его наружного ограждения, строительство стадиона и спортивных площадок, двухэтажного здания, складских помещений и курсантской бани, а также других важных объектов.

За достигнутые высокие показатели в воспитании курсантов и создании современной учебно-материальной базы училища в 1986 г. было присуждено первое место среди средних специальных заведений Министерства гражданской авиации СССР.

Вместе с тем во второй половине 1980-х годов начавшиеся процессы перестройки не лучшим образом отразились на жизнедеятельности училища. Постепенно стала снижаться эффективность работы общественных организаций, в первую очередь партийной и комсомольской. Из вышестоящих инстанций все чаще стали поступать различные директивные указания и рекомендации о демократизации общественной жизни коллектива, о внедрении в курсантскую жизнь печально известного принципа «самоуправления».

Вся эта перестроечная чехарда (выше уже упоминалось – авт.) отрицательным образом отразилась на состоянии исполнительской дисциплины, как среди профессорско-преподавательского коллектива, так и курсантского состава, в том числе и на пяти качественных показателях подготовки авиационных специалистов. Если, например, в предыдущие годы училище заканчивали с отличием не менее 35-40 курсантов, то в 1987 г. таких выпускников было только 2 (Золотов С. П. и Казючюк О. В.). В 1988 г. училище с отличием закончили четверо – Цепилов Н. А., Чимбур Н. А., Меченис Ю. А. и Мухамедшин Д. В.

В то же время заметно стали ослабевать шефские связи училища с авиапредприятиями гражданской авиации, что привело к свертыванию целенаправленной работы курсантских кружков технического творчества, затруднило проведение мероприятий по дальнейшему совершенствованию учебно-материальной базы.

В тот сложный период руководству училища ценой больших усилий удалось не только удержать учебное заведение «на плаву», но и обеспечить его дальнейшее развитие. Постепенно стали улучшаться качественные показатели подготовки авиаспециалистов. Возобновилась целенаправленная работа по открытию новых специальностей. В 1989 г. был осуществлен набор курсантов для обучения по специальности «Техническая эксплуатация электронно-вычислительной техники и информационных систем».

В связи с предполагавшимся в начале 1990-х годов введением в эксплуатацию самолетов четвертого поколения (Ту-124, Ил-96 и Ил-114) возникла необходимость подготовки в училище специалистов более высокой квалификации. Поэтому в январе 1991 г. Минское авиационное техническое училище гражданской авиации было преобразовано в Минский авиационно-технический колледж [3, с. 184–185].

Затем, распад Советского Союза в декабре 1991 г., ликвидация Министерства гражданской авиации привели к более существенным изменениям, как в структуре колледжа, так и в его учебном процессе. Уже начиная с 1993 г. в учебном заведении проводилась интенсивная подготовка по открытию новой специальности «Технология управления воздушным движением». С этой целью совместно с научным объединением «Агат» была создана необходимая по данной специальности база, основу которой составил уникальный диспетчерский тренажерный центр. В то же время в соответствии с приказом Министра обороны Республики Беларусь №274/247 от 3 августа 1993 г. военный цикл в колледже был преобразован в военный факультет, которым в разное время руководили кадровые военные – подполковники А. И. Тезин, Б. Н. Алмазов, полковники С. П. Елисеев и В. П. Сидорчук. Ныне возглавляет военный факультет первый заместитель начальника колледжа полковник А. Е. Маркузов. На факультете проходили и проходят курс обучения, как военные курсанты, так и обучающиеся по разным специальностям студенты. Большинство выпускников факультета и в целом колледжа ныне служат в Вооруженных Силах Республики Беларусь на офицерских должностях. Подготовку кадровых офицеров, офицеров запаса, младших командиров осуществляют более 30 офицеров, два из которых – выпускники колледжа, полковник Л. И. Лозовский и подполковник О. Н. Хмельницкий [3, с. 189].

Дальнейшим этапом на пути структурных преобразований в колледже, явилась организация в 1994 г. филиалов кафедр БГУИР и БГПА (современный БНТУ – авт.), преподавание на которых осуществляли сотрудники этих вузов и училища.

3 апреля 1995 г. в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь № 126 Минский государственный авиационный колледж был передан из ведения Министерства образования в ведение Государственного комитета по авиации Республики Беларусь. В том же году руководство Государственного комитета по авиации Республики Беларусь приняло решение в перспективе осуществлять в колледже подготовку летных кадров, так как многие желающие курсанты приобретали специальность «инженер-пилот» и «инженер-штурман» уже после окончания колледжа, в Ульяновском высшем авиационном училище и Петербургской академии гражданской авиации (Российская Федерация). В результате, на основании совместного приказа Государственного комитета по авиации и Министерства образования Республики Беларусь №191/340 от 25 августа 1995 г. колледж получил статус

высшего учебного заведения и был преобразован в Минский государственный высший летно-технический колледж (МГВЛТК) [4, с. 256].

На этом преобразования в колледже не закончились. Уже в сентябре 1997 г. в учебном заведении начинает работать кафедра «Технической эксплуатации и ремонта самолетов и двигателей». По итогам рейтингового отбора и решению Совета колледжа 37 его выпускников были зачислены в качестве студентов на получение высшего образования непосредственно в колледже, в том числе 17 человек по специальности «Управление движением на воздушном транспорте» и 20 человек – по специальности «Техническая эксплуатация и ремонт самолетов и двигателей».

В 1999 г. начальником Минского государственного летно-технического колледжа был назначен ветеран этого учебного заведения, один из первых преподавателей А. И. Науменко – кандидат экономических наук, доцент. В период его руководства в колледже были открыты еще две кафедры: «Социально-гуманитарных наук» – заведующий, кандидат педагогических наук, доцент Н. А. Сидорович и кафедра «Технической эксплуатации авиационного оборудования» – заведующий, кандидат технических наук, доцент А. А. Лапцевич.

Но все-таки по многим обстоятельствам и причинам (отсутствие необходимой летно-технической базы, надлежащих специалистов по летному мастерству) в колледже так и не приступили к подготовке пилотов гражданской авиации, в связи с чем, в 2001 г. он был переименован в «Минский государственный высший авиационный колледж» (МГВАК).

Между тем 20 октября 2002 г. был отмечен 25-летний юбилей колледжа. На торжественном построении личного состава Минскому государственному высшему авиационному колледжу было вручено новое знамя Республики Беларусь.

Начиная с 2000 г. в колледже начата подготовка курсантов по специальности «Техническая эксплуатация систем светотехнического обеспечения полетов и электрооборудования аэропортов», а в 2002 году – по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», с основной специализацией – «Аэродромные средства и средства механизации аэропортов».

В 2009 г. Минский государственный высший авиационный колледж возглавил кандидат технических наук, доцент А. А. Лапцевич. В указанный период коллектив колледжа продолжил добиваться значительных успехов по всем направлениям деятельности, как в усовершенствовании авиационно-технической базы учебного заведения, так и в учебно-воспитательном процессе курсантов и студентов. Также необходимо отметить проводимую в колледже профессорско-преподавательским составом, в том числе и курсантами научно-исследовательскую работу. Основными направлениями научных исследований являются: разработка моделей сверхлегких (в т. ч. беспилотных) летательных аппаратов; модернизация систем авиационной техники; разработка путей, способов и методов повышения уровня авиационной безопасности объектов гражданской авиации; разработка и внедрение инновационных технологий в авиационной отрасли и др.

За последние годы преподавателями колледжа подготовлены и изданы ряд монографий, среди которых: Гречихин Л. И. Физика. Электричество и магнетизм. Современная электродинамика. – М-н.: Право и экономика. – 2009. – 301 с.; Гречихин Л. И. Нануровень обоснования ОКГ конденсированных сред. М-н.: Право и экономика. – 2010. – 75 с.; Кисилев А. А. Inaccessibility and subinaccessibility. - Part II – Minsk.- Publ.- center of BSU. – 2010. – 146 p. и др. [5, с. 18].

В целом, за высокие достижения в области подготовки высококвалифицированных кадров для гражданской авиации колледж награжден грамотой Межгосударственного авиационного комитета стран СНГ.

Недавно колледж получил благодарность от ОАО «Сахалинские авиатрассы» (Российская Федерация) за отличную подготовку инженерно-технического персонала для этой авиакомпании.

В 2011 г. работники колледжа, участвовавшие на выставке Международного аэрокосмического салона, были награждены дипломом за предоставленный проект

«Транспортный самолет на статистической воздушной подушке», который вызвал неподдельный интерес у многих посетителей выставки.

Важно отметить, что курсанты и студенты колледжа ежегодно принимают участие в праздничном мероприятии, посвященном празднованию Дню Победы советского народа в Великой Отечественной войне.

Кроме того, команда МГВАКа вот уже на протяжении многих лет является лауреатом Международного гуманитарно-технического фестиваля, который ежегодно проходит с участием студентов и курсантов учебных заведений гражданской авиации таких стран как Республика Беларусь, Российская Федерация и Республика Украина.

Тем временем, 4 апреля 2015 г. МГ'АВК в целях повышения качества подготовки авиационных кадров, в соответствии с решением правительства Республики Беларусь был преобразован в Белорусскую государственную академию, ректором которой был назначен доктор технических наук, профессор Ловшенко Г. Ф. С его приходом в учебном заведении произошло ряд кардинальных изменений. На должность первого проректора был назначен Изварин А. В., проректором по учебной работе стала кандидат педагогических наук Бабицкая М. А., проректором по воспитательной работе кандидат технических наук – Шегидевич А. А.

В то же время Приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 22 февраля 2016 г. № 59-Ц с 1 сентября 2016г. в БГАА была открыта подготовка по специальности высшего образования II ступени (магистратура) 1-37 80 01 «Транспорт».

Одновременно была проведена большая работа по созданию геральдического символа Белорусской государственной академии авиации (эмблема, знамя), который 13 мая 2016 г. был официально зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Беларусь.

31.03.2016 г. учебное заведение Постановлением Совета Министров Республики Беларусь №270 было выведено из подчинения Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь с подчинением непосредственно Министерству транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. В августе 2016 г. в результате соглашения между БГАА и Таджикским техническим университетом имени академика М. С. Осими в Белорусской государственной академии авиации создан факультет гражданской авиации БГАА-ТТУ.

Важным событием в жизни коллектива Белорусской государственной академии авиации явилось прохождение учебным заведением 08. 06 2017 г. аккредитации в Государственном комитете по науке и технологиям республики Беларусь и Национальной академии наук Беларуси в качестве научной организации.

С открытием в учебном заведении аспирантуры по специальности 05.22.14 «Эксплуатация воздушного транспорта» (приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 4 июля 2018 г. № 161) в Белорусской государственной академии авиации был сформирован полный цикл подготовки авиационных специалистов, включая магистратуру, аспирантуру и послевузовское образование.

В ноябре 2018 г. приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь №99к. ректором учреждения образования «Белорусская государственная академия авиации» был назначен кандидат технических наук, доцент Шегидевич А. А.

На должность проректора по воспитательной работе была назначена Т. К. Яшина, на должность проректора по учебной работе – кандидат педагогических наук, доцент О. Н. Солдатова. Это позволило поднять на качественно новый уровень учебно-воспитательную и научно-методическую работу факультетов и кафедр, цикловых комиссий отделения среднего специального образования, учебно-методических подразделений, библиотеки вуза, отдела воспитательной работы с молодежью по выходу на соответствующий образовательным актуальным стандарт организации педагогического процесса – главного участка работы БГАА по подготовке современных авиационных специалистов.

Проректором по научной работе БГАА стала кандидат технических наук, доцент А. А. Жукова. С ее приходом значительно активизировалась работа не только магистратуры

и аспирантуры, но и профессорско-педагогического состава в научно-исследовательской сфере, в том числе и курсантов.

Конечно, все эти достижения за сравнительно небольшой исторический отрезок времени не были бы столь заметные, если бы в них не принимали участие практически все сотрудники и учащиеся колледжа. Среди них многие из тех, кто был у истоков создания учебного заведения, и кто сейчас продолжает трудиться в коллективе преподавателей. Вот их имена: Е. В. Буко, С. Г. Верещак, А. П. Гурский, С. Н. Ефремов, А. Г. Капустин, В. Е. Козырицкий, Е. П. Коляда, Ю. И. Момот, Е. Р. Пергаменцева, О. М. Пляц, П. А. Рабушко, В. В. Чигир, А. С. Гурецкий, Сивицкий В. Н., Науменко А. И., А. С. Шабанов и многие другие [4, с. 261].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шавлинский Н. Б. История создания и развития гражданской авиации Беларуси (1933 – середина 1980 гг.) / Н. Б. Шавлинский. – Минск. «БГАТУ», 2011. – 188 с.
2. Теляков В. А. Сквозь облака и годы / В. А. Теляков. – Минск: «Минская фабрика цветной печати», 2003. – 272 с.
3. Нестерович Е. П. Небо: история любви / Е. П. Нестерович. – Минск: «Медиафакт», 2008. – 304 с.
4. Теляков В. А. Земля и небо рядом / В. А. Теляков. – Минск: «Кавалер», 2013. – 294 с.
5. Надежные крылья гражданской авиации: 40-летний рубеж. – Минск: ОАО «Онорэ», 2013. – 25 с.

Н.Б. Шавлинский

Белорусский национальный технический университет

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ БЕЛАРУСИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПУБЛИКАЦИЯХ

Истоки белорусской гражданской авиации неразрывно связаны с историей развития воздушного флота СССР. 9 февраля 1923 г. Совет труда и обороны принял постановление об организации при Главном управлении воздушного флота СССР Совета по гражданской авиации, на который были возложены функции руководства и управления всеми сторонами жизнедеятельности зарождающейся крылатой отрасли.

7 ноября 1933 г., в ознаменование 16-й годовщины Октябрьской революции в торжественной обстановке состоялось открытие Минского аэропорта, что явилось началом славной истории белорусской гражданской авиации, насыщенной событиями и трудовыми подвигами.

Яркую страницу в историю гражданской авиации Беларуси вписали белорусские авиаторы в годы Великой Отечественной войны. Среди тех, кто прославил свое имя на фронтах войны, Герои Советского Союза: А.А. Алехнович, Г.А. Таран, В.Г. Горохов, В.А. Орехов, Т.А. Ковалев, Б.А. Лахтин, А.К. Новиков; Герои Социалистического Труда: В.С. Ползунов, Т.Ф. Михасенко; Заслуженные пилоты СССР: Д.Г. Глушенко, Е.А. Богданов; Заслуженные работники транспорта БССР: С.В. Валицкий, М.И. Радченко; кавалеры множества орденов и медалей И.Л. Тарасов, А.П. Мамкин, Н.И. Жукон, А.Е. Неклюдов, Е.Т. Клуссон, А.В. Жога, В.С. Дегтев, В.П. Ламбуцкий, С.Е. Свиридович, М.А. Румянцев, С.В. Валицкий и многие другие.

И в годы мирного развития белорусские авиаторы делали все возможное для роста престижа не только крылатой отрасли, но и Республики. Уже начиная с 1968 г. они ежегодно перевозили свыше одного миллиона пассажиров, десятки тысяч тонн различных грузов и почты. Авиационные специалисты Минского авиаремонтного завода в его огромных ангарах производили ремонт самолетов не только со всех Республик бывшего СССР, но и Болгарии, Венгрии, Польши, Монголии, Вьетнама, Сирии, Ирака, Мадагаскара, Ирана, Афганистана, Албании, Италии и других стран мира.

Несомненно, что история развития гражданской авиации Беларуси, тесно связанная с вышеприведенными событиями, представляет значительный интерес для белорусской исторической науки.

Необходимо отметить, что некоторые аспекты развития гражданской авиации Беларуси в период ее зарождения и становления (1933-1941 гг.) нашли отражение, хотя и в немногочисленных периодических изданиях. Например, небольшой по объему исторический материал содержится в статье Миланова А.М. «Мацнее авіяцыя Асоваіахіма», напечатанной в газете «Звязда» 16 августа 1936 г.¹ Автор статьи достаточно подробно описывает значение созданных в 1935-1936 гг. аэроклубов в развитии авиации Беларуси, в том числе и гражданской. В статье подчеркивается, что в тот период летному мастерству обучались десятки тысяч рабочих, служащих и представителей интеллигенции. Чтобы привлечь в авиацию людей из числа сельской молодежи, аэроклубы открывали в соседних районах свои летно-учебные пункты. Например, на страницах газеты указывается, что планерные кружки Оршанского аэроклуба в 1930 гг. действовали в Кричеве, Мстиславле, Горках, Шклове, Дубровне, Чашниках, Крупках и Толочине. В целом в 1936 г. в Беларуси из 90 районов 46 имели свои планеры, 11 – самолеты.

Определенный интерес представляет также статья, напечатанная в газете «Звязда» за 15 сентября 1935 г., в которой содержится материал об участии белорусских экипажей легкомоторной авиации во всесоюзных соревнованиях.

Что касается первых послевоенных десятилетий, то мы не обнаруживаем не только каких-либо серьезных научных работ, но и в целом заметок, посвященных развитию гражданской авиации Беларуси.

Лишь в 1967 году в Москве из печати вышла книга «Гражданская авиация СССР (1917–1967)», в которой несколько страниц посвящено участию белорусских гражданских летчиков в боях с немецко-фашистскими захватчиками в период Великой Отечественной войны.

Более – менее серьезной работой, посвященной развитию гражданской авиации Беларуси, явилась вышедшая в 1969 г. в Минске книга «Крылья Республики», которую написал участник Великой Отечественной войны В.С. Дегтев. Автор на основе немногочисленных архивных материалов и личных наблюдений, попытался изложить историю развития белорусской гражданской авиации с момента ее зарождения и до середины 1960 гг. В 1973 г. В.С. Дегтев эту книгу дополнил и переработал, и она вышла под названием «Крылья Белоруссии».

Значительное внимание в книге уделяется предыстории развития гражданской авиации, то есть вопросам воздухоплавания, первым полетам на летательных аппаратах, в том числе и в небе Беларуси. Особенно необходимо отметить содержащийся в книге материал, посвященный белорусским гражданским летчикам, внесшим значительный вклад в победу над германско-фашистскими захватчиками в годы Великой Отечественной войны. Несмотря на отсутствие в работе научно-ссылочного аппарата, в книге все же содержится во многом значительный историко-информационный материал.

Несколько скупых строк развитию гражданской авиации Беларуси посвящено в вышедшей в 1983 г. в Москве книге «История гражданской авиации СССР».

Гораздо более объемный исторический материал, посвященный борьбе белорусских гражданских летчиков с немецко-фашистскими захватчиками, содержится в работах Н.А. Савина «Сквозь огненные годы»⁵ и Е.М. Ширшова «В боях 105-й гвардейской»⁶. Данные статьи помещены в изданной в 1985 г. в Москве книге «Гражданский воздушный флот в Великой Отечественной войне».

Существенное место проблемам развития гражданской авиации Беларуси отводится в книге автора-составителя В.А. Телякова «Сквозь облака и годы»⁷, вышедшей в 2003 г. Однако из-за отсутствия в ней источниковых данных, документальной основы (В.А. Теляков писал эту книгу в основном на основе предоставленных ему представителями старшего поколения авиаторов воспоминаний), работа носит публицистический характер и является в данном случае справочным материалом, нежели самостоятельным исследованием. Гораздо

большой интерес для изучения исторического прошлого гражданской авиации имеет его книга, вышедшая в 2013 г. под названием «Земля и небо рядом», в которой автор попытался изложить некоторые проблемы развития гражданской авиации Республики Беларусь с критических позиций. В первую очередь это касается вопросов, связанных с развитием «Национальной авиакомпании «Белавиа», Минского авиаремонтного завода № 407, развития аэропортов в Гомеле, Гродно, Бресте Витебске и др.

Определенный интерес для изучения общей картины развития гражданской авиации Республики Беларусь в указанный период представляет вышедшая в 2008 г. книга Нестерович Е. П. «Небо: история любви».

Хочу отметить, что практически в то же время научно-исследовательской деятельностью в сфере развития гражданской авиации Беларуси начал заниматься и Н. Б. Щавлинский. Уже в 2004 г. ему посчастливилось издать книгу «Национальный аэропорт Минск» (110 с), в которой исследуются эпохальные преобразования в развитии авиации республики, аэропортового строительства, изменения в сфере услуг, предоставляемых пассажирам. Книга целиком и полностью написана на архивном материале.

В 2005 г. в издательстве РИВШ выходит его книга «Белорусская гражданская авиация в годы становления и в период Великой Отечественной войны», в которой исследуются процессы становления и развития авиации в 1923–1940 гг. На большом фактическом материале показываются мужество, стойкость и отвага, проявленные гражданскими летчиками в суровые годы войны.

Значительное место в исследовании истории гражданской авиации Беларуси занимает книга «Национальная авиакомпания «Белавиа» (210 с.), которая была посвящена 10-летию создания авиакомпании. Используемые при написании книги разнообразные источники и литература позволили достаточно широко проанализировать процессы зарождения и становления авиапредприятия вплоть до 2006 г., подробно осветить такие основные сферы жизнедеятельности авиапредприятия, как эксплуатация и модернизация воздушного флота, пассажирские и грузо-почтовые перевозки, современные технологии в производственных процессах и др. В ходе работы был сделан вывод о том, что «Белавиа» за свою 10-летнюю историю смогла заявить о себе как крупнейшее авиапредприятие Беларуси. Ее самолеты проложили трассы во все крупные города стран СНГ и Европы; кроме того, авиакомпания выполняла значительное число чартерных рейсов более чем в 50 городов стран Европы, Азии и Ближнего Востока, среди которых Салоники, Бейрут, Анталия, Измир, Бодрум, Варна, Бургас, Форли, Пиза, Пула, Монтикьяри, Ганновер, Даламан и др.

Следующим этапом в моей научной деятельности в сфере развития гражданской авиации Беларуси явилось издание в 2011 г. монографии «История создания и развития гражданской авиации Беларуси» (1933–середина 1980 гг.) (188 с), в которой не только проанализированы процессы в развитии отечественной авиации с момента ее зарождения, но и отражены самые трагические страницы в ее истории. Это авиакатастрофа белорусского самолета в районе аэропорта Внуково (Россия) 3 января 1976 г, авиакатастрофа в районе Анапы (Россия) 9 сентября 1976 г, авиакатастрофа в районе города Днепродзержинска (Украина) 11 августа 1979 г., авиакатастрофа в районе аэропорта «Минск-2» 1 февраля 1985 г., авиакатастрофа в районе аэропорта Берлин Шенефельд (Германия) 12 декабря 1986 г.

Большой интерес у специалистов и читателей вызвала книга Щавлинского Н. Б. «Национальный аэропорт «Минск» (30 лет с Вами), изданная в 2013 г. и которая посвящена 30-летию юбилею авиапредприятия. Главное внимание в ней уделяется людям, чьими силами возводился, приобретал современный облик главный аэропорт страны.

Затем, в 2017 г. в издательстве Белорусского государственного аграрного технического университета была издана его очередная монография: «На переломе эпох: развитие гражданской авиации Беларуси в конце 20 – начале 21 вв.». В книге впервые исследуются: развитие гражданской авиации Беларуси в условиях перестроечных процессов, отражены малоизвестные страницы из истории развития крылатой отрасли республики после распада СССР, освещены проблемы, связанные с ее развитием на современном этапе. В том числе один из параграфов исследования посвящен Белорусской государственной академии авиации.

Хочется также отметить, что все вышеуказанные книги нашли широкий отклик в научной среде Республики Беларусь, так как на них в различных газетах, журналах, в том числе и зарубежных, были опубликованы положительные рецензии. Например, в 2004 г. в Вестнике Белорусского государственного университета профессора Коршук В. К. и Романовский И. Ф. опубликовали рецензию на книгу Щавлинского Н. Б. «Национальный аэропорт «Минск». В 2012 г. в этом же журнале была размещена их рецензия на книгу «История создания и развития гражданской авиации Беларуси (1933 – середина 1980 гг.).

В 2016 г. профессор Брестского государственного технического университета Стрелец М. В. опубликовал в журнале «Ученые записки Череповецкого государственного университета» (Российская Федерация) рецензию на книгу «авиакомпания «Белавиа» и др. Ряд рецензий были опубликованы в газете «Транспортный вестник»

Кроме того, многие материалы по исследованию развития гражданской авиации Беларуси были представлены Щавлинским Н. Б. на различные конференции, проводившиеся в Белорусском национальном техническом университете, Брестском государственном техническом университете, Белорусском государственном аграрном техническом университете, Белорусском государственном лингвистическом университете и др.

В заключение хочу сказать, что я приветствую и одновременно восторгаюсь исследовательской работой, которую провел коллектив авторов Белорусской государственной академии авиации под руководством ректора А. А. Шегидевича и О. М. Борздовой по проблеме написания истории создания и развития учебного заведения. Это первая такого рода монография, в которой на основе разнообразных источников достаточно широко проанализированы процессы зарождения и становления Белорусской государственной академии авиации на протяжении всех 45 лет. Думаю, что эта интересная и, безусловно, нужная книга вскоре увидит свет и послужит делу патриотического воспитания молодого поколения, которое свяжет свою судьбу с гражданской авиацией в целом, и, в частности, для осуществления своих целей сделает первые шаги в этом учебном заведении.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ

«ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В АВИАЦИИ»

А.К. Есман, Г.Л. Зыков, В.А. Потачиц

Белорусский национальный технический университет

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА..... 4

А.А. Жукова, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий

Белорусская государственная академия авиации

**ВОЗМОЖНОСТИ FDM-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ..... 6**

А.Ф. Заико, А.В. Кузьменков, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий

Белорусская государственная академия авиации

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ КАРБИДА КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ
ПРЕССОВАНИЕМ 9**

А.Ф. Заико, А.В. Кузьменков, В.Ч. Чехович, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий

Белорусская государственная академия авиации

**ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ
ИЗ ПЛАСТИКА АСА ОТ ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ (ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ)..... 12**

А.Ф. Заико, М.М. Лузан

Белорусская государственная академия авиации

**ТЕХНОЛОГИЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛОПАСТЕЙ ВОЗДУШНОГО
КОМПРЕССОРА НА 3D-ПРИНТЕРЕ STRATASYS FORTUS 450 MS..... 18**

А.Ф. Заико, В.Ч. Чехович, С.О. Стойко, А.К. Сухоцкий 19

Белорусская государственная академия авиации

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ
МОДЕЛЕЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА 19**

М.М. Лузан

Белорусская государственная академия авиации

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОПАСТИ СНЕГОГЕНЕРАТОРА В СРЕДЕ КОМПАС-3D 21

Е.А. Телущенко, М.М. Лузан

Белорусская государственная академия авиации

**АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОПАСТЕЙ С СНЕГОГЕНЕРАТОРА
СО-365 В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ-СТЕНДЕ НТЦ19.02..... 22**

НАПРАВЛЕНИЕ

«ВОЗДУШНОЕ ПРАВО»

З.В. Машарский, А.Г. Старанович

Белорусская государственная академия авиации

**ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАНТОВ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ АВИАЦИОННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ, В СООТВЕТСТВИИ
С ТРЕБОВАНИЯМИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ 26**

В.В. Михалёва, Е.А. Солодухо, А.И. Науменко (научный руководитель) <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРАХОВАНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	28
А.С. Сенько <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИЗУЧЕНИЕ И ОТРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВЕКТОРЕНИЯ ПРИ ПОВТОРНОМ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ	29
О.В. Сорокина, А.А. Чайкина <i>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева</i> ПРОБЛЕМА ГАРМОНИЗАЦИИ АВИАЦИОННОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	31
Е.А. Суринович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> НЕОБХОДИМЫЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ GNSS В ГРАЖДАНСКУЮ АВИАЦИЮ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	33
Е.В. Щеглова <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОСОБЕННОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ АВИАДИСПЕТЧЕРОВ	35
НАПРАВЛЕНИЕ «АВИОНИКА, СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ И КОНСТРУКЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»	
А.Г. Kapustin, O.G. Karachun <i>Belarusian State Academy of Aviation</i> INCREASING FUNCTIONALITY OF PROTECTION ALGORITHMS FOR ELECTRIC SUPPLY SYSTEM OF AIRCRAFT WITH FULLY ELECTRIFIED EQUIPMENT	38
А.А. Аверин <i>ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ НАГРЕВА ТОРМОЗОВ АВИАЦИОННЫХ КОЛЕС ПРИ ПРОБЕГЕ ПОСЛЕ ПОСАДКИ	41
И.В. Антоненц ¹ , Р.А. Борисов ² ¹ <i>Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева</i> ² <i>АО «Санкт-Петербургская авиаремонтная компания»</i> АЭРОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ВТОРИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	43
И.И. Барабан, Е.А. Ильюк <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА, УМЕНЬШЕНИЯ РЕСУРСА САМОЛЕТОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ И УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ	45

В.С. Безуглов <i>ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ПОДБОР КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕЛЬНОПОВОРОТНОГО СТАБИЛИЗАТОРА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ШАРНИРНОГО МОМЕНТА	47
В.С. Безуглов, А.А. Аверин <i>ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИСТРЕБИТЕЛЯ СО СВЕРХЗВУКОВОЙ КРЕЙСЕРСКОЙ СКОРОСТЬЮ ПОЛЕТА	48
М.А. Богомолов, А.В. Минайлов, Т.В. Грасько <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ В ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ	50
С.В. Василевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ПРИ СВЕРХЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ	52
Д.В. Верещиков, Р.Ж. Исламгазиев, Д.В. Ковальчук <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»</i> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЕРТОЛЕТА	54
Е.Е. Вислогузов, П.С. Костин, М.С. Бунеев <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕТА САМОЛЕТА ПРИ ВЕТРОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ	56
В.Д. Вышинский, А.В. Дубовский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ АВИАЦИИ	58
М.А. Гудков, П.С. Костин, Д.А. Логачев <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК БОКОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ САМОЛЕТА	60
Т.Н. Довбышева, Е.А. Ильюк <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОСФЕРЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	62
М.В. Кондалов, Д.Р. Булатов <i>Военный учебный научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЗАКОНЦОВОК КРЫЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОГО САМОЛЕТА	63

М.В. Кондалов, В.М. Свешников, А.П. Гусаров <i>Военный учебный научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА СТРЕЛОВИДНОСТИ КРЫЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧЕБНО-БОЕВОГО САМОЛЕТА	66
Д.В. Корнелюк, Д.А. Шоманков <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> СТОХАСТИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОШИБОК ДАТЧИКА ПРИБОРНОЙ СКОРОСТИ	68
Д.А. Корсун <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БЛОКОВ ТОПЛИВОМЕРНО-РАСХОДОМЕРНЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	69
С.А. Коршак, В.Р. Вашкевич <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> НЕЙРОСИНТАКСИЧЕСКИЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ФИГУР ПИЛОТАЖА САМОЛЕТА	71
В.А. Красковский, М.С. Альховик <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ПОСАДКИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	73
А.В. Лещенко, И.С. Моисеева <i>ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА В СИСТЕМЕ КОМПАС-3Д НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕМЕНТОВ КРЫЛЬЕВ РАЗЛИЧНОЙ СТРЕЛОВИДНОСТИ	75
А.В. Лущик, В.А. Шорников <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»</i> ДАТЧИК УГЛА АТАКИ ДЛЯ ВЫСОКОМАНЕВРЕННОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	77
Д.Ю. Олейник, С.О. Федченко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> РАЗРЯДНИК ЗАЩИТЫ ПРИЕМНИКА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПЛАЗМООБРАЗОВАНИЕМ	79
Э.Ж. Павлушкин, А.С. Татаринов, В.И. Майчук <i>Белорусская государственная академия авиации</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ACARS НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ АВИАКОМПАНИИ «БЕЛАВИА»	80
Д.Г. Подолинский ¹ , М.М. Лузан ² ¹ ОАО «МИСКОМ» г. Минск ² Белорусская государственная академия авиации ПРОФИЛИРОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО КАНАЛА СНЕГОГЕНЕРАТОРА СО-365	82

Д.В. Разуваев <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРУЖИННЫХ ЗАГРУЖАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТОМ НА ПИЛОТАЖНЫХ СТЕНДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ	88
В.Г. Тарасюк, С.В. Крескиян <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ СИНТЕЗИРОВАННОГО ВИДЕНИЯ В ЛОКАТОРАХ ОБЗОРА ЛЁТНОГО ПОЛЯ	90
К.В. Терещенко, А.Г. Капустин <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ И ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	91
М.В. Трофимчук, Ю.Д. Брюсов, Т.С. Мороз <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i>	
УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОТ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ	94
Г. Туганов, Н. Махмудов, С. Кадилов <i>Академия Вооруженных Сил Республики Узбекистан, ВВАУ Республики Узбекистан</i>	
НАХОЖДЕНИЕ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	95
В.К. Шамко, к.т.н., доцент; О.Л. Кужельный, магистрант <i>Белорусская государственная академия авиации</i>	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АИРЭО ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ВС	97
А.А. Шейников, Ю.В. Суходолов <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь» Белорусский национальный технический университет</i>	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ	99
НАПРАВЛЕНИЕ «БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ»	
S. Boiko, PhD, A. Hebda., Yu. Gavrilyuk PhD <i>Kremenchug Flight College at the Kharkov National University of Internal Affairs</i>	
DEVELOPMENT OF ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES	103
S. Boiko PhD, Yu. Shmelev PhD, O. Ponomapenko <i>Kremenchug Flight College at the Kharkov National University of Internal Affairs</i>	
THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF POWER SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES	105

<p>Е.В. Балич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛА ТАНГАЖА ПЕРЕГРУЗКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ MATLAB R2017b</p>	107
<p>В.В. Берулин, А.Б. Гоголев <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ПОИСКА НАЗЕМНЫХ ЦЕЛЕЙ ДИСТАНЦИОННО-ПИЛОТИРУЕМОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....</p>	109
<p>Д.А. Дьяков, К.Е. Рогачевский, И.В. Рожков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ НА ВОЕННОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В УО «БГАА»</p>	111
<p>А.М. Коваленко, А.А. Шейников <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> СПОСОБЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИИ БЛА В УСЛОВИЯХ ПОМЕХ</p>	113
<p>А.Д. Кузнецов <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ОСНОВНОЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА</p>	115
<p>А.Д. Кузнецов, В.Н. Макаренко, В.К. Харченко <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ОСОБЕННОСТИ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННО-ПИЛОТИРУЕМОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА</p>	116
<p>А.Н. Левадный, А.В. Афанасьев <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БЛА ТИПА «БУСЕЛ» ПО ДОСТАВКЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ</p>	117
<p>А.В. Лопухов, О.В. Сидорович <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ЗЕНИТНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ РАКЕТЫ ПО ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ЦЕЛЯМ</p>	119
<p>В.Н. Макаренко <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУППЫ РАЗНОРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....</p>	120

М.А. Маликзода <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси</i> ВЛИЯНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ РУЛЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ БЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕРА	121
А.С. Маликов, С.Ю. Романенко <i>Военный факультет в учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации»</i> АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ СПОСОБОВ КОДИРОВАНИЯ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ	122
К.Н. Матюхин ¹ , Э.С. Бояренко ¹ , А.В. Угнивенко ² ¹ <i>ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации»</i> ² <i>ФГБУ «Главный научный метрологический центр» Минобороны России, (Мытищи, Россия)</i> К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ БЛА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	124
В.А. Мисько <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> К ВОПРОСУ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ	125
Е.А. Мойсейчик, к.т.н., доцент, А.Е. Мойсейчик, к.т.н. <i>РУП «Бел НИЦ «Экология», ООО «Гидромания»</i> ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В АВИАЦИИ	127
Д.В. Морозов, Е.С. Куклин <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»</i> НЕОБСЛУЖИВАЕМАЯ В МЕЖРЕГЛАМЕНТНЫЙ ПЕРИОД БЕСПЛАТФОРМЕННАЯ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА НА ОПТИКО-ВОЛОКОННЫЙ ДАТЧИКАХ	133
С.В. Новикова, И.А. Калентьев <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ПЛОСКОСТИ	136
А.В. Овчаров <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> АНАЛИЗ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ	137
Э.Ж. Павлушкин, П.Г. Богинский, С.В. Крескиян <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	139

<p>К.Ю. Пашенко, К.С. Бондарев, Т.С. Мороз <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ПОВЫШЕННОЙ МАНЁВРЕННОСТИ</p>	141
<p>А.А. Санько, Т.А. Тищенко, Д.А. Смольский ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РОБАСТНОГО ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СЕРВОПРИВОДА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....</p>	143
<p>А.А. Санько, Т.А. Тищенко, Д.А. Смольский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СИНТЕЗ РОБАСТНОГО П-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ.....</p>	146
<p>Ю.И. Семак, Е.В. Комарчук, В.Л. Волков <i>Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси</i> ОСОБЕННОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ МИШЕНИ ТИПА БЛА</p>	146
<p>С.Б. Стукалов, В.И. Кондриков, Р.С. Гаврюшин <i>Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва, Россия)</i> ОБЛЕГЧЕННЫЙ БЛА С ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМ КОМПЛЕКСОМ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТНОСТИ</p>	147
<p>С.Б. Стукалов, Д.С. Стукалов, Р.С. Гаврюшин <i>Московский государственный технический университет гражданской авиации (Москва, Россия)</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ БЛА В ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧАХ.....</p>	149
<p>Р.Л. Тюпин, Е.Л. Кохановский, В.В. Коробач <i>Военный факультет в учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации»</i> РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС С НЕУПРАВЛЯЕМЫМИ АВИАЦИОННЫМИ РАКЕТАМИ ТИПА С-5М.</p>	151
<p>И.А. Федоркевич <i>ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ИНТЕРАКТИВНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС «БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ФОРПОСТ».....</p>	153
<p>В.К. Харченко <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ОБОБЩЕННЫЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....</p>	155

А.В. Шарамет, О.В. Ковриго <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВОЙ ОЭС И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ НА МАЛОГАБАРИТНОМ БЛА В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОСТИ АТМОСФЕРЫ	156
В.В. Шипко, И.Е. Шаронов, В.С. Конов <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»</i> АЛГОРИТМЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСАХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	158
НАПРАВЛЕНИЕ	
«ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»	
И.И. Барабан, М.В. Кислюк <i>Белорусская государственная академия авиации</i> АВТОНОМНАЯ ПРОГРАММА NEST, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВП.....	161
Э.А. Болелов ¹ , О.В. Васильев ² , Ю.Н. Кораблев ² ¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА) ² АО «Концерн «Международные аэронавигационные системы» ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ НУЛЕВОЙ ИЗОТЕРМЫ ПО ДАННЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОФИЛЕМЕРОВ	163
В.В. Борисев ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ И GOOGLE GLASS В СФЕРЕ АВИАЦИИ	164
В.О. Веников, Д.И. Сергеев, П.А. Демин <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПОТОКЕ ЖИДКОСТИ	166
Ю.А. Гондаренко, Д.И. Беляев <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия» (г. Воронеж, Россия)</i> ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТА ВОЗДУШНОГО СУДНА	167
В.С. Демешко <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ АЭРОДРОМА ОТ ДИВЕРСИОННО РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫХ ГРУПП.....	169
О.Л. Зорин, А.Ю. Коновалов <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ВЛИЯНИЕ ЛИЧНОГО И ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ В БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ	171

<p>Д.В. Ковальчук, А.Н. Сажин, П.С. Салимов <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».</i> ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ.....</p>	172
<p>В.В. Короленко, В.Б. Кровяков, В.А. Тупиков <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ОЧИСТКИ</p>	175
<p>В.Б. Кровяков, С.С. Давыдов, В.О. Веников <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....</p>	176
<p>Э.А. Лазарева <i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»</i> ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</p>	178
<p>С.М. Лебедев <i>Военно-медицинский факультет в УО «Белорусский государственный медицинский университет»</i> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ПРИБОРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВНЕКАБИННОГО ПРОСТРАНСТВА В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ.....</p>	182
<p>С.М. Лебедев <i>Военно-медицинский факультет в УО «Белорусский государственный медицинский университет»</i> СВЯЗЬ МЕЖДУ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ И УРОВНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ В СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ</p>	184
<p>А.С. Малиновская, А.В. Дубовский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АВИАЦИИ. ИХ НЕДОСТАТКИ И ДОСТОИНСТВА, ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ.....</p>	185
<p>Ю.И. Момот <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОБУЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА.....</p>	188
<p>К.А. Поминова, И.В. Кольцов <i>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева</i> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ПУТЕМ УЧЕТА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА.....</p>	189

<p>Е.А. Солодухо, И.И. Барабан (научный руководитель) <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ADS-B ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ</p>	191
<p>Р.Н. Степанов, С.С. Давыдов, К.С. Бондарев <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ УСТРОЙСТВОМ ТОЧЕЧНОГО ОТБОРА ПРОБ ЖИДКОСТИ</p>	193
<p>Р.Н. Степанов, Д.И. Сергеев, П.А. Демин <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ ПОЛНОПОТОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ ОТБОРА ПРОБ ЖИДКОСТИ</p>	195
<p>Ю.В. Стушанский, С.Л. Голованов, М.С. Петулько <i>Кременчугский лётный колледж Харьковского национального университета внутренних дел</i> СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ПРИ РУЛЕНИИ И БУКСИРОВКЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....</p>	197
<p>Ю.В. Стушанский, И.А. Колонтаевский, М.С. Петулько <i>Кременчугский лётный колледж Харьковского национального университета внутренних дел</i> ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНДИКАЦИЯ НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ПИЛОТА.....</p>	199
<p>Е.К. Супронова, И.И. Барабан (научный руководитель) <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЯЕМОЙ IT СИСТЕМЫ AMADEUS FLIGHT MANAGEMENT SYSTEM В НАЦИОНАЛЬНОМ АЭРОПОРТУ МИНСК</p>	201
<p>М.В. Трофимчук, К.Ю. Пашенко, Н.А. Воробьёв <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ВЗАИМОСВЯЗЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ И ОТКАЗОВ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ</p>	202
<p>НАПРАВЛЕНИЕ «СРЕДСТВА НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ»</p>	
<p>А.В. Богдан, М.Н. Мануйлов <i>Белорусская государственная академия авиации</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛА ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ MAZ.....</p>	205
<p>Р.О. Богданович, К.К. Крамник <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ШАССИ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ</p>	206

Д.В. Василевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> АВТОНОМНЫЙ ОБОГРЕВ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС	208
В.А. Горяинова, А.А. Чайкина <i>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва</i> ВЫБОР МОДЕЛИ ПЛУЖНО-ЩЕТОЧНЫХ СНЕГООЧИСТИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОМПЛЕКТАЦИИ ПАРКА АЭРОДРОМНОЙ СЛУЖБЫ АЭРОПОРТА	210
Д.Н. Дубовец, Р.И. Могилянец <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА АЭРОДРОМНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ	212
В.В. Короленко, В.В. Грибанов, И.А. Сергеев <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	214
К.К. Крамник, О.А. Плиговка <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ К ПОЛЕТАМ ЗА СЧЕТ УНИФИКАЦИИ ГАЗОЗАРЯДНЫХ СРЕДСТВ	216
Д.Д. Мартынова <i>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва</i> АНАЛИЗ АВИАТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАЙОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	217
К.Ю. Медзер <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	219
Р.И. Могилянец, М.Н. Мануйлов <i>Белорусская государственная академия авиации</i> К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ	221
Р.И. Могилянец, М.С. Ярмакович <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ БАЗЫ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНО-АЭРОДРОМНОЙ СЛУЖБЫ	222
Д.Ю. Мягков, А.Н. Колосков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПУНКТА ЕЖЕДНЕВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ПАРКА АВИАЦИОННОЙ БАЗЫ	223
Д.Ю. Мягков, И.А. Русак <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОЗДАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ РЕАГЕНТА НА ЛЕТНОМ ПОЛЕ	225

Д.Ю. Мягков, А.Э. Фомин <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ УДАРОВ ПРОТИВНИКА ПО АЭРОДРОМАМ	228
В.Д. Руцкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА АЭРОДРОМЕ	229
А.И. Сажин, Д.Ю. Мягков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЭРОДРОМНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ ПУ АТО	230
Д.А. Стригун <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСПОНДЕРОВ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЛЕТОВ	232
НАПРАВЛЕНИЕ «ПРИМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ МЕТОДОВ В АВИАЦИИ»	
А.И. Балодис, А.И. Кириленко, К.В. Шаведдинова <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ АВИАЦИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	235
В.Д. Вышинский <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ АВИАЦИИ В ПОКОРЕНИИ МАРСА	238
А.Д. Головков, П.И. Федотова Статья подготовлена под руководством к.т.н., с.н.с., доцента Бутюгина М. А. <i>Московский гражданский технический университет гражданской авиации</i> РАЗРАБОТКА МАКЕТА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ РАБОТЫ МАГНИТОРЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА (GMR) ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	239
В.В. Грибанов, Л.Ю. Сыроваткина, И.А. Сергеев <i>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА ПОСТАВКУ И ХРАНЕНИЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	242
А.И. Кириленко, Е.Ю. Кунай <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ОБ ОДНОМ КОСВЕННОМ МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ	245
А.А. Кривонос, В.В. Зубкевич, А.И. Науменко (научный руководитель) <i>Белорусская государственная академия авиации</i> АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «АВИАКОМПАНИЯ «БЕЛАВИА» ПРИ ПОДХОДЕ К СНИЖЕНИЮ СТОИМОСТИ АВИАБИЛЕТОВ	248

М.В. Кудин <i>Белорусская государственная академия авиации</i> АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	251
В.Н. Кульбицкий ¹ , Д.Г. Подолинский ¹ , М.М. Лузан ² ¹ ОАО «МИСОМ ОП» ² Белорусская государственная академия авиации РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНОГО СНЕГОГЕНЕРАТОРА СО-365	253
А.С. Мазуренко <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ДВЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ МОДЕЛИ МНОГОФОТОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ИК-ЛАЗЕРНОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ	254
В.В. Павлюченко, Е.С. Дорошевич <i>Белорусский национальный технический университет</i> РАСЧЕТ ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ОБЪЕКТОВ ИЗ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ	257
О.С. Филиппенко, Ю.А. Гурвич..... <i>Белорусская государственная академия авиации</i> УСТОЙЧИВОСТЬ ГРАВИМЕТРА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	260 260
А.Н. Шинкевич <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ЗРИТЕЛЬНОМУ ВОСПРИЯТИЮ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ	262
НАПРАВЛЕНИЕ «ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ»	
Т.И. Бойко, О.С. Полетаева, А.Э. Реут <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ АВИАЦИОННОМУ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ	266
А.П. Григорович, Д.А. Беляев <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ВОЗМОЖНОСТИ ВИРТУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО АВИАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ	268
А.А. Гурецкий <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИЗ ИСТОРИИ СОТРУДНИЧЕСТВА МИНСКОГО АВИАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА С ВЫСШИМИ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В РАМКАХ УЧЕБНО-НАУЧНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ	270
Е.Н. Карлова, А.Ю. Григоров <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ КАК ЗАДАЧА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	271

В.А. Клименко, д.соц.н, профессор <i>Белорусская государственная академия авиации</i> НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ОБЩЕСТВА	273
О.А. Конопелько, В.П. Дорошков, А.И. Антонов <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УЧЕБНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	276
К.Ф. Кудласевич, Д.А. Беляев <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	278
Е.В. Манченко <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)</i> РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ВОЕННО-НАУЧНОЙ РАБОТЫ КУРСАНТОВ	279
Р.И. Могилянец, М.Н. Мануйлов <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ ПО УПРАВЛЕНИЮ РАБОТОЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ВОЕННОМ ФАКУЛЬТЕТЕ В БГАА	281
О.Г. Петровская, Е.Д. Бойко, И.А. Фольгнсков <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ В ПРОЦЕССЕ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ	283
О.Г. Петровская, С.А. Дулич, А.В. Белько <i>Белорусская государственная академия авиации</i> РАЗВИТИЕ ПСИХОМОТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В ЕДИНОБОРСТВАХ	285
О.А. Плиговка, К.К. Крамник <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ «АВТОМОБИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ»	287
Н.А. Поляк <i>Беларускі дзяржаўны медыцынскі ўніверсітэт</i> КАНЦЭПЦЫЯ ІНФАРМАЦЫЙНАЙ БЯСПЕКІ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ У АДУКАЦЫЙНА-ВЫХАВАЎЧЫМ ПРАЦЭСЕ	289
С.А. Савик, Д.В. Блажко <i>Военно-технический факультет в Белорусском национальном техническом университете</i> ПРОБЛЕМЫ ВОСПИТАНИЯ КУЛЬТУРЫ ПАМЯТИ О ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ: ОККУПАЦИОННЫЙ РЕЖИМ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ (1941–1944 гг.)	291

В.Н. Сивицкий, к.филол.н., доцент <i>Белорусская государственная академия авиации</i> РЕЛИГИОЗНЫЙ ФАКТОР В ВОСПИТАНИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ	292
В.Г. Тарасюк <i>Белорусская государственная академия авиации</i> К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ УЧЕБНОЙ АВИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АКАДЕМИИ АВИАЦИИ (ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ)	296
В.В. Цыбулько <i>Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»</i> ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТИ В ВОЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ	297
И.В. Чуприков, А.В. Солохин, М.А. Жигалин <i>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия» (г. Воронеж, Россия)</i> НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ НОВОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	299
А.С. Чуро, Л.Д. Беляева <i>Белорусская государственная академия авиации</i> ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ СРЕДНЕГО И ВЫСШЕГО АВИАЦИОННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	301
Н.Б. Шавлинский, доцент, к.и.н. <i>Белорусский национальный технический университет</i> МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВЫСШИЙ АВИАЦИОННЫЙ КОЛЛЕДЖ – БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ – ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ ПО ПОДГОТОВКЕ АВИАЦИОННЫХ КАДРОВ	303
Н.Б. Шавлинский <i>Белорусский национальный технический университет</i> ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ БЕЛАРУСИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПУБЛИКАЦИЯХ	309

Научное издание

АВИАЦИЯ:
ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Сборник материалов
IV Международной научно-практической конференции
учреждения образования
«Белорусская государственная академия авиации».
Минск, 24 октября 2019 г.

На русском, белорусском, английском языках

Подписано в печать 22.06.2020. Формат 60x84^{1/16}. Гарнитура Times.
Цифровая печать. Усл. печ. л. 19,17. Уч.-изд. л. 17,87. Тираж 15 экз. Заказ 953.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика:
учреждение образования «Белорусская
государственная академия авиации».
Ул. Уборевича, д. 77, 220096, г. Минск.
Тел. +375 (017) 341 46 44, тел./факс (017) 341 66 32.

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 27 68. Факс (+375 17) 266 37 23. E-mail: edit@nlb.by.