



Федеральное агентство воздушного транспорта
(РОСАВИАЦИЯ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(МГТУ ГА)

Факультет прикладной математики и вычислительной техники
Кафедра Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

**Использование голосового ассистента как инструмента
совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД**

Работу выполнил:

Гончаров Евгений Юрьевич,
очная форма обучения,
направление подготовки 09.03.01
Информатика и вычислительная
техника (бакалавриат), 2 курс, гр.
ЭВМ 2-1

Научный руководитель:

Романчева Н.И.,
канд. тех. наук, доцент

Содержание

Введение.....	3
Фрагментарность концептуальной модели диспетчера УВД как угроза безопасности полетов	4
Модель виртуального тренажерного комплекса с использованием голосового ассистента.....	11
Заключение	12
Список использованных источников	13

Введение

Концептуальная модель – одно из центральных понятий в инженерной психологии. Большой психологический словарь даёт следующее определение данному термину. Концептуальная модель (англ. conceptual model) — совокупность представлений человека-оператора о целях и задачах трудовой деятельности, состоянии предмета труда — технических средств и внешней среды, о собственных способах управляющих воздействий. Согласно данному словарю, вышеуказанные представления играют роль обобщенных схем поведения, сформированных в процессе обучения и тренировок [1]. Таким образом, обучение и тренировки диспетчера УВД лежат в основе формирования его концептуальной модели. Следовательно, качество обучения авиационного персонала является одним из ключевых факторов обеспечения заданного уровня безопасности полётов.

Согласно приказу Министерства Транспорта РФ от 14 июля 2015 г. N 216, основанном на стандартах и рекомендуемых практиках Международной организации гражданской авиации (ИКАО), требования к диспетчерам УВД включают в себя широкий круг теоретических знаний по многим направлениям авиационной отрасли и практические навыки, приобретенные в процессе тренировки на диспетчерском тренажере [2].

Если проанализировать возможности диспетчера УВД по самостоятельной подготовке к профессиональной деятельности, то в настоящее время выявляется следующая **проблема**: существует недостаток доступных технических средств и ПО для совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД (в частности, получения практического опыта ОВД) в рамках самостоятельной дистанционной подготовки вне тренажёрного центра университета или рабочего предприятия. Данная проблема становится особенно актуальной в период пандемии, когда физический доступ к неvirtуальному тренажёрному центру может быть ограничен карантинными мерами.

Актуальность данной работы определяется такими факторами, как глобальная компьютеризация общества, геймификация образовательного процесса и внедрение в него информационно-коммуникативных технологий, высокий уровень доступности компьютерных технологий среди обучающихся, высокий уровень мотивации обучающихся по получению теоретических знаний и практических навыков в области профильных дисциплин, ограниченность возможности самостоятельной дистанционной

подготовки к будущей профессиональной деятельности (вне тренажерного центра).

Разработка технологий искусственного интеллекта и, в частности, внедрение технологии голосового ассистента стимулируется также национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации» согласно приложению №3 к протоколу Президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27 августа 2020 г. №17 [3].

Цель работы: разработка модели виртуального тренажерного комплекса для совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД с использованием голосового ассистента.

Задачи работы:

- Рассмотреть влияние уровня развития концептуальной модели диспетчера УВД на безопасность полетов;
- Определить возможности использования голосового ассистента как инструмента совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД.

Объект исследования: концептуальная модель человека-оператора.

Предмет исследования: возможности использования голосового ассистента как инструмента совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД.

Фрагментарность концептуальной модели диспетчера УВД как угроза безопасности полетов

Работа диспетчера УВД – интеллектуальная работа, связанная с обработкой значительных объемов информации, а также с большими психофизиологическими перегрузками, утомлением и стрессом.

Стресс — понятие, введенное канадским патологом и эндокринологом Г. Селье в 1936 г. для обозначения обширного круга состояний психического напряжения, обусловленных выполнением деятельности в особенно сложных условиях и возникающих в ответ на разнообразные экстремальные воздействия — стрессоры [4]. Первоначально понятие возникло в физиологии для обозначения неспецифической реакции организма («общего адаптационного синдрома») в ответ на любое неблагоприятное воздействие

(Г. Селье), позднее оно стало использоваться для описания состояний индивида в экстремальных условиях на физиологическом, психологическом и поведенческом уровнях.

В зависимости от вида стрессора и характера его влияния выделяются различные виды стресса, в самой общей классификации — стресс физиологический и стресс психологический. Последний подразделяется на стресс информационный и стресс эмоциональный.

Стресс информационный возникает в ситуациях информационных перегрузок, когда субъект не справляется с задачей, не успевает принимать верные решения в требуемом темпе — при высокой ответственности за последствия решений.

Стресс эмоциональный появляется в ситуациях угрозы, опасности, обиды и пр. При этом различные его формы — импульсивная, тормозная, генерализованная — приводят к изменениям в протекании процессов психических, эмоциональным сдвигам, трансформации мотивационной структуры деятельности, нарушениям двигательного и речевого поведения.

Утомление — временная дезинтеграция функциональных систем организма (в особенности нейронов коры большого мозга), приводящая к снижению резервных возможностей человека и его работоспособности. В состоянии утомления снижается количество радиообменов, увеличивается количество ошибок в восприятии и передаче речевых сообщений, обедняется словарный состав, снижается четкость артикуляции и темп речи [5].

Безопасность полётов — это состояние авиационной системы или организации, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются.

Таким образом, стресс и утомление диспетчера УВД являются угрозой безопасности полётов, поскольку становятся дополнительным фактором риска. Что может стать причиной этих психологических и физиологических состояний?

Значительные эмоциональные перегрузки, стресс и утомление могут возникать в критических, нестандартных ситуациях, если человек-оператор не обладает соответствующими знаниями, умениями и навыками для решения указанных ситуаций [5]. Отсутствие определённых правил и норм поведения становится одним из важнейших факторов, которые могут снизить надёжность работы диспетчера УВД. Совокупность данных профессиональных представлений человека-оператора в инженерной психологии относится к термину «концептуальная модель».

Понятие «концептуальная модель» предложил английский психолог А.Т. Велфорд (A.T. Welford) в 1961 г. на XIV Международном конгрессе по прикладной психологии. Концептуальная модель раскрывается как глобальный образ, формирующийся в голове оператора. В понимании А.Т. Велфорда концептуальная модель дает оператору в человеко-машинной системе управления целостную картину и поэтому обеспечивает возможность соотносить разные части процесса с целым, а соответственно, и действовать эффективно [6].

Концептуальная модель — это совокупность представлений оператора о целях и задачах трудовой деятельности, состоянии предмета труда и о собственных способах управляющих воздействий на предмет деятельности оператора [1]. Данные представления играют роль обобщенных поведенческих паттернов, которые формируются в процессе обучения и тренировок. Концептуальная модель характеризуется огромной информационной избыточностью, но актуализируются и осознаются в тот или иной момент лишь оперативные образы и схемы поведения, связанные с непосредственно решаемой задачей.

На основании вышеуказанных данных можно сделать вывод, что совершенствование концептуальной модели, усвоение большого объема оперативных образов и схем поведения — одна из ключевых целей профессиональной подготовки авиационного персонала. При развитии неблагоприятной воздушной обстановки (к примеру, при потенциальной конфликтной ситуации) от диспетчера УВД требуются соответствующие знания, умения и навыки. Их отсутствие в подобной критической ситуации станет дополнительным стрессором, что негативно отразится на самочувствии диспетчера и в процессе развития воздушной обстановки может привести к трагическим последствиям. Именно поэтому необходимо уделять большое внимание формированию прочной теоретической базы, фундамента профессиональных знаний обучающегося, а также получению практического опыта обслуживания воздушного движения (далее ОВД) для закрепления полученных знаний и поведенческих паттернов. При этом совершенная концептуальная модель диспетчера УВД должна быть структурированной, должна представлять из себя не набор разрозненных элементов информации, а целостную структуру знаний. Таким образом, фрагментарность (неполнота) концептуальной модели авиационного персонала является существенной угрозой безопасности полётов.

Возможности применения голосового ассистента в процессе профессиональной подготовки диспетчеров УВД

Для совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД необходима как теоретическая, так и интенсивная практическая подготовка, практический опыт ОВД.

К общедоступным прикладным программам, способствующим получению знаний, умений и навыков ОВД, можно отнести виртуальные авиационные симуляторы и компьютерные сети, предназначенные для воссоздания в сети Интернет реальных процедур взаимодействия экипажей ВС и диспетчеров УВД. В качестве примера подобных авиасимуляторов можно привести IVAO («The International Virtual Aviation Organisation», «Международная организация виртуальной авиации»), «VATSIM Network» (Virtual Air Traffic Simulation Network, «Виртуальная сеть имитации воздушного движения») и др.

Данные симуляторы и сети имитируют реальные трудовые условия экипажей ВС и диспетчеров УВД, однако сложны в установке и настройке, а также предполагают предварительное изучение большого объема информации (в т. ч. на английском языке) для взаимодействия с сотнями людей, уже имеющими определённый уровень подготовки и выполняющих функции ОВД в режиме реального времени [7]. Эти факторы являются психологическим барьером для обучающегося с начальным уровнем знаний, в результате чего он может отказаться от установки и использования подобного симулятора.

Способствовать решению данной проблемы может разработка специального программного обеспечения – виртуальных обучающих тренажеров ОВД, моделирующих различные конфигурации воздушной обстановки, а также специальных прикладных программ для получения и совершенствования отдельных профессиональных навыков диспетчера УВД.

Примеры направлений разработки обучающих прикладных программ:

- Решение отдельных потенциальных конфликтных ситуаций;
- Развитие навыка опознавания ВС (в частности, быстрого визуального нахождения отметки ВС на индикаторе воздушной обстановки) в условиях загруженности сектора ОВД;
- Развитие навыков восприятия речи на английском языке (запросы, инструкции, числа, авиационный алфавит и др.);

- Развитие навыка векторения (обеспечения навигационного наведения воздушных судов посредством указаний экипажам определённых курсов);

- Развитие навыков применения процедур зональной навигации.

Значительную часть профессиональной деятельности диспетчера УВД занимает радиообмен - голосовой обмен информацией с экипажами ВС по радиосвязи. В вышеуказанных авиасимуляторах функции экипажей ВС и диспетчеров УВД выполняют реальные люди, пользователи данных программ. Выполнять функции виртуального экипажа ВС в рамках учебного тренажерного комплекса может голосовой ассистент.

Интеллектуальные голосовые помощники (или голосовые ассистенты) – это веб-сервисы, которые объединяют технологию распознавания речи и текста и поиска информации по ключевым словам. Голосовые помощники умеют распознавать речь, определять значение сказанного и синтезировать голос для ответа.

Голосовой ассистент содержит модули распознавания речи, обработки полученных запросов, воспроизведения ответа с использованием технологии синтеза речи (Text-to-speech, TTS). Взаимодействие голосового ассистента с другими программами и программными компонентами осуществляется посредством API [8].

API (программный интерфейс приложения, интерфейс прикладного программирования) (англ. application programming interface) — описание способов (набор классов, процедур, функций, структур или констант), которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой [9].

Распознавание речи — автоматический процесс преобразования речевого сигнала в цифровую информацию (например, текстовые данные). Обратной задачей является синтез речи. [10]

Синтез речи — формирование речевого сигнала на основе печатного текста. Синтезатор речи — структура, способная переводить текст/образы в речь, в программном обеспечении и/или аппаратных средствах. Голосовой (речевой) движок — непосредственно система/ядро преобразования текста/команд в речь. [11]

Принцип работы голосовых помощников:

1. Пассивное считывание звука, при помощи активации функции со встроенным кодовым словом;

2. Фильтрация сигнала - этап устранения шума и помех, возникающих при записи голосового запроса;

3. Оцифровка звука – происходит преобразование звукового сигнала в цифровой вид, понятный компьютеру;

4. Анализ сигнала – выделяются участки с речью, происходит оценивание параметров, таких, как часть речи, форма слова, связь в один запрос;

5. Поиск шаблонных данных - программа собирает разные произношения слова, сравнивает с шаблонами и выдаёт результат [12].

В рамках поставленной задачи по совершенствованию концептуальной модели диспетчера УВД голосовой ассистент может выполнять следующие функции виртуального экипажа ВС:

- самостоятельная передача запросов и информационных сообщений (например, при прохождении виртуальным ВС рубежа передачи сектора ОВД);
- распознавание инструкций, выданных обучающимся;
- передача «квитанции» (повторение инструкции, полученной от обучающегося) и др.

Пример реализации обучающей прикладной программы с использованием функции синтеза речи голосового ассистента представлен на рис. 1.

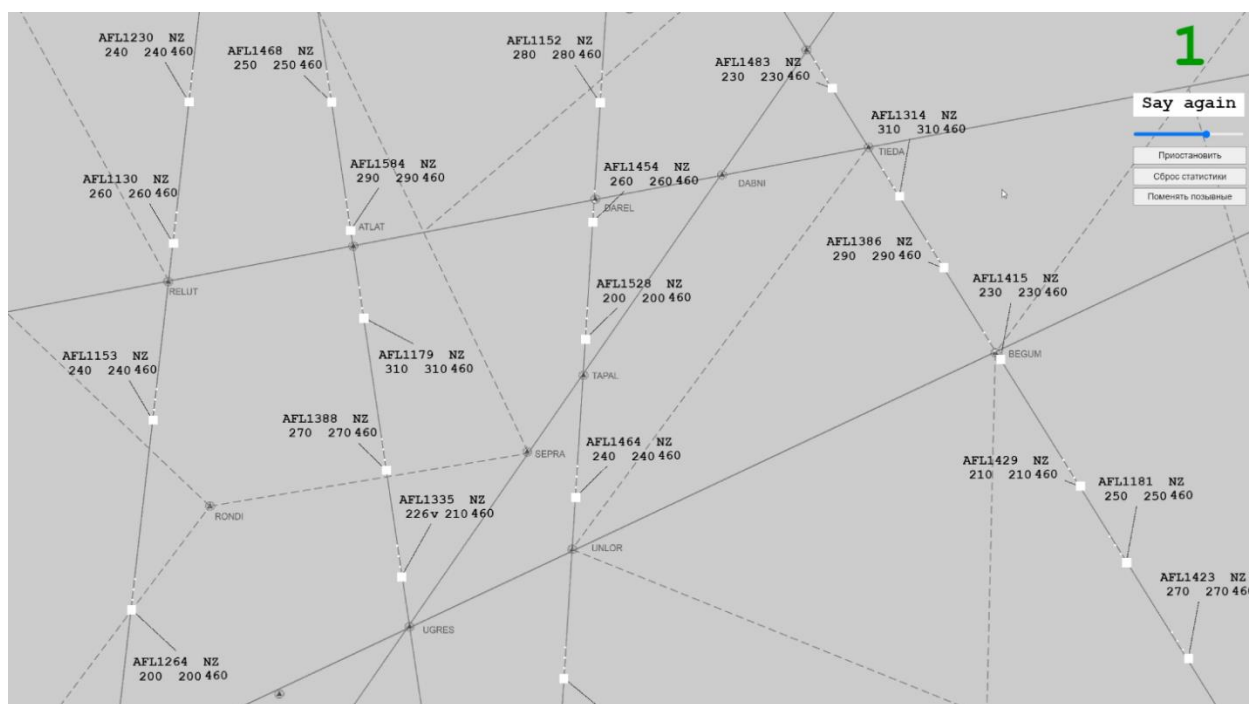


Рисунок 1 – Прикладная обучающая программа с использованием синтеза речи «Опознавание воздушных судов»

Программа реализована на языке разметки HTML5, языке программирования JavaScript и языке CSS. Функцию синтеза речи в данной программе выполняет облачный сервис искусственного интеллекта Google «Text-to-speech». Взаимодействие с данным сервисом осуществляется посредством вышеописанного программного интерфейса API [13]. Сервис предоставляет возможность использовать несколько различных мужских и женских голосов на английском языке, изменять тон и скорость речи.

Данная прикладная программа имитирует бесконфликтную воздушную обстановку. На индикаторе воздушной обстановки отображается движение 20-24 самолётов с похожими позывными. Виртуальный экипаж одного из ВС, выбранный программой случайным образом, с помощью технологии синтеза речи на английском языке запрашивает изменение эшелона (снижение или набор высоты). Задача обучающегося – правильно опознать вызывающее ВС, установить требуемый эшелон в формуляре сопровождения соответствующего ВС (рис. 2) и передать команду по изменению эшелона. В зависимости от корректности переданной информации, виртуальный экипаж может подтвердить выданную инструкцию, либо повторно запросить смену эшелона, повторив информацию, некорректно распознанную обучающимся.

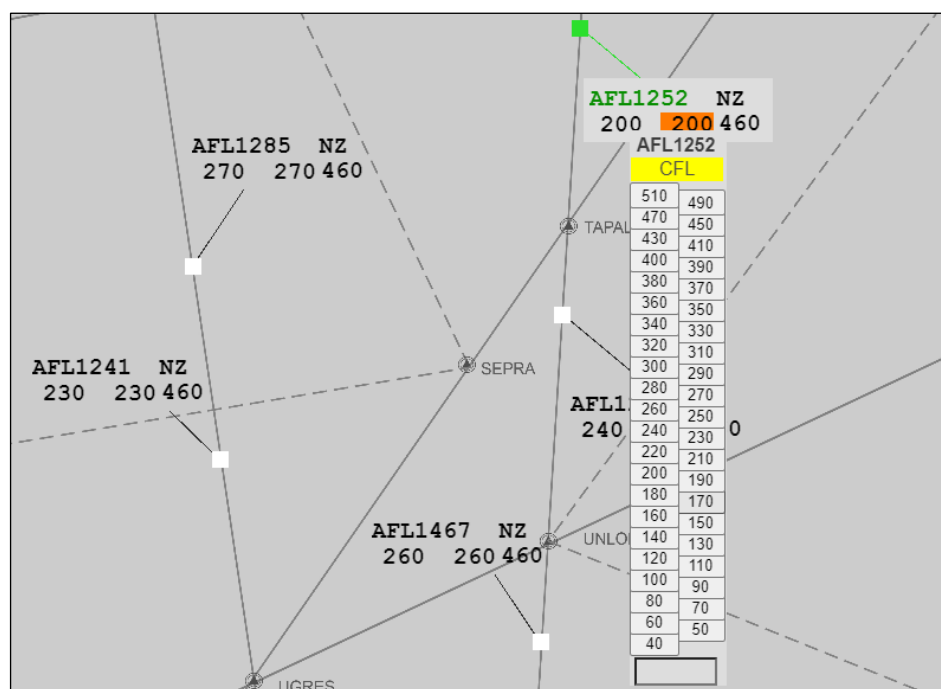


Рисунок 2 – Пример интерфейса прикладной программы «Опознавание воздушных судов»

Видеозапись с примером работы данной прикладной программы доступна по следующему URL: <https://bit.ly/3mWIhJU>.

Модель виртуального тренажерного комплекса с использованием голосового ассистента

Структура модели виртуального тренажерного комплекса с использованием голосового ассистента представлена на рис. 3.

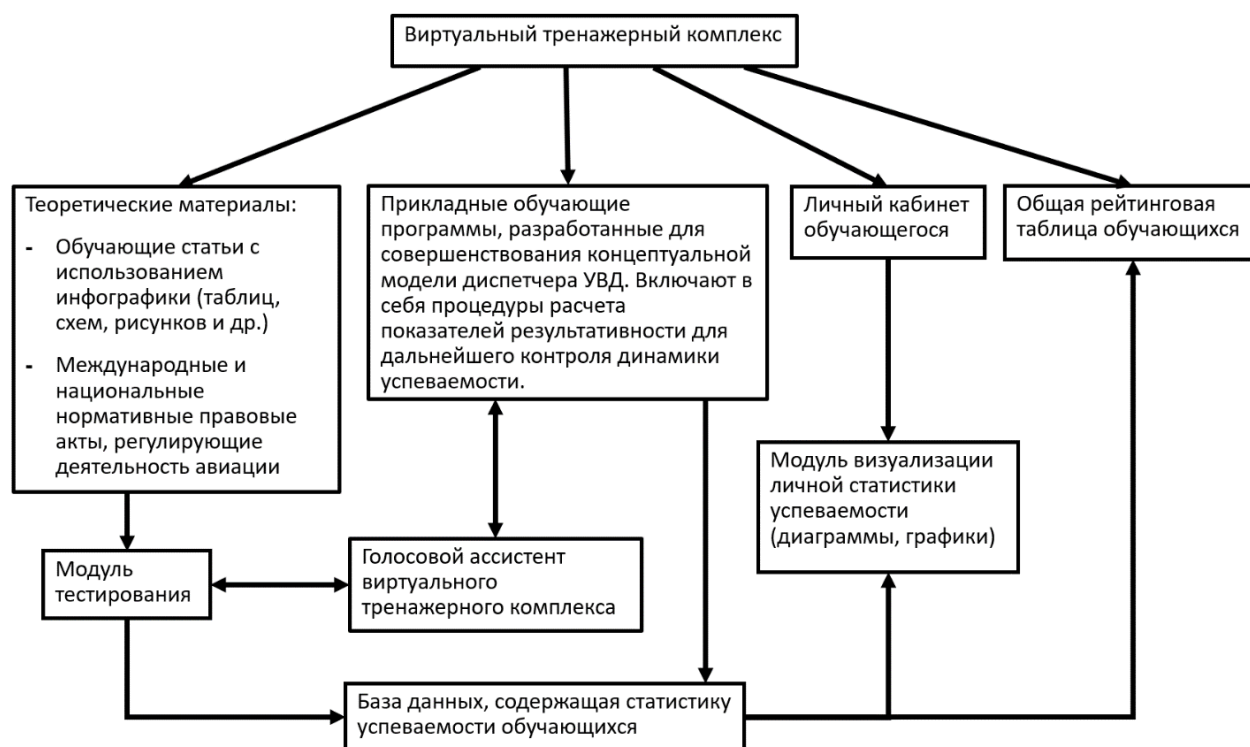


Рисунок 3 – Модель виртуального тренажерного комплекса с использованием функций голосового ассистента

Теоретические материалы включают в себя обучающие статьи с использованием инфографики (таблиц, схем, рисунков и др. элементов).

Программы имитируют различные конфигурации воздушной обстановки, способствуют формированию и совершенствованию профессиональных умений и навыков диспетчера УВД.

Прикладные программы и модуль тестирования обучающихся по полученным теоретическим знаниям взаимодействуют с разработанным голосовым ассистентом при помощи API.

Прикладные программы рассчитывают показатели результативности обучающегося и их загружают в базу данных виртуального тренажерного комплекса. Аналогично происходит с результатами тестирования – модуль тестирования загружает информацию в соответствующую базу данных.

Личный кабинет содержит отображение динамики успеваемости обучающегося. Статистика успеваемости визуализируется с помощью соответствующего модуля и отображается в виде графиков.

Публичная рейтинговая таблица обучающихся создаст конкурентную среду, и, как следствие, может способствовать повышению мотивации к использованию данного виртуального тренажерного комплекса. Списки обучающихся для рейтинговой таблицы могут быть сформированы как общие (глобальная таблица, содержащая статистику успеваемости всех пользователей тренажерного комплекса), либо по определенным критериям (например, применительно к университету – по курсам, учебным группам и др.). Информация об успеваемости обучающихся загружается из общей базы данных в рейтинговую таблицу и в модуль визуализации личной статистики.

Заключение

В данной работе рассмотрено влияние уровня развития концептуальной модели диспетчера УВД на безопасность полетов. Отмечается, что фрагментарность указанной концептуальной модели определена как дополнительный стрессор диспетчера УВД и, следовательно, как угроза безопасности полетов.

Определены возможности использования голосового ассистента как инструмента совершенствования концептуальной модели диспетчера УВД. Голосовой ассистент может выполнять функции виртуального экипажа ВС в рамках виртуального тренажерного комплекса для достижения поставленных образовательных целей.

С целью совершенствования концептуальной модели диспетчера, разработана модель виртуального тренажерного комплекса с использованием голосового ассистента.

Данная модель позволит повысить качество обучения диспетчеров УВД, сформировать у обучающихся специализированные умения и навыки, необходимые для эффективного, безопасного и экономичного обслуживания воздушного движения. Разработанная модель является дополнительным средством подготовки к производственным практикам и будущей трудовой деятельности для абитуриентов и студентов профильных учебных заведений. Указанный виртуальный тренажерный комплекс может использоваться как дополнение к тренажерному центру учебного заведения, либо служить его заменой в условиях действия ограничений физического доступа к указанному тренажерному центру: в частности, в условиях карантинных мер, вводимых в связи с пандемией COVID-19.

Список использованных источников

1. Большой психологический словарь. — М.: Прайм-ЕВРОЗНАК. Под ред. Б.Г. Мещерякова, акад. В.П. Зинченко, 2003.
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 14 июля 2015 г. N 216 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к юридическим лицам, осуществляющим аэронавигационное обслуживание полетов воздушных судов пользователей воздушного пространства Российской Федерации. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие юридических лиц указанным требованиям" URL: <http://base.garant.ru/71179338/> (дата обращения: 18.04.2021).
3. Паспорт Федерального проекта «Искусственный Интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» / Приложение №3 к протоколу Президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27 августа 2020 г. №17. URL: https://www.tadviser.ru/images/5/5b/2_5373326957167511384.pdf (дата обращения: 18.04.2021)
4. Словарь практического психолога. — М.: АСТ, Харвест. С. Ю. Головин. 1998.
5. Авиационная психология для авиадиспетчеров: учеб. пособие / сост. Д.А. Евстигнеев, В.А. Карнаухов. — Ульяновск: УВАУ ГА, 2005. — 137 с.
6. Welford A.T. On the human demands of automation: Mental work conceptual model, satisfaction and training. (англ.) // Industrial and business psychology. — 1961. — Vol. 5. — P. 182–193.
7. Первые шаги виртуального авиадиспетчера, [Электронный ресурс] // IVAO Russian Federation and Kazakhstan – Электрон. дан. URL: <https://xr.ivaو.aero/atc/firststeps> (дата обращения: 18.04.2021).
8. Виртуальный ассистент [Электронный ресурс] // Википедия : свободная энцикл. — Электрон. дан. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальный_ассистент (дата обращения: 18.04.2021).
9. API [Электронный ресурс] // Википедия : свободная энцикл. — Электрон. дан. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/API> (дата обращения: 18.04.2021).

10. Распознавание речи [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энцикл. – Электрон. дан. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Распознавание_речи (дата обращения: 18.04.2021).
11. Синтез речи [Электронный ресурс] // Википедия : свободная энцикл. – Электрон. дан. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Синтез_речи (дата обращения: 18.04.2021).
12. Поначугин А.В., Пичужкина Д.Ю., Смекалова Е. С. Голосовой помощник как технология обработки данных // Наука без границ. 2020. №6 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/golosovoy-pomoschnik-kak-tehnologiya-obrabotki-dannyh> (дата обращения: 18.04.2021).
13. Text-to-Speech [Электронный ресурс] // Google Cloud, AI technologies – Электрон. дан. – URL: <https://cloud.google.com/text-to-speech> (дата обращения: 18.04.2021).