

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ИРКУТСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**СБОРНИК ТРУДОВ**

**XII Международной научно-практической конференции,  
посвященной празднованию 100-летия  
отечественной гражданской авиации**

**12-13 октября 2023 г.**

**Том 2**

**Иркутск  
2023**

**ББК 39.5**  
**УДК 629.7**  
**А 437**

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Ответственный редактор –	Горбачев О. А., директор Иркутского филиала МГТУ ГА, д-р техн. наук, профессор
Редактор –	Какаулина С. Т.
Члены редколлегии –	Лежанкин Б. В., заведующий кафедрой АРЭО, канд. техн. наук, доцент Котлов Ю. В., заведующий кафедрой АЭС и ПНК, канд. техн. наук, доцент Сафарбаков А. М., заведующий кафедрой ЛА и АД, канд. техн. наук, доцент Шаблов А. В., заместитель директора Иркутского филиала МГТУ ГА по УМР, канд. пед. наук Волосов Е. Н., декан факультета СТ, д-р истор. наук, доцент Портнова Т. Ю., заведующий кафедрой ГСПД, канд. филолог. наук, доцент Иванова Л. А., заместитель директора по НР, канд. пед. наук, доцент

А 437 Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия отечественной гражданской авиации. Том 2. 12-13 октября 2023 г. – Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2023. – 352 с.

ISBN 978-5-6047924-7-6

В сборнике представлены материалы XII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации», посвященной празднованию 100-летия отечественной гражданской авиации.

В данном издании освещены вопросы, касающиеся проблем организации и управления воздушными судами и движением, контроля качества и повышения надежности радиоэлектронного оборудования и авионики, проектирования и испытания узлов и механизмов летательных аппаратов, развития беспилотных авиационных систем, подготовки авиационных кадров.

Сборник предназначен для специалистов, занимающихся проблемами разработки и эксплуатации авиационных систем, радиосвязи и радионавигации, летательных аппаратов и авиационных двигателей, преподавателей технических вузов, а также для широкого круга лиц, интересующихся современными проблемами гражданской авиации.

*Сборник издается в авторской редакции.*

ISBN 978-5-6047924-7-6

© Иркутский филиал МГТУ ГА, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОЛОКАЦИИ, РАДИОНАВИГАЦИИ И МЕТОДЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ» «СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ»

**Арефьев Р. О., Карелин В. Е.**

Программный комплекс определения координат потребителя по спутниковым системам навигации на основе SDR технологий.....7

**Батенков К. А.**

Анализ соответствия долговременным нормам сетевого тракта при измерении асинхронным методом ..... 19

**Винников А. Ю., Плясовских А. П., Топилин В. Ю.**

Автоматизация оценки опасности конфликтной ситуации при расследовании авиационных событий.....25

**Воробьев С. А., Лежанкин Б. В., Туринцев С. В.**

Взаимное влияние вторичных радиолокаторов на эффективность организации воздушного движения.....34

**Галаева К. И.**

Метод оценки ветровых характеристик в метеорологическом радиолокационном комплексе.....44

**Ерохин В. В., Лежанкин Б. В., Чурбаков В. П.**

Модель канала вторичной радиолокации на основе дискретно-адресного режима.....50

**Куликов Г. В., Данг Суан Ханг**

Оптимизация форматов сигналов для перспективной системы широкополосного доступа гражданской авиации .....62

**Межетов М. А., Карелин В. Е.**

Модуль сопряжения платформы SDR с программным комплексом LabVIEW .....67

**Межетов М. А., Тихова А. И., Вахрушева У. С.**

Применение синтетического спектра в формирователе LORA модуляции беспилотных авиационных систем .....73

**Межетов М. А., Шалаев А. А.**

Алгоритм обнаружения внеполосных излучений для задач мониторинга частотного ресурса в системах когнитивного радио.....80

**Плясовских А. П., Давиденко В. Ю., Копосов А. В.**

Подтверждение достоверности сообщений АЗН-В с использованием информации о времени передачи сообщения .....86

<b>Сайдумаров И. М., Бойманов И. Ж.</b> Повышение эффективности пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома в условиях сезонного роста потока воздушных судов .....	96
<b>Силаков К. А., Викулов К. В., Денисенко П. Е.</b> Радиофотонные методы определения доплеровского смещения частоты и угла прихода для обнаружения воздушных объектов .....	102
<b>Сирбо В. А., Яковлева Д. А., Яманов Д. Н.</b> Квадратичное детектирование двух независимых сообщений, передаваемых на одной частоте одновременной модуляцией двух поляризационных параметров .....	110
<b>Стукалов С. Б., Костенков В. А.</b> Оптико-электронное позиционирование для систем посадки вертолетного типа .....	120
<b>Туринцев С. В., Туринцева М. С., Чигвинцев А. А.</b> Особенности формирования сигналов спутниковой системы навигации ГЛОНАСС при переходе от частотного разделения сигналов к кодовому .....	126
<b>СЕКЦИЯ «ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ НА ТРАНСПОРТЕ. ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА»</b>	
<b>Аблялимов О. С.</b> К оценке энергетических результатов поездок по данным скоростемерной ленты.....	132
<b>Кузьмина Л. В., Сычева Е. Г.</b> Авиационный лизинг в России: анализ состояния и перспективы развития .....	138
<b>Латышев О. Ю., Латышева П. А., Радаэлли М., Луизетто М., Лофрано М.</b> Создание крупнейшего аэропорта мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум» по программе «Дубай-2040».....	144
<b>Латышев О. Ю., Латышева П. А., Радаэлли М., Луизетто М.</b> Организация обслуживания пассажиров в крупнейшем аэропорте мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум» по программе «Дубай-2040».....	153
<b>Латышев О. Ю., Латышева П. А., Альмухтар Насир Джавад Хамад, Машори Гулам Расул</b> Технические и технологические аспекты функционирования крупнейшего аэропорта мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум» по программе «Дубай-2040» .....	161

<b>Латышев О. Ю., Латышева П. А., Копполино Массимо, Чипелли Риккардо Бенци</b> «Аэромеджлис» как путь поддержки высокой конкурентоспособности крупнейшего аэропорта мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум» по программе «Дубай-2040» .....	170
<b>Латышев О. Ю., Латышева П. А., Гарро Джулио, Фархан Ахмад Хан</b> Работы по постройке и эксплуатации крупнейшего аэропорта мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум» по программе «Дубай-2040» .....	179
<b>Максимов В. В.</b> Способ привлечения новых клиентов к услугам транспортных компаний.....	188
<b>Максимова И. А.</b> Исследование актуальных проблем профессионального образования. Интересы работодателей.....	194
<b>Кузьмина Л. В., Меринская Е. Е.</b> Экономическая оценка применения беспилотных воздушных судов при мониторинге лесных пожаров .....	200
<b>Родионов М. А., Диланян А. А.</b> Актуализация процессов авиатранспортного риск-менеджмента .....	205
<b>Степаненко А. С., Щегольков А. С.</b> Нейронные сети как инструмент прогнозирования в гражданской авиации.....	211
<b>Сушко О. П.</b> Тарифная политика и разработка тарифов авиакомпании .....	220
<b>Чумакина А. Е., Черткова Е. Е., Черняева Т. Н.</b> Влияние времени доставки груза на выбор маршрута перевозки .....	229
<b>СЕКЦИЯ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСПОРТНОМ ВУЗЕ»</b>	
<b>Алексеева А. Д., Никифорова Л. Х.</b> Инновационные методы обучения в системе высшего образования .....	233
<b>Бакурова Н. С.</b> Некоторые аспекты реализации интерактивной модели профориентационной работы в Иркутском филиале МГТУ ГА .....	243
<b>Боброва А. И., Степаненко Е. В.</b> Профессиональное самоопределение обучающихся в сфере гражданской авиации.....	251

<b>Иванова Л. А.</b> Научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации» (15-летний опыт): как много достигнуто, как много впереди!.....	256
<b>Иванская Н. Н., Селезнев А. В., Куклев В. А.</b> Разработка компонентов ОПОП по профилю 25.04.03_01 Управление поиском и спасанием.....	275
<b>Кудашева Л. А., Аракчаа А. Р., Черняева Т. Н.</b> Математический алгоритм закрепления железнодорожного подвижного состава.....	280
<b>Куклев В. А., Качкаев Г. Е., Дорофеев Е. С.</b> Развитие лабораторной базы по изучению защиты от шума как вредного производственного фактора.....	289
<b>Мейер О. С., Федотова Е. Л.</b> Диагностика уровня сформированности ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности у студентов технического вуза на констатирующем этапе эксперимента.....	296
<b>Пенно А. Ф., Беловодский Ю. П.</b> Опыт создания и внедрения виртуальных лабораторных работ в процесс изучения авиационной техники.....	303
<b>Рубцов Е. А., Кудряков С. А., Муксимова Р. Р.</b> Методы подготовки специалистов по электронным средствам обеспечения безопасности воздушного движения (ATSEP).....	313
<b>Стадников С. Б., Подлиняев О. Л.</b> Активизация познавательных процессов студентов в учебной деятельности методами асинхронной гимнастики.....	324
<b>Степанова Е. Б.</b> Эффекты сверхкратких курсов психотерапии в различных модальностях при аффективных расстройствах .....	329
<b>Шамсиев З. З., Шамсиев Р. З.</b> Развитие образовательного процесса в авиационно-космическом секторе Узбекистана.....	332
<b>Захаров Г. В.</b> О разработке контрольно-оценочных средств по ПМ.03 «Участие в конструкторско-технологической работе».....	338
<b>Русанов А. А., Москаленко Н. И.</b> Система контроля как средство подготовки высококвалифицированных специалистов в колледже (из опыта работы).....	343

**СЕКЦИЯ**  
**«СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОЛОКАЦИИ,**  
**РАДИОНАВИГАЦИИ И МЕТОДЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ»**  
**«СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ»**

---

*Председатель – Лежанкин Б. В., заведующий кафедрой АРЭО, канд. техн. наук, доцент*

**УДК 621.391:621.396**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ  
ПОТРЕБИТЕЛЯ ПО СПУТНИКОВЫМ СИСТЕМАМ НАВИГАЦИИ НА  
ОСНОВЕ SDR ТЕХНОЛОГИЙ**

Арефьев Р. О., канд. техн. наук  
Карелин В. Е.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В статье представлена структура программного комплекса определения координат потребителя по спутниковым системам навигации на основе SDR технологий. Программная обработка осуществлена на базе программного обеспечения GNSS-SDR. Представлены основные достоинства и недостатки GNSS-SDR, а также результаты тестирования программного комплекса полунатурным методом.

**Ключевые слова:** GPS, SDR, ГЛОНАСС, программно-определяемый приёмник, геометрический фактор, точность позиционирования, помехоустойчивость.

**SOFTWARE PACKAGE FOR DETERMINING COORDINATES OF THE  
CONSUMER WITH SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS BASED ON SDR  
TECHNOLOGIES.**

Arefyev R. O., Candidate of Technical Sciences  
Karelin V. E.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article presents the structure of the software package for determining coordinates of the consumer by satellite navigation systems based on SDR technologies. Software processing is carried out on the basis of GNSS-SDR software. The main advantages and disadvantages of GNSS-SDR are presented, as well as the results of testing the software package by the semi-natural method.

**Keywords:** GPS, SDR, GLONASS, software-defined radio, dilution of precision, positioning accuracy, noise immunity.

## **Введение**

Проблема интеграции беспилотных авиационных систем в общее воздушное пространство (ВП) решается поэтапно как на законодательном уровне, так и за счет современных технических средств. Так, в соответствии с рекомендациями ИКАО «допуск БВС (беспилотные воздушные системы) к использованию общего ВП должен осуществляться в соответствии с документами, регламентирующими организацию и его использование пилотируемой авиацией, и опираться на существующие и перспективные технологии в рамках блочной модернизации авиационной системы (ASBU – Aviation System Block Upgrades) и навигации, основанной на характеристиках PBN (Performance Based Navigation)» [3, 8]. При этом одним из ключевых типов навигационного оборудования в концепции PBN являются спутниковые системы навигации [4].

В состав навигационного оборудования БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) входят приемники спутниковой навигации для выдерживания заданной траектории по сигналам от навигационных спутников (НС) [5, 7]. Существенным недостатком использования спутниковых навигационных приемников является слабая помехоустойчивость. В случае влияния узкополосной помехи на ГНСС (глобальные навигационные спутниковые системы) приемник, БПЛА не сможет вернуться в точку вылета и переключится в ручной режим управления из-за больших погрешностей определения координат или его блокирования [1, 6]. В случае влияния «спуфинг» атаки (подмена навигационного созвездия) обычный спутниковый приемник БПЛА не прекратит свою работу выдавая сигналы в блок управления полетом, что приведет к смене траектории и угону БПЛА. Поэтому применение стандартных приемников спутниковой навигации может оказаться не эффективным.

Решением данных проблем является использование программно-определяемых (SDR – Software-defined radio) приёмников. Основным достоинством SDR приёмников является открытая структура алгоритмов обработки сигналов от ГНСС, что позволяет расширить функционал решаемых задач по сравнению со стандартными моделями приемников: в частности, возможности повышения помехоустойчивости приемников, а также повышения точности определения координат. Поэтому разработка программного комплекса (ПК) определения координат потребителя по спутниковым системам навигации на основе SDR технологий является актуальной задачей. В работе представлена структура программного комплекса и его тестирование с помощью полунатурного моделирования.

ПК основан на программном обеспечении (ПО) GNSS-SDR и собственном вторичном приложении. GNSS-SDR используется для передискретизации сигнала, поступающего с SDR платформы, обнаружения и захвата сигналов навигационных спутников, слежения за их параметрами, демодуляции с целью получения навигационных сообщений, решения навигационной задачи и получения результатов. Это ПО является единственным на сегодняшний день, которое активно развивается, имеет достаточно современный подход к разработке и широкий спектр функционала.



GNSS-SDR позволяет абстрагироваться от реализации низкоуровневых решений по приёму и обработке сигналов в пользу приоритета в сторону решения более важных задач, относящихся к предметной области радионавигации. Вторичное приложение направлено на расширение функционала GNSS-SDR, открытия новых возможностей для проведения исследований, а также в целом для улучшения пользовательского опыта работы с GNSS-SDR [11].

В перечень достоинств GNSS-SDR входят:

- Возможность обрабатывать сигналы ГНСС (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo) как в режиме реального времени, получаемые с SDR платформы, так и из записанного файла с дискретными значениями квадратурных составляющих I/Q;
- Гибкость блочной структуры обработки данных, получаемая путём использования конфигурационных файлов для решения навигационной задачи;
- Возможность за счёт механизма мониторинга и транспортного протокола передачи данных UDP отслеживать 25 внутренних параметров, которые дают информацию о работе каждого канала программного приёмника;
- Генерация выходных данных обработки сигналов в стандартных форматах (NMEA, RAW, KML, GPX, GeoJSON и др.);
- Открытый исходный код, распространяемый под лицензией GPL v3, что позволяет в целях исследований изменять и расширять функционал ПО под свои задачи без ограничений со стороны правообладателей и авторов;
- Возможность увеличения скорости обработки данных за счёт параллельных вычислений как на ЦП, так и на ГП от компании Nvidia (данный функционал находится в экспериментальной стадии);
- Совместимость со всеми SDR платформами, которые поддерживаются программным инструментарием GNU Radio;
- Совместимость ПО с ОС на базе ядра Linux с разными процессорными архитектурами, включая как x86, так и ARM, что позволяет эксплуатировать ПО с использованием компактных энергоэффективных микрокомпьютеров с целью исследования работы данного ПО для решения навигационной задачи на БПЛА.

Однако GNSS-SDR также обладает и недостатками, в число которых входят:

- Язык программирования C++ помимо высокой скорости обработки данных предоставляет и сложности в доработке ПО, которые при малом опыте программирования и незнакомстве с циклом разработки данного ПО несут в себе риск получения утечек памяти, ошибок сегментации, а также ошибок, связанных с побитовыми операциями и обработкой исключений, которые могут быть выброшены в ходе работы программы;
- ПО предоставляет возможность работать только с текстовым представлением конфигураций и результатов решения навигационной задачи в терминале и файлах. Представление конфигураций и результатов решения навигационной задачи с использованием графического пользовательского интерфейса отсутствует;

– Активная стадия разработки. Данный ПК не является финальным решением, а значит имеет функциональные ошибки, которые не всегда возможно оперативно обнаружить и исправить даже при содействии пользователей.

## 1. Структура ПК

ПК представляет собой клиент-приложение GNSS-SDR-GUI, написанное на языке программирования Python, которое предоставляет графический пользовательский интерфейс, позволяющий:

- Визуально оценить помеховую обстановку в заданной полосе частот с учётом частоты дискретизации и усиления;
- Сформировать конфигурацию для запуска GNSS-SDR и запустить GNSS-SDR для получения выходных данных;
- В режиме реального времени визуализировать выходные данные, получаемые из GNSS-SDR после формирования конфигурации и запуска ПО.

Структура ПК приведена на рисунке 1.

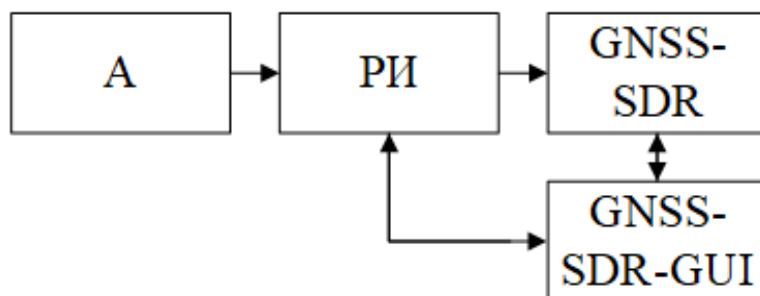


Рисунок 1 – Структура ПК

Лицевая панель окна экспериментальной версии приложения GNSS-SDR-GUI представлена на рисунке 2.

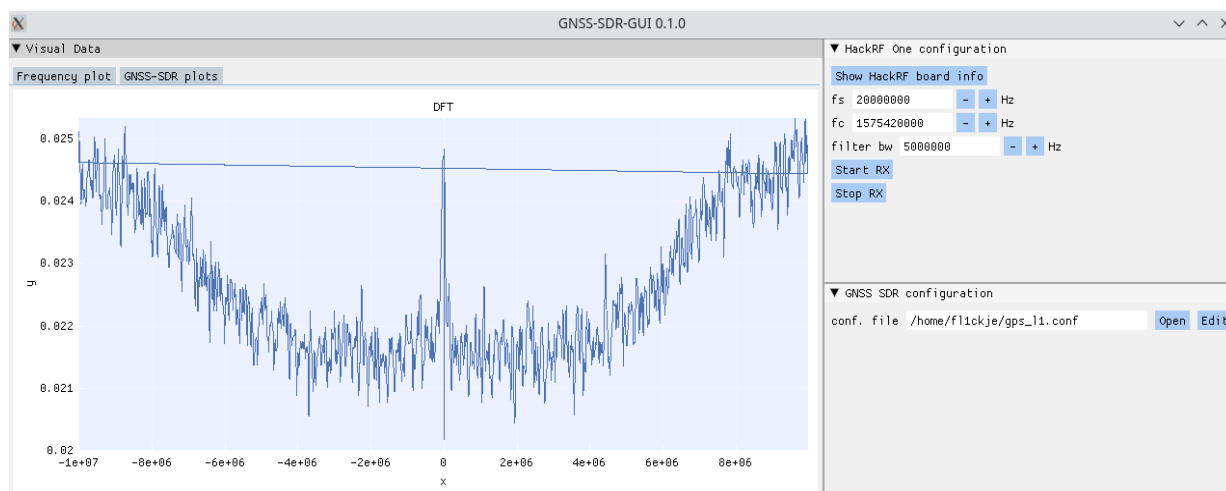


Рисунок 2 – Лицевая панель GNSS-SDR-GUI

Лицевая панель состоит из субпанелей:

- «Visual Data» – содержит графические представления частотной области принимаемого сигнала и выходных данных с GNSS-SDR;
- «HackRF One configuration» – содержит элементы управления для проверки подключения SDR платформы и настройки параметров радиочастотного интерфейса при приёме сигнала (частоты дискретизации, частоты несущего колебания, ширины полосы и т.д.);
- «GNSS-SDR configuration» – содержит элементы управления для указания пути к файлу конфигурации и изменения параметров в самом файле.

Основная часть функциональной составляющей GNSS-SDR реализована с помощью подхода, именуемого как «программирование потоков данных» (Dataflow programming). Такой подход позволяет представить программный приёмник ГНСС как потоковый граф, в котором линии – поток данных, а узлы – это блоки обработки сигналов. Структура потокового графа GNSS-SDR для решения навигационных задач в связке с SDR-платформой представлена на рисунке 3.

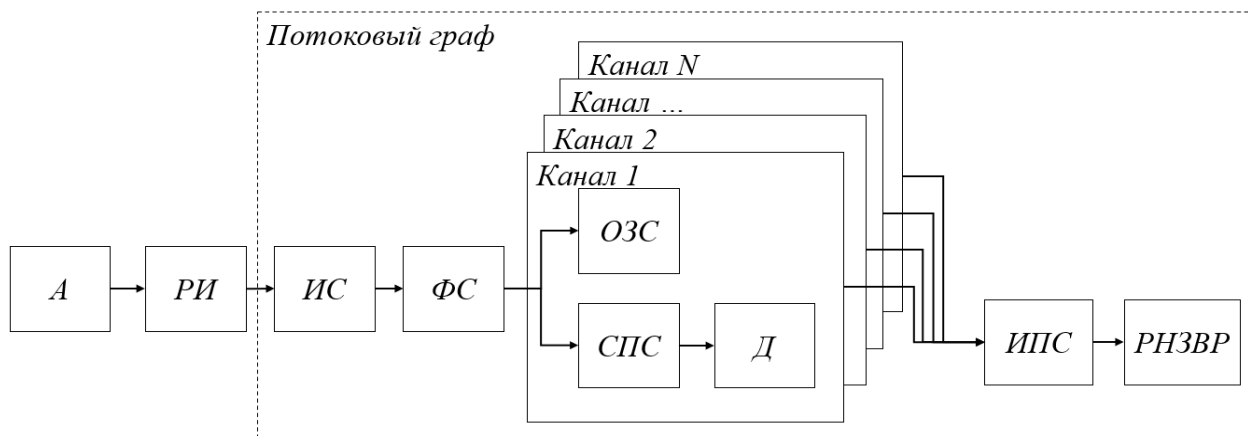


Рисунок 3 – Структура потокового графа для решения навигационных задач в связке с SDR-платформой, где: А – антенна; РИ – радиочастотный интерфейс; ИС – источник сигнала; ФС – формирователь сигнала; N – количество каналов обработки для одного источника данных; ОЗС – обнаружение и захват сигнала; СПС – слежение за параметрами сигнала; Д – демодулятор; ИПС – измеритель параметров сигнала; РНЗВР – решение навигационной задачи и вывод результата

Структура включает в себя антенну, радиочастотный интерфейс (т.е. сам SDR-приёмник), а также блоки источника сигнала, формирователя сигнала, обнаружения и захвата сигнала, слежения за параметрами сигнала, демодулятор, измеритель параметров сигнала и блок решения навигационной задачи с выводом результата.

В данной структуре антенна представляет собой активную GPS/ГЛОНАСС антенну с малозумящим усилителем, которая должна быть запитана либо внешним источником питания, либо SDR платформой с учётом требуемых номиналов питания и характеристики антенны.

Блок ИС реализует аппаратный драйвер, т.е. ту часть кода, которая взаимодействует с радиочастотным интерфейсом и принимает выборки сигнала, поступающие с АЦП. Эта связь осуществляется по шине USB. В конфигурационном файле устанавливаются входные параметры блока ИС, такие как частота несущего колебания конкретной спутниковой навигационной системы, частота дискретизации в диапазоне от 2 до 20 МГц, тип данных и др.

На следующем этапе отчёты сигнала поступают в блок ФС, который предназначен для «преобразования входных данных к требуемому формату для дальнейшей фильтрации от шумов и помех» [2].

Затем отчёты поступают в параллельные каналы. Параллельный канал – это совокупность, содержащая блоки ОЗС, СПС и демодуляции навигационного сообщения для одного спутника. Канал работает параллельно с остальными каналами своего множества для остальных спутников. Общее количество каналов задаётся разработчиком, а используемое зависит от количества захваченных спутников. При необходимости, каналы могут быть заполнены различными алгоритмами, адресованными любому подходящему сигналу ГНСС.

Блок ОЗС «по грубым оценкам фазы кода и доплеровского сдвига позволяет обнаружить наличие/отсутствие сигнала от навигационного спутника. Для этого входной оцифрованный сигнал подвергается операции циклической свертки с копией этого сигнала» [2].

Блок СПС «обеспечивает слежение за задержкой кода сигнала, доплеровским сдвигом и фазой несущего колебания. Петля слежения в нём реализована на основе вычисления функции корреляции» [2].

Блок демодулятора предназначен для выделения навигационных сообщений из принятого сигнала. Для правильной работы комплекса при работе по конкретной спутниковой системе необходимо выбрать соответствующий демодулятор в структуре конфигурационного файла.

После всех вычислений в параллельных каналах блок ИПС осуществляет измерения основных параметров (псевдодальности, доплеровского сдвига, фазы несущей). Блок ИПС является общим для работы спутниковых систем.

Координаты потребителя и другие навигационные параметры формируются на выходе блока РНЗВР в форматах различных протоколов.

## **2. Получение выходных данных с ПО**

Выходные данные можно получать с блока РНЗВР и с механизма мониторинга. РНЗВР выдаёт результаты решения навигационной задачи, которые включают в себя дату и время, координаты (широта, долгота, высота), а также направление (по сторонам света) и скорость движения.

Блок РНЗВР позволяет оформлять результат в следующих форматах:

– KML, GeoJSON, GPX – используются для географических информационных систем и картографического представления. Файлы в данных форматах генерируются по умолчанию после первого определения местоположения;

– RINEX – используется для приложений постобработки. Используемая версия формата – 3.02;

– NMEA-0183 – используется для интеграции с датчиками. Сообщения NMEA могут быть перенаправлены на последовательный порт;

– RTCM-104 – используется для обработки результатов в режиме реального времени. При использовании вывода сообщений RTCM запускается TCP/IP сервер, на который и передаются сообщения. Эти сообщения могут получать приложения-клиенты, подключенные к данному серверу;

– В дополнение к стандартным форматам вывода, блок РНЗВР предлагает пользовательский механизм для потоковой передачи своих внутренних элементов данных локальным или удаленным клиентам по протоколу UDP через порт мониторинга, который можно включить в файле конфигурации. Эта функция очень полезна для мониторинга блока РНЗВР и его выходных данных в режиме реального времени. По умолчанию данные передаются потоком на адрес локального хоста через порт 1234. Данные преобразуются из объектов в потоковое представление в заданном формате. Это позволяет другим приложениям считывать эти сообщения.

Элементы потоковых данных включают в себя:

- Время недели текущего символа [мс];
- Точное время по GPS;
- Смещение пользовательских часов, в [с];
- Геоцентрические координаты (x, y, z компоненты) [м];
- Составляющие скорости выраженные в [м/с];
- Дисперсия позиции по компоненте X;
- Дисперсия позиции по компоненте Y;
- Дисперсия позиции по компоненте Z;
- Ковариация позиции в плоскости XY;
- Ковариация позиции в плоскости YZ;
- Ковариация позиции в плоскости ZX;
- Широта [градусы]. Положительная область значений: Север;
- Долгота [градусы]. Положительная область значений: Восток;
- Высота [м];
- Количество действующих спутников;
- Коэффициент разрешения неоднозначности для валидации;
- Порог коэффициента разрешения неоднозначности для проверки;
- Геометрическое снижение точности (GDOP);
- Позиционное (3D) снижение точности (PDOP);
- Горизонтальное снижение точности (HDOP);
- Вертикальное снижение точности (VDOP);

### **3. Тестирование ПК полунатурным методом**

Для тестирования ПК с целью исследования точностных характеристик приёмника была проведена серия из 2 экспериментов с использованием сигналов НС ГЛОНАСС и GPS. Схема проведения тестирования полунатурным методом представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схемное представление полунатурного тестирования

Выходными данными с приемника являлся протокол в формате NMEA. Далее протокол преобразовывался в столбцы с координатами, значениями геометрических факторов и количества навигационных спутников, для проведения статистической обработки и построения графиков.

Каждый эксперимент проводился ~1 час. Отсчёты записывались с интервалом в 1 секунду.

Рассмотрим результаты, полученные при работе приёмника с НС ГЛОНАСС. Диаграммы и графики распределения ошибки по долготе/широте, ошибки по широте, долготе, высоте/отсчёты и HDOP, DOP/отсчёты показаны на рисунках 5, 6 и 7 соответственно.

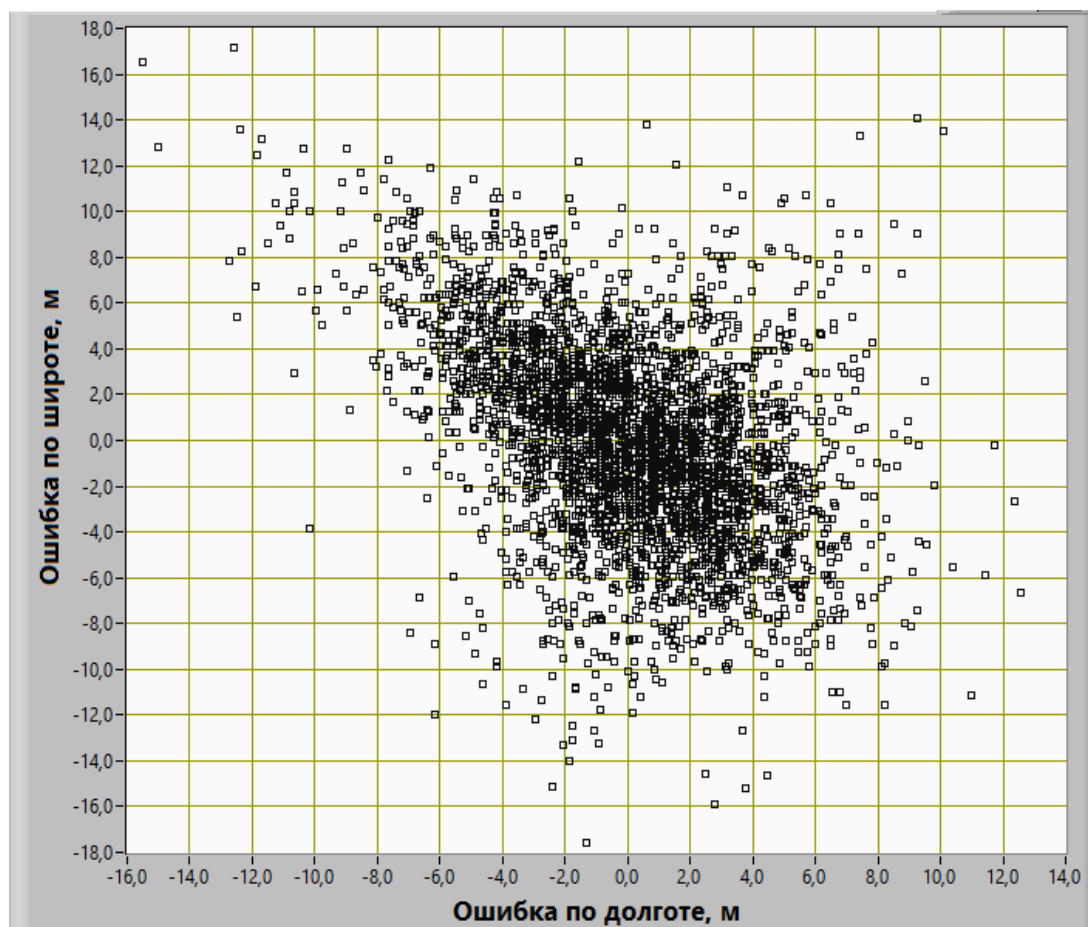


Рисунок 5 – Диаграмма распределения ошибок по долготе к ошибкам по широте

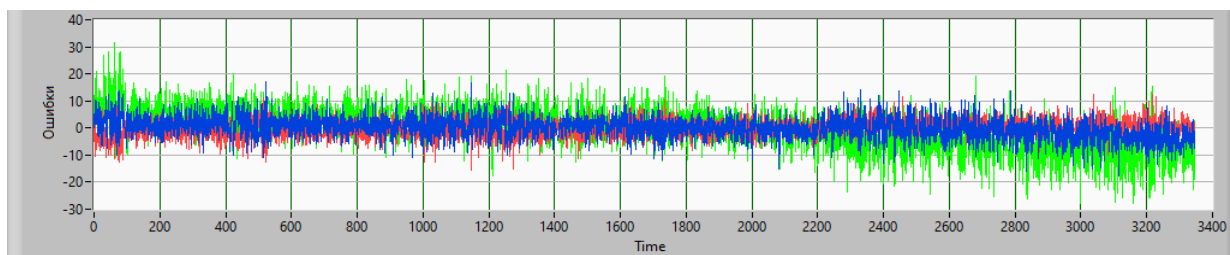


Рисунок 6 – График ошибок по широте, долготе и высоте в зависимости от номера отсчёта. Синяя зависимость – ошибка по широте, красная – по долготе, зелёная – по высоте

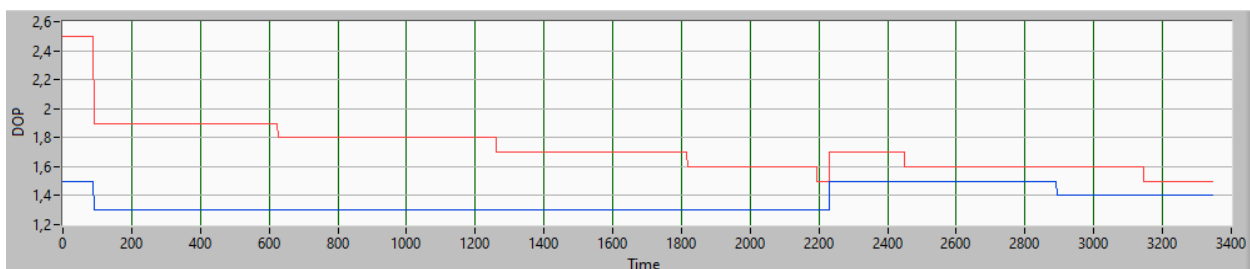


Рисунок 7 – График ГФ DOP, HDOP в зависимости от номера отсчёта. Синяя зависимость – HDOP, красная – DOP

Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты 1-часового эксперимента для сигналов от НС ГЛОНАСС

$\sigma_B$	4,41
$\sigma_L$	3,48
$\sigma_H$	8,02
Средний HDOP	1,31
Средний DOP	1,77
Ср. кол-во НС	5,5

Согласно всем результатам,  $HDOP < DOP$ . С течением времени от момента захвата спутников (спустя ~5 минут) наблюдается изменение ошибки по высоте в отрицательном направлении. Данный характер изменения зависимости может быть обоснован недоработкой программной реализации GNSS-SDR. Помимо этого, предполагается неработоспособность фильтра Калмана для режима приёма сигналов от НС ГЛОНАСС, что наблюдается по значительному разбросу ошибок в диаграмме ошибок по широте и долготе.

Рассмотрим результаты, полученные при работе приёмника с НС GPS. Диаграммы и графики распределения ошибки по долготе/широте, ошибки по широте, долготе, высоте/отсчёты и HDOP, DOP/отсчёты показаны на рисунках 8, 9, 10 и 11 соответственно.

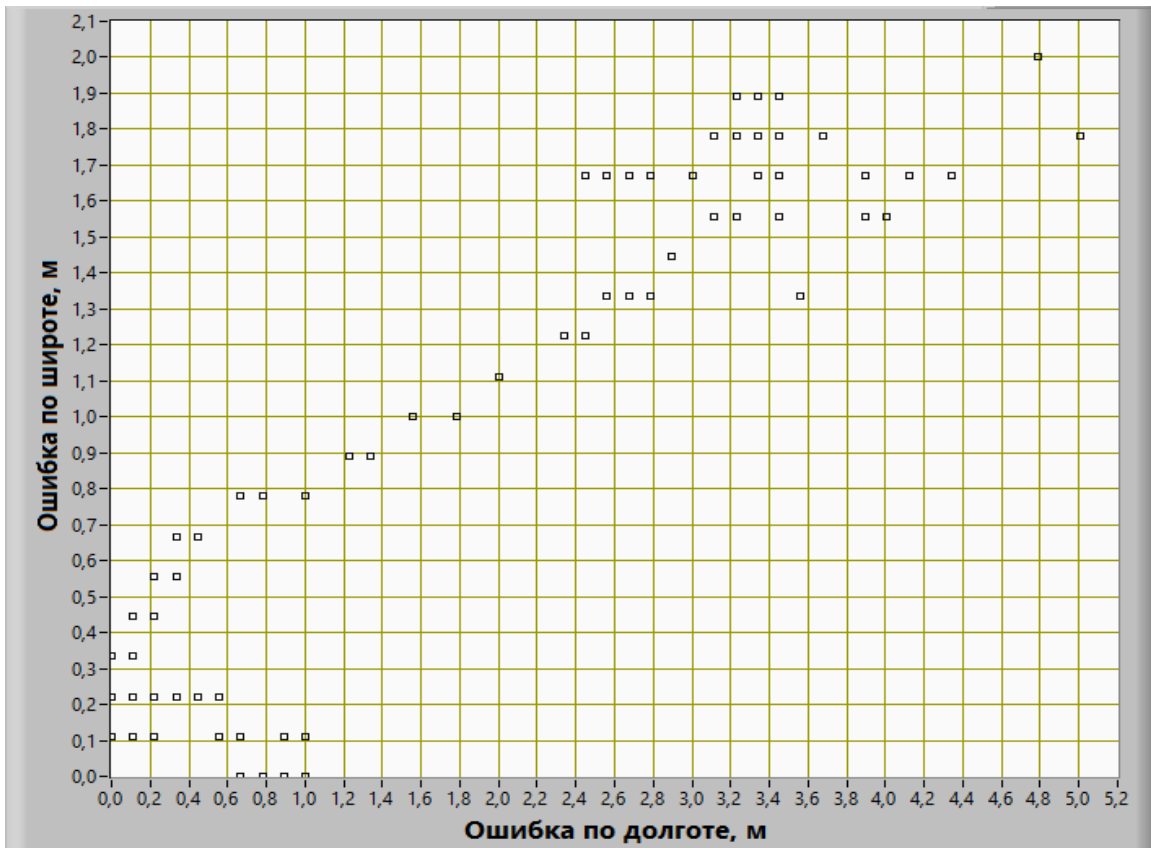


Рисунок 8 – Диаграмма распределения ошибок по долготе к ошибкам по широте

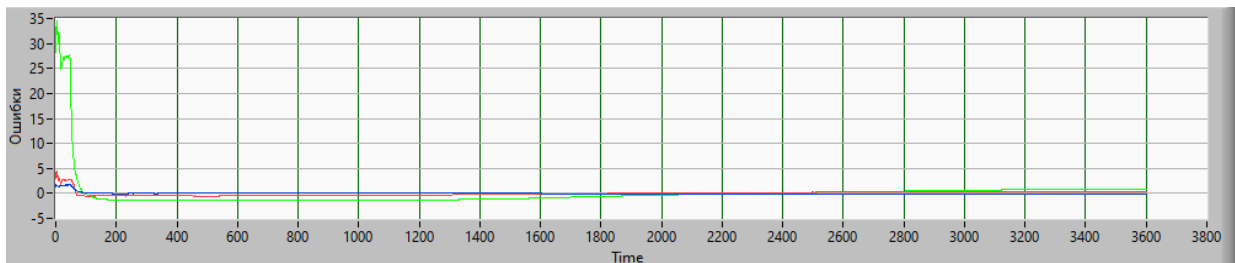


Рисунок 9 – График ошибок по широте, долготе и высоте в зависимости от номера отсчёта (начиная с 0 отсчёта). Синяя зависимость – ошибка по широте, красная – по долготе, зелёная – по высоте

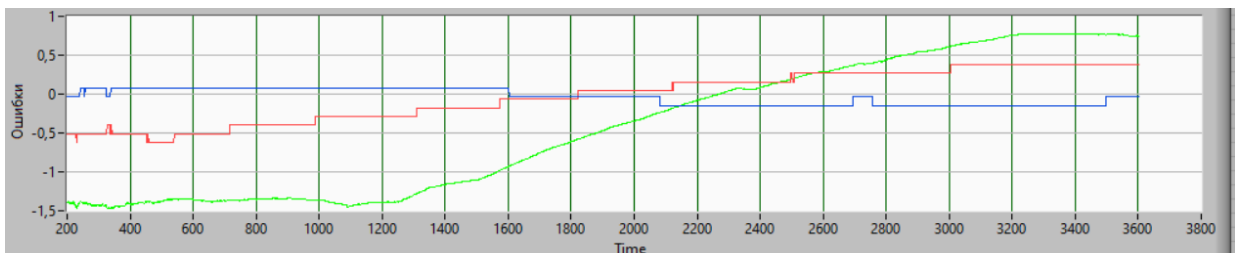


Рисунок 10 – График ошибок по широте, долготе и высоте в зависимости от номера отсчёта (начиная с 200 отсчёта). Синяя зависимость – ошибка по широте, красная – по долготе, зелёная – по высоте



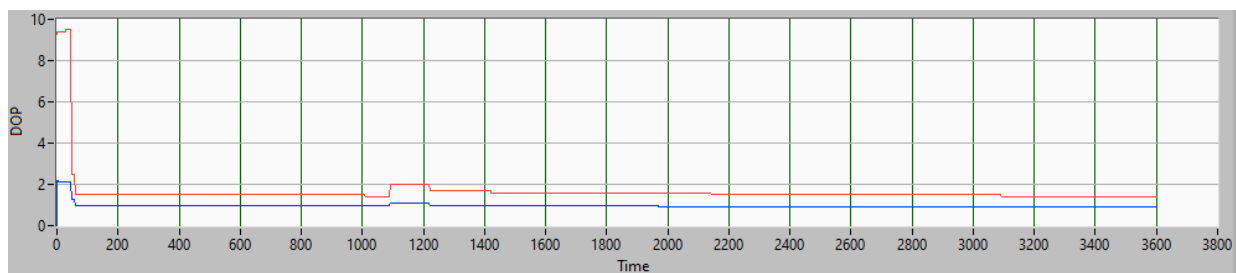


Рисунок 11 – График ГФ DOP, HDOP в зависимости от номера отсчёта

Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты 1-часового эксперимента для сигналов от НС GPS

$\sigma_B$	0,27
$\sigma_L$	0,78
$\sigma_H$	3,62
Средний HDOP	0,97
Средний DOP	1,64
Ср. кол-во НС	8,77

Согласно всем результатам,  $HDOP < DOP$ . С течением времени от момента захвата спутников (спустя ~20 минут) наблюдается изменение ошибки по высоте в положительном направлении. Данный характер изменения зависимости так же, как и в случае с сигналами с НС ГЛОНАСС может быть обоснован недоработкой программной реализации GNSS-SDR. В данном случае фильтра Калмана для режима GPS работает, что наблюдается по значительному разбросу ошибок в диаграмме ошибок по широте и долготе в сравнении с аналогичными данными от сигналов с НС ГЛОНАСС.

### Вывод

В данной статье была приведена реализация ПК для определения координат потребителя по ГНСС и оценки помеховой обстановки. Было проведено тестирование полунатурным методом с НС ГЛОНАСС и GPS, в ходе которого были получены точностные характеристики данных систем. ПК находится в ранней стадии разработки, что пока что не позволяет в полной мере проводить исследования помехоустойчивости приёмника. Планируется переписывание исходного кода драйвера SDR платформы HackRF One с языка программирования C на Rust и клиент-приложения GNSS-SDR-GUI с Python на Rust соответственно с целью повышения отказоустойчивости и производительности всего ПК в совокупности при работе в режиме реального времени и использовании SDR платформы в качестве источника данных.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арефьев Р. О.* Исследование помехоустойчивости мультисистемного gnss приемника / Р. О. Арефьев, О. Н. Скрыпник, М. А. Межетов // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык.* 2023. № 2. С. 28-43. DOI: 10.51955/2312-1327\_2023\_2\_28.
2. *Арефьев Р. О.* Опыт использования программно-определяемых GNSS приёмников / Р. О. Арефьев, О. Н. Скрыпник, Н. Г. Арефьева // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык.* 2022. № 1. С. 88-100. DOI 10.51955/23121327\_2022\_1\_88. EDN JTMAUO.
3. *Бондарай А. А.* Системный анализ процесса измерения угла места воздушной цели трассовым многочастотным радиолокационным комплексом / А. А. Бондарай, Б. В. Лежанкин // *Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов VIII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Иркутск, 14–16 октября 2019 года.* Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2019. С. 104-114. – EDN ESJMYF.
4. Глобальный аэронавигационный план на 2013-2028 г. / Международная организация гражданской авиации. Doc 9750-AN/963. 4-е изд., 2013. 147 с.
5. *Ерохин В. В.* Оценка параметров траекторного движения БПЛА при различной конфигурации источников навигационной информации / В. В. Ерохин, Б. В. Лежанкин, Э. А. Болелов // *Успехи современной радиоэлектроники.* 2023. Т. 77, № 6. С. 35-49. – DOI 10.18127/j20700784-202306-04. – EDN MVHGGW.
6. Определение местоположения воздушного судна в многопозиционной системе наблюдения на основе мультilaterационной технологии / В. В. Ерохин, Б. В. Лежанкин, Т. Ю. Портнова, Н. В. Поваренкин // *Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Том 2.* Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 92-105. – EDN QPUUJP.
7. Применение технологии LoRa в беспилотных авиационных системах / М. А. Межетов, А. И. Тихова, У. С. Вахрушева, А. В. Федоров // *Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Том 2.* Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 180-185. – EDN UZUCLT.
8. *Скрыпник О. Н.* Проблемы безопасности полетов при интеграции беспилотных авиационных систем в общее воздушное пространство/ О. Н. Скрыпник, Р. А. Вишневский, М. К. Завалей // *ГРАЖДАНСКАЯ АВИАЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ОБЩЕСТВА.* Сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию отечественной гражданской авиации. Москва, 2023. –С. 226-228 EDN: QLOQLM
9. HackRF Product Line - Great Scott Gadgets [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://greatscottgadgets.com/hackrf/> (дата обращения: 14.05.2023).
10. *Fernandez-Prades C. et al.* GNSS-SDR: An open source tool for researchers and developers // *Proceedings of the 24th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS 2011).* – 2011. – С. 780-794.
11. GNSS-SDR [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://gnss-sdr.org/> (дата обращения: 08.09.2023).

## АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ ДОЛГОВРЕМЕННЫМ НОРМАМ СЕТЕВОГО ТРАКТА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ АСИНХРОННЫМ МЕТОДОМ

Батенков К. А., д-р техн. наук

*МИРЭА – Российский технологический университет  
(г. Москва)*

**Аннотация.** Показано, что распределение предельных расчетных норм на показатели ошибок по участкам тракта или канала первичной сети взаимосвязанной сети связи России следующее: на магистральный участок приходится 0,2 от предельных норм, на внутризоновые и местные – по 0,0375 (с обеих сторон), дополнительно только для основных цифровых каналов на абонентские линии – по 0,075.

**Ключевые слова:** качество функционирования, коэффициент ошибок, цифровой канал, долговременные нормы, категории длины.

## NETWORK PATH COMPLIANCE ANALYSIS WITH LONG-TERM NORMS WHEN MEASURED BY ASYNCHRONOUS METHOD

Batenkov K. A., Doctor of Technical Sciences

*MIREA – Russian Technological University  
(Moscow)*

**Abstract.** It is shown that the distribution of the maximum calculated norms for error indicators along the sections of the tract or channel of the primary network of the interconnected communication network of Russia is as follows: the trunk section accounts for 0.2 of the maximum norms, for intra-zone and local – 0.0375 (on both sides), additionally only for the main digital channels on subscriber lines – 0.075.

**Keywords:** quality of functioning, error rate, digital channel, long-term norms, length categories.

### **Введение**

При вводе в эксплуатацию цифровых каналов и трактов, а также во время эксплуатации операторам связи для контроля качества предоставляемых услуг требуется проводить измерения параметров качества и проверять их соответствие долговременным нормам. Цель данной работы – рассмотреть порядок расчета данных параметров, а также анализа качества организованных цифровых каналов и трактов. Основные задачи исследования – проанализировать существующие нормативные документы, регламентирующие долговременные нормы на показатели ошибок, и на примере показать способ проверки соответствия нормам сетевых трактов.

### Долговременные нормы

Основой для определения долговременных норм того или иного канала или тракта являются общие расчетные (эталонные) нормы для полного соединения (end-to-end) на показатели ошибок международного соединения, протяженностью 27 500 км, приведенные в таблице 1, для соответствующего показателя ошибок и соответствующего цифрового канала или тракта (Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризональных первичных сетей : Утв. М-вом связи РФ 01.10.96. – М. : МК-Полиграф, 1996. – 72 с.) [1, 2]. Отметим, что только для первичного сетевого тракта регламентирован размер блока согласно рекомендации ITU-T G.826 (End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections. – 2002–12. – Geneva : ITU-T, 2002. – 34 p.) [3, 4, 5], для всех остальных трактов существуют лишь рекомендованные диапазоны, а конкретные значения зависят от производителя оборудования.

Таблица 1 – Долговременные нормы на показатели ошибок для международного соединения протяженностью 27 500 км

тип канала или тракта	скорость, Мбит/с	размер блока, кбит	ESR $r'_e$	SESR $r'_s$	BBER $r'_m$
основной цифровой канал	0,064	–	0,08	0,002	–
первичный сетевой тракт	2,048	2,048	0,04	0,002	$3 \cdot 10^{-4}$
вторичный сетевой тракт	8,448	2–8	0,05	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$
третичный сетевой тракт	34,368	4–20	0,075	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$
четверичный сетевой тракт	139,264	6–20	0,16	0,002	$2 \cdot 10^{-4}$

Распределение предельных расчетных норм на показатели ошибок по участкам тракта или канала первичной сети взаимозвязанной сети связи России таковы: на магистральный участок приходится 0,2 от предельных норм, на внутризональные и местные – по 0,0375 (с обеих сторон), дополнительно только для основных цифровых каналов на абонентские линии – по 0,075 [6, 7, 8].

### Категории длины

Категории длины  $L$  задаются интервалами, кратными 50, 100, 250 и 500 км, максимальной протяженностью 100, 600 и 12 500 км для местной, внутризональной и магистральной первичных сетей. Коэффициент длины для магистральной первичной сети

$$k = \begin{cases} 0,004 \left\lceil \frac{L}{0,25} \right\rceil, & L \leq 1, \\ 0,008 \left\lceil \frac{L}{0,5} \right\rceil, & 1 < L \leq 2,5, \\ 0,04 \left\lceil \frac{L}{2,5} \right\rceil, & 2,5 < L \leq 12,5. \end{cases}$$

где  $L$  – длина участка магистральной первичной сети, тыс. км;

$\lceil x \rceil$  – округление до ближайшего большего числа  $x$ .

Коэффициент длины для внутризонавой первичной сети

$$k = \begin{cases} 0,00625 \lceil \frac{L}{0,05} \rceil, & L \leq 0,2, \\ 0,0125 \lceil \frac{L}{0,1} \rceil, & 0,2 < L \leq 0,6. \end{cases}$$

где  $L$  – длина участка внутризонавой первичной сети, тыс. км.

Коэффициент длины для местной первичной сети –  $k = 0,075$ , для абонентских линий –  $k = 0,15$  [7, 8].

При наличии в составе канала или тракта нескольких транзитных участков одного типа первичной сети длиной  $L_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , каждый из участков должен отвечать нормам, как и весь составной канал или тракт суммарной длины

$$L = \sum_{i=1}^n L_i.$$

### Пример анализа качества сетевых трактов

Третичный цифровой тракт взаимосвязанной сети связи Российской Федерации образован двумя участками местной сети протяженностью 30 км и 100 км, двумя участками внутризонавой сети длиной 190 км и 550 км, и двумя участками магистральной сети протяженностью 4 800 км и 1 670 км, в последнем из которых используется участок со спутниковыми системами передачи. Измерения проводились в течение 1 часа. Размер блока – 4296 бит. Номера ошибочных блоков: 18–2560, 368 365–417 390.

Определить соответствие результатов измерений долговременным нормам на характеристики ошибок этого сетевого тракта при измерении асинхронным методом.

Дано:  $L_1 = 30$  км,  $L_2 = 100$  км,  $L_3 = 190$  км,  $L_4 = 550$  км,  
 $L_5 = 4\,800$  км,  $L_6 = 1\,670$  км,  $T = 1$  час,  
 $N_m = 18-2560, 368\,365-417\,390$ .

Найти:  $r_e, r_s, r_m$ .

Коэффициенты длины участков местной сети

$$k_1 = k_2 = 0,075.$$

Коэффициенты длины участков внутризонавой сети

$$k_i = \begin{cases} 0,00625 \left\lfloor \frac{L_i}{0,05} \right\rfloor, & L_i \leq 0,2, \\ 0,0125 \left\lfloor \frac{L_i}{0,1} \right\rfloor, & 0,2 < L_i \leq 0,6. \end{cases} \quad i = 3, 4:$$

$$k_3 = 0,00625 \left\lfloor \frac{0,19}{0,05} \right\rfloor = 0,025.$$

$$k_4 = 0,0125 \left\lfloor \frac{0,55}{0,1} \right\rfloor = 0,075.$$

Коэффициент длины участка магистральной сети

$$k_i = \begin{cases} 0,004 \left\lfloor \frac{L_i}{0,25} \right\rfloor, & L_i \leq 1, \\ 0,008 \left\lfloor \frac{L_i}{0,5} \right\rfloor, & 1 < L_i \leq 2,5. \quad i = 5: \\ 0,04 \left\lfloor \frac{L_i}{2,5} \right\rfloor, & 2,5 < L_i \leq 12,5. \end{cases}$$

$$k_5 = 0,04 \left\lfloor \frac{4,8 + 1,67}{2,5} \right\rfloor = 0,12.$$

Коэффициент длины всего сетевого тракта

$$k = \sum_{i=1}^5 k_i = 0,075 + 0,075 + 0,025 + 0,075 + 0,12 = 0,37.$$

Предельные долговременные нормы для третичного сетевого тракта (табл. 1)

$$r'_e = 0,075, r'_s = 0,002, r'_m = 2 \cdot 10^{-4}.$$

Долговременные нормы на коэффициент  $r_e$  секунд с ошибками ESR

$$r_e = k r'_e = 0,37 \cdot 0,075 = 0,028.$$

Долговременные нормы на коэффициент  $r_s$  секунд с существенными ошибками SESR

$$r_s = (k + k_s) \frac{r'_s}{2} = (0,37 + 0,01) \cdot \frac{0,002}{2} = 3,8 \cdot 10^{-4}.$$

Долговременные нормы на коэффициент  $r_m$  блоков с фоновыми ошибками ВВЕР

$$r_m = kr'_m = 0,37 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 7,4 \cdot 10^{-5}.$$

Скорость третичного цифрового тракта соответствует 34,368 Мбит/с.

Значит интенсивность передачи:  $v = \frac{34\,368\,000}{4\,296} = 8\,000$  блоков в секунду.

При асинхронном методе за первую секунду зарегистрировано (от 1 до 8 000 блока)  $b_{m,1} = 2560 - 18 + 1 = 2542$  ошибочных блока. Коэффициент ошибочных блоков

$$r_{b,1} = \frac{b_{m,1}}{v} = \frac{2\,542}{8\,000} = 0,318.$$

Значит, эта секунда относится и к секундам с ошибками ES и к секундам с существенными ошибками SES.

За 47-ую секунду зарегистрировано (от 368 001 до 376 000 блока)  $b_{m,47} = 376\,000 - 368\,365 + 1 = 7\,636$  ошибочных блоков. Коэффициент ошибочных блоков

$$r_{b,47} = \frac{b_{m,47}}{v} = \frac{7\,636}{8\,000} = 0,955.$$

Значит, эта секунда также относится и к секундам с ошибками ES и к секундам с существенными ошибками SES.

Блоки с 376 001 по 416 000 все ошибочные, значит в секунды с 48 по 52 коэффициент ошибочных блоков  $r_{b,48} = \dots = r_{b,52} = \frac{8\,000}{8\,000} = 1$ . Значит, эти секунды относятся и к секундам с ошибками ES и к секундам с существенными ошибками SES.

За 53-ую секунду зарегистрировано (от 416 001 до 417 390 блока)  $b_{m,53} = 417\,390 - 416\,001 + 1 = 1\,390$  ошибочных блока. Коэффициент ошибочных битов

$$r_{b,53} = \frac{b_{m,53}}{v} = \frac{1\,390}{8\,000} = 0,174.$$

Значит, эта секунда относится к секундам с ошибками ES.

Таким образом, за интервал измерения зафиксировано восемь секунд с ошибками  $S_e = 8$  и семь секунд с существенными ошибками  $S_s = 7$ . Блоки с фоновыми ошибками зарегистрированы на 53-ей секунде:  $b_b = 1\,390$ . Периодов неготовности не зафиксировано, так как нет десяти подряд секунд с

существенными ошибками (только шесть с 47-й по 52-ую). Интервал измерения  $T = 1$  час, что соответствует передаче  $s = 60 \cdot 60 \cdot 1 = 3\,600$  секунд.

Коэффициент  $r_e$  секунд с ошибками ESR

$$r_e = \frac{s_e}{s} = \frac{8}{3\,600} = 2,222 \cdot 10^{-3}.$$

Коэффициент  $r_s$  секунд с существенными ошибками SESR

$$r_s = \frac{s_s}{s} = \frac{7}{3\,600} = 1,944 \cdot 10^{-3}.$$

Всего переданных блоков за интервал измерения  $b = 8\,000 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1 = 28\,800\,000$ . Коэффициент  $r_m$  блоков с фоновыми ошибками BBER

$$r_m = \frac{b_b}{b} = \frac{1\,390}{28\,800\,000} = 4,826 \cdot 10^{-5}.$$

Таким образом, третичный сетевой тракт не удовлетворяет нормам (табл. 2).

Таблица 2 – Соответствие нормам параметров ошибок третичного сетевого тракта

показатель	ESR $r_e$	SESR $r_s$	BBER $r_m$
норма	0,028	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$
измеренные значения	$2,222 \cdot 10^{-3}$	$1,994 \cdot 10^{-3}$	$4,826 \cdot 10^{-5}$

### Заключение

Представленный порядок расчета параметров качества сетевых трактов позволяет довольно быстро и наглядно проверить соответствие их качества нормам, регламентированным руководящими документами отрасли.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батенков К. А. Анализ и синтез структур сетей связи методом перебора состояний // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2022. Т. 18, № 3. С. 300-315. – DOI 10.21638/11701/spbu10.2022.301. – EDN CQKPCS.



2. Батенков А. А. Анализ вероятности связности телекоммуникационной сети на основе инверсий ее состояний / А. А. Батенков, К. А. Батенков, А. Б. Фокин // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2022. № 59. С. 91-98. – DOI 10.17223/19988605/59/10. – EDN ХЕММКР.

3. Батенков А. А. Вероятность связности телекоммуникационной сети на основе приведения нескольких событий несвязности к объединению независимых событий / А. А. Батенков, К. А. Батенков, А. Б. Фокин // Информационно-управляющие системы. 2021. № 6(115). С. 53-63. – DOI 10.31799/1684-8853-2021-6-53-63. – EDN АОУАНЈ.

4. Батенков А. А. Формирование сечений телекоммуникационных сетей для анализа их устойчивости с различными мерами связности / А. А. Батенков, К. А. Батенков, А. Б. Фокин // Информатика и автоматизация. 2021. Т. 20, № 2. С. 371-406. – DOI 10.15622/ia.2021.20.2.5. – EDN QХЕРЗВ.

5. Математическая модель классификатора объектов на основе Байесовского подхода / А. А. Батенков, К. А. Батенков, А. Г. Богачев, В. В. Мишин // Информатика и автоматизация. 2020. Т. 19, № 6. С. 1166-1197. – DOI 10.15622/ia.2020.19.6.2. – EDN САСWQU.

6. Батенков А. А. Алгоритм синтеза базиса ортонормированных функций для многоканальной передачи данных / А. А. Батенков, Г. В. Богачев, К. А. Батенков // Цифровая обработка сигналов. 2007. № 2. С. 19-25. – EDN КНRGEF.

7. Батенков А. А. Технический эффект оптимальных линейных модуляции и демодуляции в беспроводных системах связи / А. А. Батенков, Г. В. Богачев, К. А. Батенков // Известия Института инженерной физики. 2015. № 1 (35). С. 24-28.

8. Батенков К. А. Моделирование непрерывных каналов связи в форме операторов преобразования некоторых пространств / К. А. Батенков // Труды СПИИРАН. 2014. № 1(32). С. 171-198. – EDN RZSWNJ.

**УДК 351.814.24:347.822.4**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ КОНФЛИКТНОЙ СИТУАЦИИ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ АВИАЦИОННЫХ СОБЫТИЙ**

Винников А. Ю.

Плясовских А. П., д-р техн. наук

Топилин В. Ю.

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова  
(Санкт-Петербург)*

**Аннотация.** В статье производится описание существующих тенденций проведения расследований авиационных происшествий (АП) и авиационных инцидентов (АИ), и обоснование актуальности объективной количественной автоматизированной оценки опасности сближения (ОС) воздушных судов (ВС) при расследовании нарушения интервалов эшелонирования.

**Ключевые слова:** конфликтная ситуация (КС), нарушение интервалов эшелонирования, расследование авиационных событий (АС), опасность сближения (ОС), нормированная система отсчета (НСО).

# AUTOMATION OF THE ASSESSMENT OF THE DANGER OF A CONFLICT SITUATION IN THE INVESTIGATION OF AVIATION EVENTS

Vinnikov A. U.  
Plyasovskih A. P., Doctor of Technical Sciences  
Topilin V. U.

*Saint-Petersburg State University of Civil Aviation named in honor of Air  
Chief Marshal A.A. Novikov  
(Saint Petersburg)*

**Abstract.** The article describes the existing trends in the investigation of aviation accidents and aviation incidents, and substantiates the relevance of an objective quantitative automated assessment of the danger of approaching aircraft in the investigation of violations of separation intervals.

**Keywords:** conflict situation, violation of separation intervals, investigation of aviation events, danger of convergence, normalized coordinate system.

## **Введение**

Проводимые исследования практики работы комиссий по расследованию авиационных происшествий (АП) и авиационных инцидентов (АИ) показывают, что при обосновании причинно-следственных связей события реализуется процедура оценки правильности, с точки зрения членов комиссии, выполнения технологий работы авиационного персонала, причем без какой-либо количественной оценки выявляемых отклонений или нарушений [1]. Подобный подход, как правило, характеризуется субъективной оценкой «значимости» расследуемых обстоятельств, и, как следствие, ошибочного установления причин и взаимосвязей. Члены комиссии по расследованию в основном руководствуются собственным опытом и личными предпочтениями, которые порой приводят к необъективности результатов расследования. Все это, в свою очередь, существенно снижает информационную ценность проведенного расследования. В большинстве случаев акты комиссии носят описательный, а не аналитический характер.

Среди наиболее важных проблем проведения расследований авиационных событий (АС) можно выделить следующие [2]:

- Сугубо субъективный подход к классификации АС по степени их тяжести, что вызывает среди поставщиков авиационного обслуживания мотивацию скрывать факты произошедших нарушений.
- Необъективное определение реальных причин произошедших событий (как правило, простой поиск «виновных лиц» из числа «менее защищенных»).
- Низкий уровень оперативности проведения расследования. При задержках в расследованиях некоторые факторы опасности могут стать трудно определяемыми.

**Актуальность** предлагаемой статьи обусловлена отсутствием единого объективного подхода к проведению расследования АИ, связанных с нарушением интервалов эшелонирования – отсутствием количественных оценок предлагаемых результатов.

Вопросы схожей тематики научным сообществом затрагивались не часто. Проблемами проведения расследования АИ, мерами повышения их качества и эффективности, а также вопросами интеграции их результатов в систему управления безопасностью полетов занимались А.Г. Гузий, А.В. Мишин, Б.П. Елисеев, Ю.А. Майорова, А.М. Лушкин, В.А. Свиркин. Данные авторы в своих работах предлагают глубокий качественный анализ тенденций в нормативно-правовой базе, регламентирующей расследования АП и АИ [1-5]. Ю.В. Попов, И.А. Уваров провели анализ методик оценки работоспособности систем управления ВС для целей расследования АП [6]. Г.А. Крыжановский, В.В. Купин изучали вопросы моделирования процессов принятия решений в системе обслуживания воздушного движения [7]. В.Е. Борисов, Д.А. Евсевичев исследовали автоматизацию управления процессом обучения и оценивания уровня теоретической подготовки авиадиспетчеров [8, 9]. Один из авторов статьи ранее предлагал математический подход для определения критерия опасности сближения (ОС) ВС [10]. Тем не менее, вопрос автоматизации оценки АС при расследовании никем не раскрывался.

### **Особенности проведения расследований авиационных событий**

Одной из основных принципиальных тенденций проходящих изменений в сфере государственного регулирования деятельности гражданской авиации (ГА) в Российской Федерации (РФ) является постепенный, но устойчивый переход от принципа целесообразности деятельности авиации, которая должна быть направлена на достижение главной цели – обеспечения безопасности полетов (БП), к принципу строгого соблюдения действующего законодательства, которое само по себе уже понимается как гарант БП [1]. Такую же тенденцию имеет процесс оценки действий авиационного персонала при проведении расследований АС. Т.е. комиссия при данной оценке все больше ориентируется на особенности выполнения действующих норм права, а ответственность авиационного персонала определяется безусловном выполнении действующих регламентов.

Такой подход может быть справедлив только при полном совершенстве действующих правил и инструкций, которые могут предусмотреть все возможные варианты развития событий. Однако в процессе эксплуатации воздушного транспорта возможно возникновение такого большого количества разнообразных ситуаций, которые абсолютно невозможно ни предусмотреть, ни тем более описать в регламентирующих этот вид деятельности документах. Присваивая предполагаемым действиям статус обязательных для исполнения, законодатель перераспределяет ответственность за возможные последствия этих действий на себя. Исполнителю будет просто выгодно следовать действующему регламенту, поскольку независимо от последствий ответственности за них он нести не будет. Кроме того, частая смена

уполномоченных органов в области ГА привела к созданию множества нормативных актов, которые либо дублируют друг друга, либо противоречат друг другу, а для многих аспектов оставляют неопределенность и правовой вакуум.

В соответствии со ст. 95 Воздушного Кодекса (ВК) РФ АП или АИ с гражданским, государственным или экспериментальным ВС РФ, либо с ВС иностранного государства на территории РФ подлежат обязательному расследованию. Одной из основных целей данного расследования является принятие мер по их предотвращению в будущем. Уполномоченные законодательством для целей расследования органы несмотря на внедряемую практику перехода к проактивным методам анализа АС [11], тем не менее, продолжают осуществлять практику реагирующего подхода, и занимаются выявлением совершенных авиационным персоналом ошибок, с последующими, в соответствии с серьезностью этих ошибок, санкциями. Притом, что в ВК указано, что «установление чьей-либо вины и ответственности не является целью расследования авиационного происшествия или инцидента». Тем не менее, в отчетах комиссий по расследованию указываются допущенные должностными лицами нарушения нормативных правовых актов, оказавших влияние или приведших к последствиям АП или АИ. В итоге, на основании проведенного расследования, и, в соответствии с установленным порядком, проводятся следственные мероприятия уполномоченных ведомств, и нарушители привлекаются к административной или уголовной ответственности.

Данная практика имеет своим естественным следствием нацеленность на максимальное сокрытие сопутствующих АС факторов и препятствует формированию культуры БП среди авиационного сообщества. Таким образом, требования Приложений 13 и 19 к Чикагской конвенции, согласно которым каждое государство должно создать обязательную систему сбора сообщений об АС для упрощения сбора информации о фактических и потенциальных несоответствиях в сфере БП, а также добровольную систему сбора сообщений об инцидентах для тех данных, которые невозможно получить через обязательную систему [12, 13], не могут быть осуществимы. В российских условиях, с учетом особенностей нашего национального менталитета, практика организации добровольных сообщений также не находит широкого применения.

Все вышесказанное определяет **актуальность** создания более совершенных систем автоматической фиксации и обработки данных, необходимых для комплексного развития системы обеспечения БП в целом.

Если анализировать важность применения принципа «объективности» при расследованиях АС, то данный принцип реализуется, с одной стороны, в том, что факты и события, установленные на основе собранных доказательств, должны восприниматься именно такими, какими они были в период развития особой ситуации, а с другой стороны в том, что каждый из членов комиссии по расследованию будучи свободным и независимым, будет приходить к

идентичным оценкам и выводам, т.е. результат расследования не будет зависеть от того, где и кем это расследование проводилось.

На практике зачастую реализуется сугубо субъективный подход, т.к. при принятии решения достаточно сильно сказывается влияние доминирующего мнения отдельных членов комиссии, особенно, если это мнение получило формальное закрепление в соответствующем акте отдельной подкомиссии. Снижение субъективизма при принятии решения относительно причины АП во многом зависит от всесторонности и полноты проведенного расследования. По мнению экспертов, уже давно возникла серьезная необходимость коренного изменения подходов к правовой подготовке авиационного персонала, в том числе и специалистов по расследованию АП и АИ [2].

### **Особенности расследования нарушений интервалов эшелонирования**

В соответствии с действующими законодательными актами диспетчер обязан не допускать нарушения установленных норм горизонтального и вертикального эшелонирования. Современные АС УВД позволяют фиксировать любую «конфликтную ситуацию» (КС) или факт нарушения интервала эшелонирования. Каждый факт подобной фиксации становится основанием для проведения расследования об АИ (п.24, приложение 1 ПРАПИ-98). Согласно данным анализов по БП, расследования нарушений интервалов эшелонирования составляют более 80% от общего числа проводимых расследований АС, связанных с недостатками ОВД [14, 15].

Алгоритмы же таких расследований, как уже сказано, сводятся к выявлению нормативно-правовых нарушений и экспертным оценкам членов комиссий. Результатом такого расследования вполне могло бы быть нахождение предпосылок для усовершенствования нормативно-правовой базы. Однако в большинстве случаев результат заканчивается поисками виновного лица, действия или бездействия которого привели к инциденту. При этом, надо понимать, что оцениваются только результаты предпринятых действий, компетенция или алгоритмы принятия диспетчером решений оценены быть не могут. Опасность допущенного нарушения оценивается членами комиссии субъективно.

В итоге такой подход оценивания по результату на данный момент означает, что если диспетчером не допущено нарушений, то его действия оцениваются как правильные, а при наличии нарушений – неправильные.

Таким образом, можно сделать вывод, что необходимость разработки и внедрения количественных методик процессуального характера для проведения расследований нарушения интервалов назрела уже давно.

### **Автоматизация расследования нарушений интервалов эшелонирования**

Об автоматизированной оценке можно говорить, только если существует возможность измерения показателей работы диспетчера, причем измерения без участия другого человека. Средства автоматизации помимо самой фиксации факта нарушения интервала позволяют измерить различные параметры,

сопутствующие этому нарушению. Эти параметры можно сравнивать с соответствующими параметрами других аналогичных нарушений, и, с помощью выработанных алгоритмов, сравнивать действия диспетчеров с точки зрения потенциальных последствий в расследуемых инцидентах, оценивать их дифференцированно и намного более точно.

При расследовании нарушения интервалов эшелонирования происходит анализ допущенного сближения между ВС с одной стороны до момента начала их расхождения, а с другой до прекращения факта нарушения интервала, конца КС. Комиссия по расследованию в отчете указывает минимальные расстояния между ВС как по горизонтали, так и по вертикали, иногда указываются расстояния между ВС в тот самый момент времени, когда начинается расхождение ВС. Однако какие-либо выводы и количественные оценки на этих данных не производятся. Как будто этим просто подтверждается, итак, установленный факт нарушения интервала.

Тем не менее очевидно, что опасность, которой подвергались жизни людей на ВС, и риски для безопасности полетов во всех случаях нарушения интервалов эшелонирования будут разными. Чем ближе ВС находились друг к другу, тем опасность и риск их столкновения были выше, и уровень обеспечения безопасности полетов нарушен куда серьезнее. При сближении ВС на интервал менее половины установленной нормы эшелонирования («опасном сближении»), где максимальное значение ОС значительно выше, будет возможно, например, говорить о «серьезном авиационном инциденте». Если подобное нарушение явилось следствием ошибочных действий диспетчера, то по степени оцененной ОС ВС, можно оценить степень серьезности ошибки, допущенной этим диспетчером или органом ОВД в целом.

Таким образом, описанная степень опасности потенциально-возможных последствий может служить основой для более дифференциальной оценки действий диспетчеров УВД, не ограничиваясь только самим фактом допущенного нарушения установленных норм и требований.

Для разработки более точной системы оценивания опасности КС представляется целесообразным использование нормированной системы отсчета (НСО), уже используемой одним из авторов ранее [10].

Данная система отсчета отличается от общеизвестной Декартовой трехмерной системы тем, что в качестве единиц измерения берутся действующие нормы горизонтального и вертикального эшелонирования. С помощью такой системы координат, при нахождении минимального расстояния между ВС (их центрами масс) в момент расхождения, будут использоваться более простые для понимания рисков ОС значения, особенно если отталкиваться от применяемой в настоящее время в РФ системе горизонтального эшелонирования ВС, а именно единого интервала вне зависимости от углов нахождения ВС друг относительно друга.

Например, вместо 8.8 км по горизонтали и 120 м по вертикали при районном диспетчерском обслуживании (РДО) будут использованы значения 0.88 горизонтального и 0.4 вертикального эшелонирования (нормы эшелонирования 10 км и 300 м соответственно), или, вместо 4.2 км по

горизонтали и 180 м по вертикали при аэродромном диспетчерском обслуживании (АДО) будут использованы – 0.84 горизонтального и 0.6 вертикального эшелонирования (нормы эшелонирования 5 км и 300 м соответственно).

Таким образом, поскольку в НСО уже выражается степень допущенного нарушения интервала между ВС, и, в отличие от абсолютных значений расстояний между ВС, такое выражение в себе уже содержит оценочный потенциал, применение НСО более предпочтительно для целей количественной оценки ОС.

Если, используя получаемые от средств наблюдения динамично изменяющиеся координаты конфликтующих ВС в трехмерном пространстве, оценивать расстояния между этими ВС с момента наступления конфликта до его окончания в НСО, то можно определить максимальную ОС этих ВС по формуле:

$$CH_{i,j}^n = \left( 1 - \sqrt{\frac{(Rxy_{i,j}^n - N)^2 + (dh_{i,j}^n - N)^2}{2}} \right) \quad (1)$$

где:

$CH$  – ОС конфликтующих ВС (*Collision Hazard*);

$i, j$  – индексы двух участвующих в конфликте ВС;

$n$  – индекс, характеризующий конкретный момент времени определения местоположений ВС;

$x, y, h$  – координаты ВС в трехмерном пространстве.

Величины  $Rxy_{i,j}^n - N$  и  $dh_{i,j}^n - N$  можно рассчитать по формулам:

$$Rxy_{i,j}^n - N = Rxy_{i,j}^n / D_s \quad (2)$$

$$dh_{i,j}^n - N = dh_{i,j}^n / H_s \quad (3)$$

где:

$Rxy_{i,j}^n$  – горизонтальное расстояние между конфликтующими ВС;

$dh_{i,j}^n$  – вертикальное расстояние между конфликтующими ВС;

$D_s$  – установленная норма горизонтального эшелонирования;

$H_s$  – установленная норма вертикального эшелонирования.

### Результаты и обсуждение

**В статье обоснована необходимость количественного подхода к проведению расследований нарушения интервалов эшелонирования.**

В рамках перехода от реагирующего к проактивному подходу обеспечения БП необходима принципиальная смена методологических основ

деятельности оценивающих и контролирующих органов. В качестве таковой предлагается автоматизированная система оценки опасности допущенных при ОВД нарушений интервалов эшелонирования. Основанная на количественных методах оценивания, она позволит производить сравнительный анализ различных АИ и определять пути снижения рисков авиационной деятельности.

Установившаяся практика анализа причин АС, как правило, сводится к субъективной оценке правильности выполнения технологических операций авиационным персоналом, без использования количественных оценок выявляемых отклонений или нарушений. Также не оценивается «значимость» расследуемых обстоятельств, что зачастую приводит к ошибочному установлению реальных причин произошедшего. Необъективность же результатов расследования исключает информационную ценность и практическую значимость проведенного расследования.

Реализация задач по принятию мер для предотвращения в будущем АС аналогичных уже произошедшим, что и является основной целью анализов и расследований АС, не представляется возможной без нового количественного подхода к оценке АИ нарушения интервалов эшелонирования.

**Для реализации такого подхода предлагается использование количественной оценки произошедшей ОС между ВС.**

Поскольку потенциальные риски БП для всех случаев нарушения интервалов эшелонирования будут разными, предлагается более точно и дифференцированно оценивать ОС ВС в таких АИ.

В качестве критерия для оценки ОС предлагается применение максимального среднеквадратичного значения допущенного нарушения интервалов в НСО в соответствии с выражением (1). При использовании НСО фактические расстояния между ВС сопоставляются с нарушенными нормами эшелонирования в соответствующих плоскостях с использованием выражений (2, 3). Применение НСО позволяет более наглядно выразить степень допущенного нарушения интервала, что, в отличие от абсолютных значений расстояний между ВС, предпочтительнее для количественной оценки ОС ВС, поскольку уже содержит в себе сравнительно-оценочный потенциал.

Если нарушение норм эшелонирования является результатом ошибочных действий диспетчера УВД (а зачастую так и бывает), то оценка ОС между ВС может служить основой дифференциальной оценки действий самого диспетчера УВД и не ограничиваться только фактом допущенного нарушения. Чем выше ОС ВС, тем больше опасность возможных последствий и больше степень серьезности ошибки, допущенной диспетчером УВД.

**Для ускорения сроков проведения расследований и в целях большей оперативности применения корректирующих мер предлагается автоматизировать процесс оценки ОС ВС.**

Использование автоматизированных систем оценки ОС ВС может быть весьма полезно при проведении реальных расследований АИ, связанных с нарушениями установленных норм эшелонирования. Высокая степень дифференцирования позволит эффективнее оценивать действия персонала ОВД



с точки зрения объективного определения степени ответственности допущенных им нарушений установленных норм.

Более лояльный подход к незначительным нарушениям интервалов, благодаря снижению психологического давления на персонал ОВД, позволит снизить зачастую чрезмерно завышаемые расстояния при разведении ВС. Это, в свою очередь, снизит время задержек рейсов и повысит пропускную способность воздушного пространства.

### **Заключение**

В статье проведен анализ отечественных тенденций проведения расследований АС и обоснована необходимость объективной, количественной оценки ОС ВС для целей проведения расследований АИ нарушения установленных норм эшелонирования. Количественный подход к оценке ОС ВС позволит произвести автоматизацию данного процесса, и, в дальнейшем, с помощью использования компьютерных систем, стать полезным вспомогательным инструментом при расследовании АИ. Предложенный в статье подход также может стать основой для высокоточной автоматизированной оценки действий служб ОВД или конкретного диспетчера, в том числе, при оценке его действий на диспетчерском тренажере.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Свиркин В. А.* Анализ качества работы элементов авиационно-транспортной системы при расследовании авиационных происшествий и инцидентов / В. А. Свиркин // *Инновации в гражданской авиации*. 2019. Т. 4, № 2. С. 19-24. – EDN HULMGO.
2. *Мишин А. В.* Эффективность расследования авиационных инцидентов и пути ее повышения / А. В. Мишин // *К.Э. Циолковский. Проблемы и будущее российской науки и техники : Материалы 52-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского*, Калуга, 19–21 сентября 2017 года. Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Издательство "Эйдос"), 2017. С. 240-243. – EDN LYIOXJ.
3. *Гузий А. Г.* Качество расследования авиационных инцидентов и организационные меры авиапредприятия по его повышению / А. Г. Гузий, А. В. Мишин, Ю. А. Майорова // *Фундаментальные и прикладные исследования современной психологии : Результаты и перспективы развития / Отв. ред. А. Л. Журавлёв, В. А. Кольцова*. Москва : Институт психологии РАН, 2017. С. 2329-2336. – EDN ZVECRZ.
4. *Свиркин В. А.* Нормативная правовая регламентация обеспечения объективности расследования авиационных происшествий и инцидентов / В. А. Свиркин // *Транспортное право*. 2008. № 3. С. 21-22. – EDN JVKXKV.
5. *Елисеев Б. П.* К вопросу интеграции результатов расследования авиационных происшествий и инцидентов в систему управления безопасностью полетов / Б. П. Елисеев, В. А. Свиркин // *Транспортное право*. 2017. № 1. С. 14-18. – EDN XROKGT.
6. *Попов Ю. В.* Оценка пригодности методик анализа работоспособности систем управления воздушным судном при расследовании авиационных происшествий / Ю. В. Попов, И. А. Уваров // *Приборы*. 2015. № 5(179). С. 26-32. – EDN TYOTFN.
7. *Крыжановский Г. А.* Моделирование принятия решений в активной системе обслуживания воздушного движения / Г. А. Крыжановский, В. В. Купин // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации*. 2010. № 1(1). С. 53. – EDN QCTGSD.

8. *Борисов В. Е.* Автоматизация управления процессом обучения при подготовке авиадиспетчеров / В. Е. Борисов, Д. А. Евсевичев // Автоматизация процессов управления: сб. науч. тр. по матер. молодеж. науч.-техн. конф. 15-16 мая 2018 г.: в 2 ч. Ч.1. Ульяновск: ФНПЦ АО НПО «Марс», 2018. С. 13-20.

9. *Борисов В. Е.* Методы автоматизации тренажерной подготовки диспетчеров УВД // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2022. [Электронный ресурс]. URL: [https://spbguga.ru/files/Dissovet/Dissertatsia\\_Borisov-VE.pdf](https://spbguga.ru/files/Dissovet/Dissertatsia_Borisov-VE.pdf) (дата обращения: 02.02.2023)

10. *Плясовских А. П.* Критерий опасности столкновения воздушных судов / А. П. Плясовских // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2020. № 4(29). С. 64-74. – EDN ТПWQP.

11. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). 4-е изд. Doc.9859-AN/474. ИКАО, 2017.

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. N 1215. «О порядке разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими». Москва, 2014.

13. Распоряжение Правительства РФ от 06.05.2008 № 641-р «Руководство по информационному обеспечению автоматизированной системы обеспечения безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации». Москва, 2008.

14. Анализ безопасности полетов при организации воздушного движения в 2020 г. Система управления безопасностью полетов при АНО. М.: ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», 2021. 128 с.

15. Анализ безопасности полётов при АНО в ФГУП "Госкорпорация по ОрВД" в 2022 году. М.: ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», 2023. 46 с.

**УДК 656.7.052**

## **ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ВТОРИЧНЫХ РАДИОЛОКАТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Воробьев С. А.

Лежанкин Б. В., канд. техн. наук

Туринцев С. В., канд. техн. наук

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** Процесс организации воздушного движения неразрывно связан с наблюдением за пространственным положением объектов с помощью вторичных радиолокационных систем. Качество и достоверность отображаемой радиолокационной информации на индикаторе службы движения должны обеспечивать требуемую безопасность полетов, их регулярность и эффективность. Влияние помех на процесс управления воздушным движением существенно усложняет работу диспетчера, в связи с этим исследование природы возникновения мешающих воздействий является актуальной задачей.

**Ключевые слова:** вторичная радиолокация, несинхронная импульсная взаимная помеха, моделирование в LabVIEW.

# MUTUAL INFLUENCE OF SECONDARY RADARS ON THE EFFICIENCY OF AIR TRAFFIC MANAGEMENT

Vorobyov S. A.

Lezhankin B. V., Candidate of Technical Sciences

Turintsev S. V., Candidate of Technical Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The process of organizing air traffic is inextricably linked with monitoring the spatial position of objects using secondary radar systems. The quality and reliability of the radar information displayed on the traffic service indicator must ensure the required flight safety, regularity and efficiency. The influence of interference on the air traffic control process significantly complicates the work of the dispatcher; in this regard, studying the nature of the occurrence of interfering influences is an urgent task.

**Keywords:** secondary radar, fruit pulse, modeling in LabVIEW.

## **Введение**

Задача организации воздушного движения в Российской Федерации решается путем обеспечения безопасности использования воздушного пространства, выдерживания приемлемого уровня безопасности полетов при соблюдении высокой регулярности выполнения полетов с максимальной эффективностью [1, 5]. Качественное решение этой задачи возможно при помощи систем организации воздушного движения, представляющих автоматизированный сервис управления воздушным движением. Процесс визуализации пространственного положения объектов управления (воздушных судов) осуществляется с помощью радиолокационных средств. Радиолокационные системы последовательно обеспечивают решение задач обнаружения, измерение координат воздушных объектов (целей), а также предоставляют и принимают информацию участникам воздушного движения.

Как предписывает глобальный аэронавигационный план траектории, движение воздушных судов необходимо приближать к оптимальным с существенным увеличением пропускной способности. В связи с этим повышение точности и достоверности получаемой службой движения информации о пространственном положении объектов управления позволяет качественно решать поставленные задачи на всех этапах полета воздушного судна.

Совершенствование радиолокационных систем позволяет существенно повысить безопасность полетов за счет увеличения точности и помехоустойчивости радиолокационных измерений. Причем под помехоустойчивостью следует понимать не только свойство РЛС сохранять не хуже заданных значений показатели и параметры при наличии помех, но и возможности подавления взаимного влияния разнесенных в пространстве диспетчерских радиолокаторов.

## 1. Материалы и методы решения задачи и принятые допущения. Описание методов радиолокации

Процесс организации воздушного движения обеспечивается постоянным наблюдением за объектами управления средствами радиолокации. Наиболее эффективным средством, решающим задачи радиолокационного контроля являются вторичные радиолокаторы, реализующие метод активной радиолокации с активным ответом. Главным достоинством таких средств является возможность организации канала передачи данных с борта воздушного судна, содержащих информацию об участнике воздушного движения (бортовой номер) и параметрах полета (высота, скорость и т.д.). На территории Российской Федерации в настоящее время используются три режима вторичной радиолокации: УВД, RBS и дискретно-адресный (S) [3]. Режим УВД используется при полетах по маршрутам, как правило, местных авиалиний. Режим RBS является международным, бортовым оборудованием которого оснащены все ВС, выполняющие полеты в верхнем воздушном пространстве (по воздушным трассам), и является основным при организации воздушного движения. Дискретно-адресный режим является перспективным и реализован в локальных областях воздушного пространства на территории РФ.

В основу функционирования вторичной радиолокации положен принцип формирования в наземной части оборудования запросного сигнала, содержащего информацию о типе запрашиваемых данных, и излучения его в пространство. Бортовая часть (самолетный ответчик), принимая запросный сигнал, обеспечивает его декодирования для определения смысловой нагрузки запрашиваемых данных и формирования ответного сигнала, содержащего значение запрашиваемого параметра. Наземное оборудование, принимая ответный сигнал, решает две задачи:

- определяет координаты объекта, оборудованного ответчиком, путем измерения временной задержки между запросным и ответным сигналами (вычисляется дальность) и определения направления прихода ответа (азимут);
- получает из ответного сигнала информацию о параметрах полета ВС.

Структура запросного и ответного сигналов режима RBS представлена на рисунке 1. В запросном сигнале (рис. 1.а) смысловая нагрузка заключается во временном интервале между импульсами P1 и P3 ( $\tau_3=8$  мкс запрос бортового номера,  $\tau_3=21$  мкс запрос высоты полета).

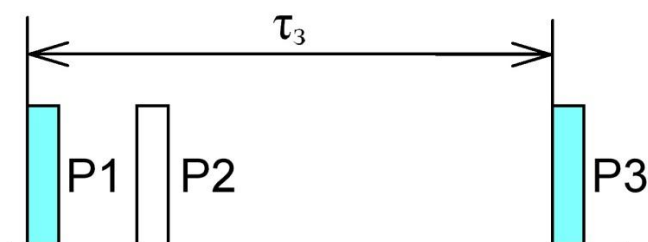


Рисунок 1.а) – Структура запросного сигнала режима RBS

Ответный сигнал (рис. 1.б) состоит из координатной части (импульсы F1 и F2, соответствующие началу и концу кодового сообщения) и двенадцати информационных импульсов, разделенных на четыре группы по три разряда в каждой (A1, A2, A4; B1, B2, B4; C1, C2, C4; D1, D2, D4) содержащие значение передаваемого параметра (бортовой номер или барометрическая высота ВС) [6].

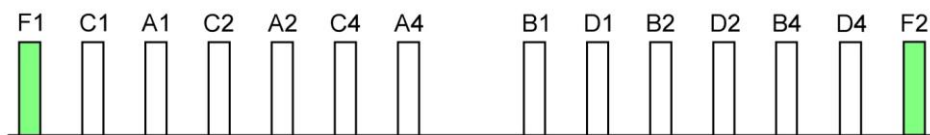


Рисунок 1.б) – Структура ответного сигнала режима RBS

Эффективность организации воздушного движения определяется достоверностью и точностью воспроизведения обстановки в зоне ответственности на экране диспетчера. Если точностные показатели полностью определяются техническими характеристиками радиолокатора, то достоверность информации определяется исправностью самолетного ответчика и отсутствием помех в канале ВРЛ. Существенное помеховое воздействие возможно взаимным влиянием пространственно разнесенных радиолокационных позиций. Так, в региональном центре ОрВД, при управлении воздушным судном информация после третичной обработки выдавалась на индикатор диспетчера от двух трассовых радиолокационных комплексов, расположенных друг относительно друга на удалении  $\approx 400$  км. Согласно плановой информации в заданной области пространства находилось одно ВС, отметка от которого вместе с формуляром отображалась на экране диспетчера (рис. 2).

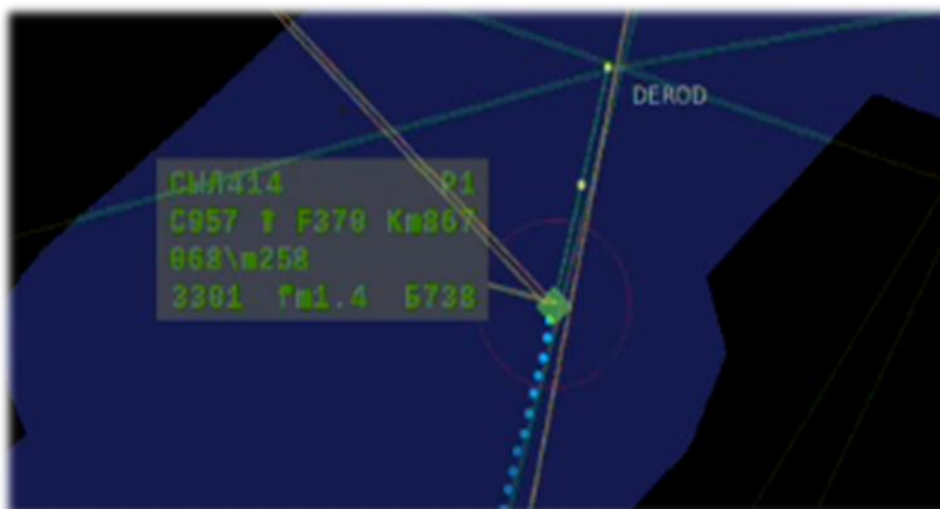


Рисунок 2 – Отметка от ВС на экране диспетчера

В определенный момент времени на экране появились еще две цели, имеющие такой же формуляр, образуя в азимутальной плоскости

равносторонний треугольник, поставленные на автосопровождение (рис. 3). Причем строились треки, динамика перемещения целей свидетельствовала о сближении всех трех отметок на одной высоте, что должно привести к конфликтной ситуации. Очевидным является факт присутствия на экране одной истинной и двух ложных целей, так как по априорной информации в данной области находилось ВС с бортовым номером 3301. Ложные цели следует отнести к несинхронным помехам, результатом возникновения которых явилось взаимное воздействие разнесенных в пространстве радиолокационных позиций, то есть присутствовали ложные ответы, несинхронные по отношению к запросным сигналам.

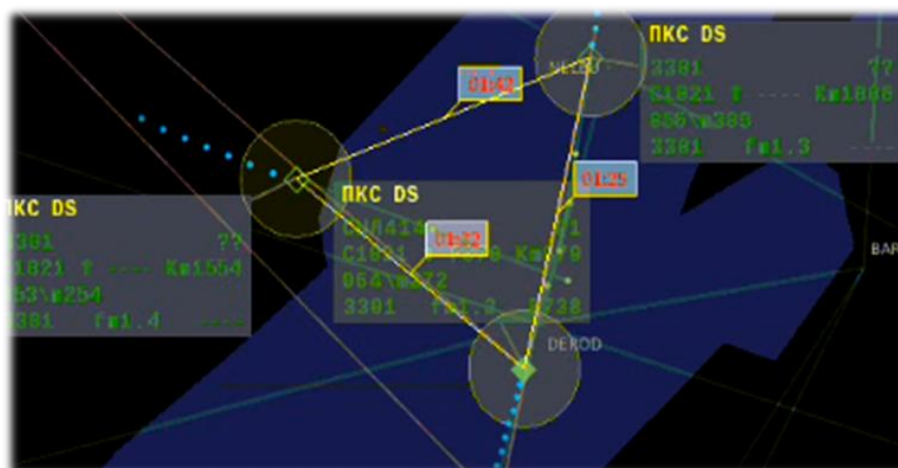


Рисунок 3 – Отметки от трех ВС на экране диспетчера

## 2. Результаты исследований

Несинхронные импульсные помехи являются наиболее распространенным видом непреднамеренных взаимных помех в системах наблюдения за воздушными целями. В зависимости от соотношения пространственного перемещения диаграмм направленности антенных систем, частот повторения запросных сигналов мешающего источника и запросных сигналов вторичной РЛС характер проявления таких помех на экранах индикаторов службы движения может быть самым разнообразным. От однократного появления отметки от цели до формирования устойчивого трека на продолжительном участке наблюдения, причем вторичная РЛС может вносить помеховое воздействие и мешающему источнику.

Применение методов подавления несинхронных помех, реализуемых в первичных РЛС, такие как: изменение порога обнаружения в зависимости от уровня шумов в канале; выдерживание постоянства вероятности ложной тревоги при нормализации временной задержки (дальности); использование межпериодной зависимости (корреляции); применение фильтровых схем с разной полосой пропускания и изменение типа поляризации для вторичных РЛС являются неэффективными. Это обусловлено тем, что формируемый с борта ВС ответ не содержит информации об источнике запроса и при приеме такого сигнала отсутствует корреляция с порождающим его запросом.

Взаимное воздействие разнесенных в пространстве вторичных РЛС обусловлено тем, что траектория движения объекта наблюдения проходит через область пространства, лежащего в зоне обзора обоих ВРЛ [2]. В результате воздушное судно принимает запросные сигналы от двух РЛС, формируя на них соответствующие ответы, получаемые наземными запросчиками, для которых часть из них не будут истинными. Такие сигналы будут являться помеховыми и негативно влиять на функционирование вторичных радиолокаторов управления воздушным движением. Из-за того, что нежелательные ответы вызваны запросами других радиолокаторов, они будут несинхронными по отношению к запросам, посылаемым данным радиолокатором. В англоязычной литературе несинхронные помехи такого типа обозначают термином FRUIT (ложные ответы, несинхронные по отношению к запросным сигналам). Несинхронные помехи FRUIT возникают только тогда, когда как минимум одна цель находится в главных лучах по меньшей мере двух запросчиков. Подобно синхронным искажениям, такие помехи, будучи несинхронными, могут приводить к потере ответных сигналов при их наложении во времени. Основным отличием FRUIT является то, что один или несколько принятых ответных сигналов не являются ожидаемыми и предназначаются другому запросчику [8].

Так, при возникновении ситуации, описанной выше, наблюдался факт присутствия ВС на трассе, причем произошло совпадение вращения антенных систем ВРЛ1 и ВРЛ2 так, что на продолжительном участке пути в один и тот же момент времени самолет с номером 3301 получал запросы от двух радиолокаторов, сдвинутых по времени на интервал  $\Delta t$  (рис. 4).

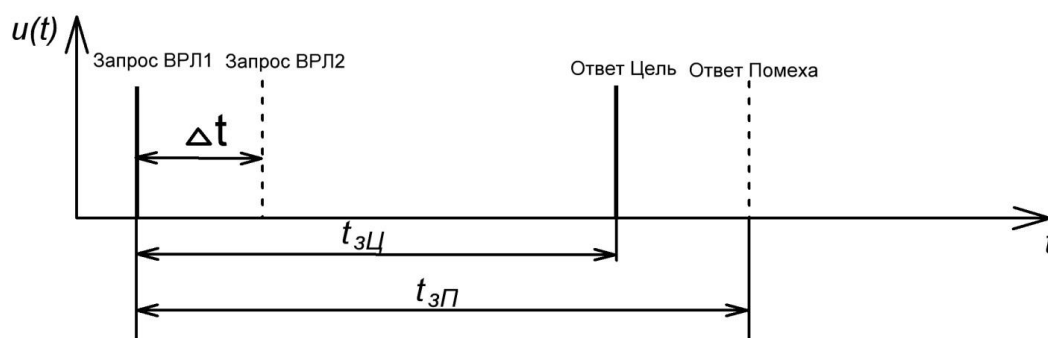


Рисунок 4 – Временные диаграммы сигналов цели и помехи

Так как запросы от ВРЛ1 и ВРЛ2 по времени не совпадают, то на каждый из них ответчик сформирует независимые ответы, которые будут приняты ВРЛ1 с разным временем задержки  $t_{зП}$  и  $t_{зЦ}$ , что будет соответствовать отметкам от двух целей с одинаковым формуляром, но с разным значением дальности:

$$D_{Ц} = t_{зЦ} \cdot c,$$

где  $t_{зЦ}$  – временной интервал, соответствующий временной задержке между сформированным запросом ВРЛ1 и полученным ответом от цели на этот запрос;  $c$  – скорость распространения сигнала. В свою очередь дальность, соответствующая помеховому сигналу:

$$D_{\Pi} = t_{з\Pi} \cdot c,$$

где  $t_{з\Pi}$  – временной интервал, соответствующий временной задержке между сформированным запросом ВРЛ2 и полученным ответом от цели на этот запрос, но уже ВРЛ1. При этом расстояние между целью и помехой будет зависеть от временной задержки между запросами ВРЛ1 и ВРЛ2, а также от соотношения расстояний от цели до радиолокаторов.

Такая же ситуация наблюдается и при формировании второй помехи, только отличие состоит в построении траектории, которая располагается на приближении относительно истинной отметки, так как запрос от ВРЛ1 опережает запрос ВРЛ2. В связи с этим, можно предположить, что в данном случае имеет место отображение на экране диспетчера отметок, образующих равносторонний треугольник, одна из которых является целью, а две других помехами. Исследование этого явления во вторичной радиолокации возможно путем программного моделирования.

### 3. Результаты и обсуждение

На основе описанной задачи, для повышения ситуационной осведомленности диспетчера службы движения в системе вторичной радиолокации, разработана модель функционирования процесса организации воздушного движения с применением графической среды программирования «NI LabVIEW». Особенностью использования данного программного продукта является наличие обширной базы реализованных радиотехнических устройств и возможность визуализации процесса обработки сигналов в реальном масштабе времени [4]. Так координаты ВРЛ1 и ВРЛ2 известны, то на карту нанесены отметки их пространственного размещения, с отображением направления излучения в виде черных линий (рис. 5).

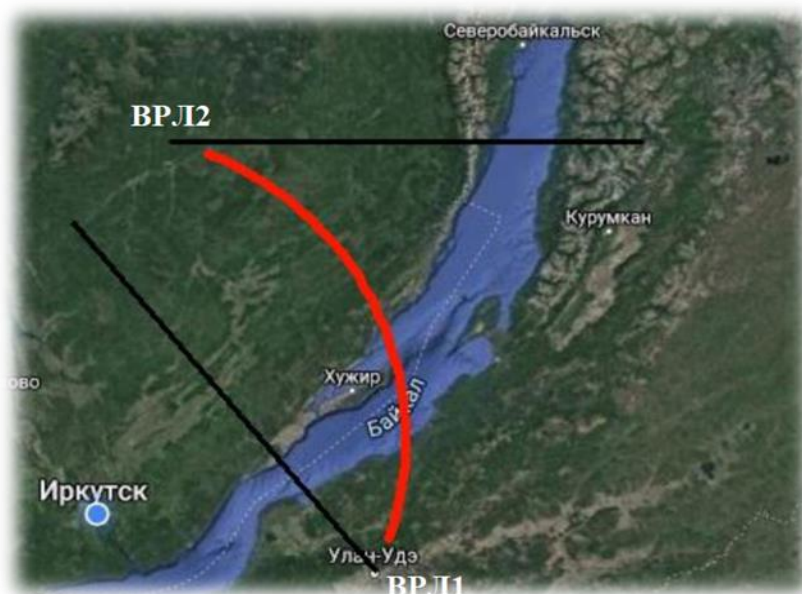


Рисунок 5 – Модель функционирования двух ВРЛ



Так как диаграммы направленности антенных систем вращаются с близкими по значению частотами, то возможна ситуация их пересечения в пространстве (красная линия на рисунке), соответствующая траектории перемещения воздушного судна, где наблюдается взаимное влияние двух ВРЛ на решение задачи построения радиолокационной обстановки в зоне ответственности [7].

В связи с тем, что параметры и характеристики вторичных радиолокаторов известны и по построению они идентичны, то разработанная программная модель пространственного процесса перемещения цели в зоне ответственности двух ВРЛ представлена на рисунке 6.

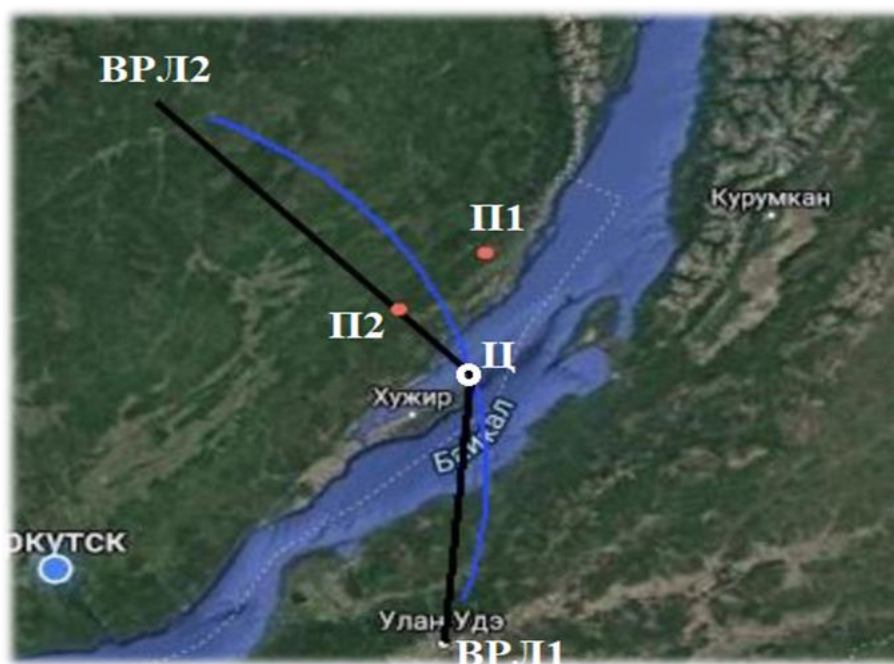


Рисунок 6 – Модель пространственного процесса перемещения цели

Наблюдается решение задачи обнаружения цели и определение ее координат с отображением на карте местности, однако в точке нахождения цели (отметка Ц) наблюдается пересечение лучей диаграмм направленности ВРЛ1 и ВРЛ2 (черные линии), причем такое пересечение возможно и для другого момента времени, линия этого пересечения представлена синим цветом (линия положения). То есть, если цель будет иметь траекторию, соответствующую линии положения, для которой выполняется соотношение текущего рассогласования углов вращения антенных систем ВРЛ1 и ВРЛ2, то наблюдается появление ложных отметок П1 и П2, вызванных взаимным влиянием двух вторичных радиолокаторов.

Разработанный программный комплекс позволяет проводить оценки эффективности функционирования средств вторичной радиолокации в разных центрах организации воздушного движения, с применением различных радиолокаторов. Панели управления и индикации представлены на рисунках 7, 8.



Рисунок 7 – Внешний вид панели управления и индикации

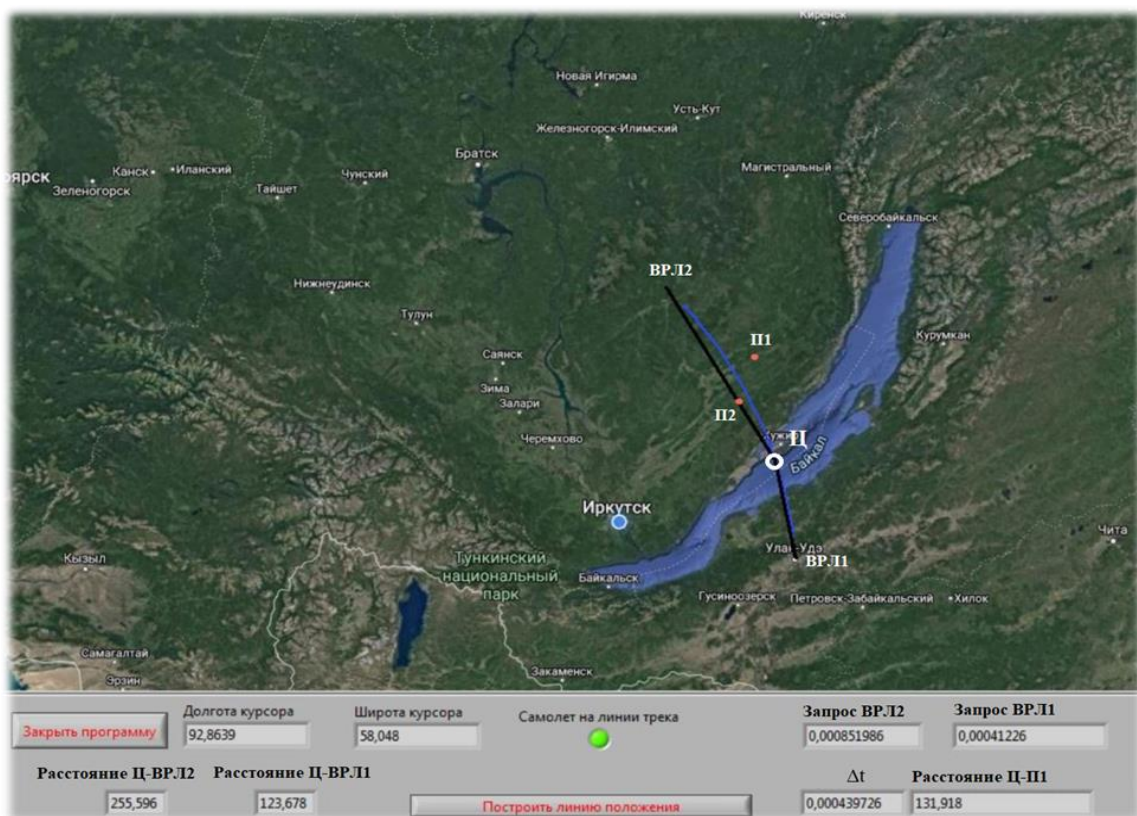


Рисунок 8 – Внешний вид панели управления и индикации

### Заключение

В ходе разбора сложившейся ситуации работа диспетчера службы движения была существенно усложнена действием несинхронных помех в ходе взаимного влияния двух разнесенных вторичных радиолокаторов, проявляющаяся появлением ложных отметок на индикаторе. При проведении

исследований природы появления помех разработан программный комплекс, позволяющий оценивать возможность развития помеховой обстановки в зависимости от многих факторов (координат ВРЛ, параметров запросных сигналов ВРЛ и т.д.).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алешечкин А. М.* Оптимизация траекторий динамических управляемых объектов в интегрированной системе навигации на основе инерциальных и спутниковых технологий / А. М. Алешечкин, В. В. Ерохин // Гироскопия и навигация. 2016. Т. 24, № 2(93). С. 3-19. – DOI 10.17285/0869-7035.2016.24.2.003-019. EDN: WFBWNL.

2. *Ерохин В. В.* Управление траекторией летательного аппарата при полете по заданному маршруту на основе глобальной навигационной спутниковой системы / В. В. Ерохин // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2018. № 3. С. 49-56. EDN: YCKLYT.

3. *Лежанкин Б. В.* Модель устройства формирования запросного сигнала вторичной радиолокации дискретно-адресного режима / Б. В. Лежанкин, В. П. Чурбаков // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 56-64. EDN: MJFBLE.

4. *Межетов М. А.* Перспективы использования системы передачи данных LDACS для задач управления воздушным движением / М. А. Межетов, Е. С. Григорьева, П. Т. Никитич // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции, Иркутск, 15–22 октября 2020 года. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2020. С. 176-182. EDN: GFCDDC.

5. *Скрыпник О. Н.* Оценка характеристик погрешностей позиционирования комбинированных ГЛОНАСС/GPS приемников / О. Н. Скрыпник, Р. О. Арефьев, Н. Г. Арефьева // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10-2. С. 296-301. EDN: VSQSMT.

6. *Туринцев С. В.* Программная реализация алгоритма кодирования и декодирования местоположения ВС в дискретно-адресном режиме вторичной радиолокации / С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 115-121. EDN: YGUUUY.

7. Патент № 2279100 С2 Российская Федерация, МПК G01R 29/10. Способ определения диаграммы направленности антенны: № 2004108663/09 : заявл. 23.03.2004 : опубл. 27.06.2006 / Э. Л. Афраимович, В. А. Караченцев ; заявитель Институт солнечно-земной физики СО РАН. EDN: YUGSML.

8. *Aleshechkin A. M.* Trajectory optimization of dynamically controlled objects in INS/GNSS integrated navigation system / A. M. Aleshechkin, V. V. Erokhin // Gyroscopy and Navigation. 2017. Vol. 8, No. 1. P. 15-23. – DOI 10.1134/S2075108716040027. EDN: YVIROP.

## МЕТОД ОЦЕНКИ ВЕТРОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ РАДИОЛОКАЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ

Галаева К. И., канд. техн. наук

*Московский государственный технический университет гражданской авиации  
(г. Москва)*

**Аннотация.** В статье показан разработанный метод оценки ветровых характеристик, а именно: сдвигов ветра и турбулентности. Указанный метод оценки сдвигов ветра и турбулентности внедрён в метеорологический радиолокационный комплекс «Монокль», в котором осуществляется определение горизонтального сдвига ветра на 600 метров, вертикального сдвига ветра на 30 метров, турбулентности в единицах удельной скорости диссипации турбулентной энергии. Метод оценки сдвигов ветра и турбулентности состоит из 3 этапов, в ходе которых измеренные значения радиальной скорости и её дисперсии – ширины спектра радиальных скоростей являются входными данными для расчёта сдвигов ветра и турбулентности. Далее происходит классификация сдвигов ветра и турбулентности по градациям опасности. На основе метода оценки ветровых характеристик разработаны алгоритмы оценки горизонтального и вертикального сдвигов ветра, параметров удельной скорости диссипации турбулентной энергии. В статье показано, что полученные значения среднеквадратичного отклонения оценок турбулентности, сдвигов ветра удовлетворяют современным существующим требованиям.

**Ключевые слова:** метеолокатор, метод и алгоритмы оценки, ветровые характеристики, удельная скорость диссипации турбулентной энергии, горизонтальный сдвиг ветра, вертикальный сдвиг ветра, градация по степени опасности.

## METHOD FOR ASSESSING WIND CHARACTERISTICS IN A METEOROLOGICAL RADAR COMPLEX

Galaeva K. I., Candidate of Technical Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation  
(Moscow)*

**Annotation.** The article shows the developed method for assessing wind characteristics, namely: wind shear and turbulence. The specified method for assessing wind shear and turbulence has been introduced into the Monocle meteorological radar complex, which determines horizontal wind shear by 600 meters, vertical wind shear by 30 meters, and turbulence in units of the eddy dissipation rate. The method for estimating wind shear and turbulence consists of 3 stages, during which the measured values of the radial velocity and its dispersion - the width of the radial velocity spectrum - are the input data for calculating wind shear and turbulence. Next, wind shear and turbulence are classified according to hazard levels. Based on the method for estimating wind characteristics, algorithms for estimating horizontal and vertical wind shears and eddy dissipation rate have been developed. The article shows that the obtained values of the standard deviation of turbulence and wind shear estimates satisfy modern existing requirements.

**Keywords:** weather radar, assessment method, wind characteristics, algorithms, eddy dissipation rate, horizontal wind shear, vertical wind shear, gradation according to the degree of danger.

## **Введение**

С 2014 по 2022 год при сложных метеоусловиях без метеообеспечения полётов гражданской авиации происходило 34,4% авиационных событий [1], а их причинами являлся недостаточный уровень метеообеспечения, в особенности при обнаружении опасных сдвигов ветра и турбулентности. При этом уникальным источником данных о сдвигах ветра и турбулентности является метеорологический радиолокатор, обладающий высокой дискретностью в пространстве и времени. Организацией АО «Бортовые аэронавигационные системы» был создан наземный малогабаритный метеорологический радиолокационный комплекс «Монокль» (далее – МРЛК), который отвечает современным отечественным и международным требованиям и в настоящее время прошёл этапы предварительных, приёмочных, сертификационных испытаний и опытной эксплуатации. МРЛК способен с высокой пространственной и временной детализацией оценивать очаги сдвигов ветра и турбулентности с последующей градацией на слабый, умеренный, сильный, чрезвычайный на всех этапах полёта воздушного судна. Определение очагов сдвигов ветра и турбулентности стало возможным после разработки метода и алгоритмов оценки ветровых характеристик.

## **Метод оценки ветровых характеристик для секторного режима в МРЛК**

Для оценки турбулентности в облачной атмосфере используется параметр EDR – единица кубического корня из скорости затухания вихря или скорость диссипации турбулентной энергии [2-3], вертикальный сдвиг ветра (далее – ВСВ) оценивается на 30 м, горизонтальный сдвиг ветра (далее – ГСВ) на 600 м, оценки сдвигов ветра и турбулентности осуществляются согласно требованиям ИКАО, Росгидромета РФ, ВМО [2-6].

Начальными данными для оценки сдвигов ветра и турбулентности являются радиальная скорость отражённого сигнала и ширина спектра радиальных скоростей. Далее по входным сигналам радиальной скорости и её дисперсии для конических сечений в каждом канале дальности формируются оценки ГСВ, ВСВ, EDR с заданными диапазоном и дискретностью в ячейках выбранного размера в декартовых координатах. После осуществляется градация ГСВ, ВСВ и EDR по степени опасности согласно классификации ИКАО [3]. Выходная информация отображается на индикаторе кругового обзора МРЛК в виде опасных контуров ГСВ, ВСВ и EDR. На рисунке 1 продемонстрирована схема метода оценки опасных ветровых метеорологических явлений: ГСВ, ВСВ, EDR, разделённая на три этапа.

1 Э Т А П	Входные данные: измеренные значения ширины спектра радиальных скоростей в каналах дальности, м/с		измеренные значения радиальных скоростей в точках области анализа, м/с	
	Оценка параметров: Удельная скорость диссипации турбулентной энергии			
3 Э Т А П	Классификация по степени опасности			
	характеристика турбулентности	$\varepsilon, \text{м}^2/\text{с}^3$	характеристика сдвига ветра	Св на 30 м, Sг на 600 м, м/с
	слабая	0.1-0.4	слабая	0-2
	умеренная	0.4-0.7	умеренная	2-4
	сильная	0.7-1.0..3.0	сильная	4-6
чрезвычайная	>1.0..3.0	очень сильная (опасная)	>6	

Рисунок 1 – Схема метода оценки опасных ветровых метеорологических явлений (ГСВ, ВСВ, EDR) в МРЛК

На основе разработанного метода оценки турбулентности и сдвигов ветра были разработаны алгоритмы оценки удельной скорости диссипации турбулентной энергии, оценки вертикального и горизонтального сдвигов ветра.

### Алгоритм оценки турбулентности для секторного режима в МРЛК

Начальными данными для алгоритма EDR являются: оценки радиальной скорости в каналах дальности, оценки ширины спектра скоростей в каналах дальности.

Выходными данными алгоритма являются оценки EDR в каналах дальности. Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 2.

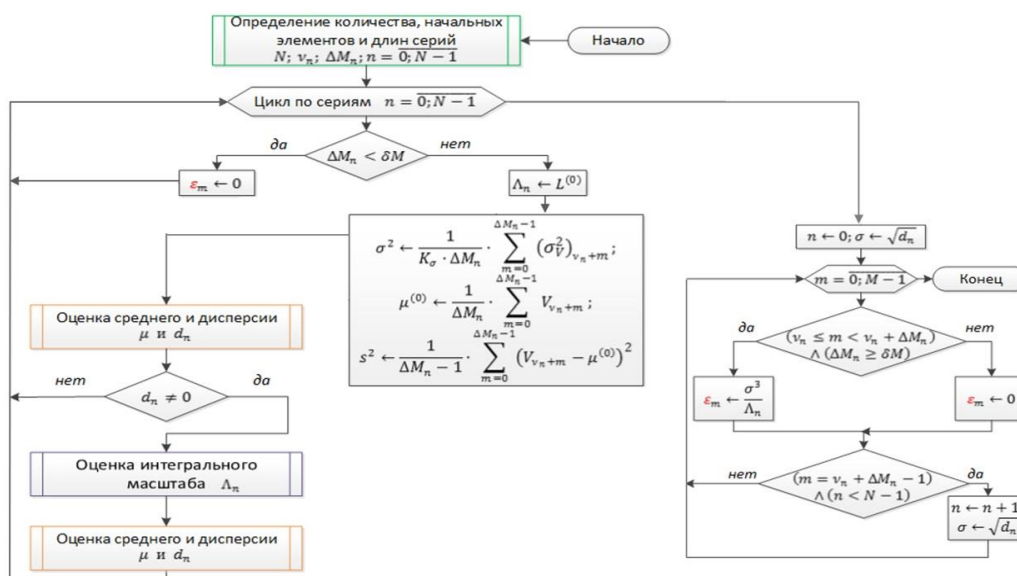


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма оценки турбулентности в МРЛК

## Алгоритмы оценки горизонтального и вертикального сдвигов ветра для секторного режима в МРЛК

Далее приведены алгоритмы оценки сдвигов ветра: на рисунке 3 представлена блок-схема алгоритмов сдвигов ветра. Условия функционирования алгоритма оценки сдвигов ветра аналогичны алгоритму оценки турбулентности.

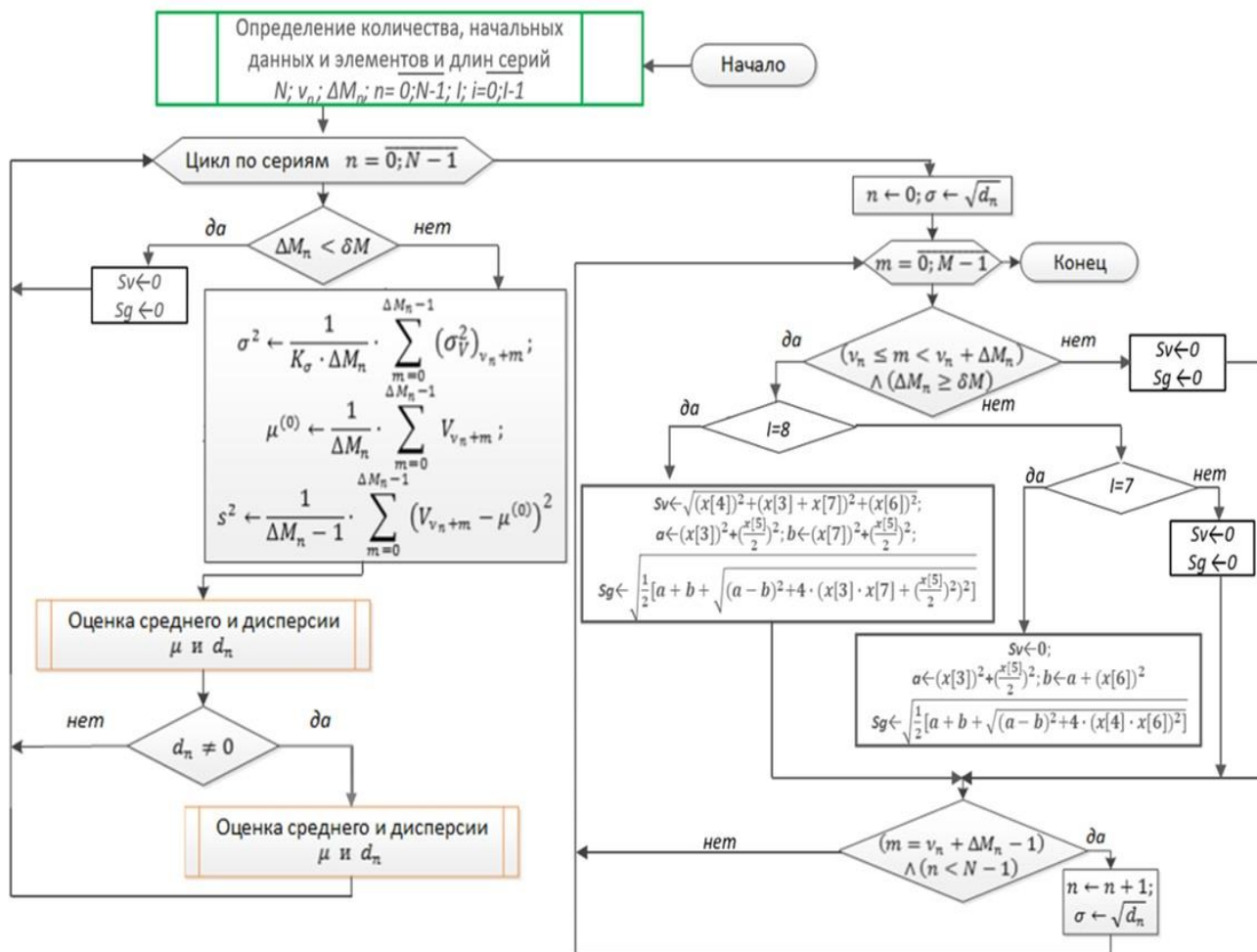


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма оценки сдвигов ветра в МРЛК

Было показано, что в МРЛК дискретность оценки вертикального сдвига ветра соответствует рассмотренным требованиям не более 0,5 м/с в диапазоне значений интенсивности ВСВ на 30 м от не более 0,5 м/с до не менее 6,0 м/с. Следовательно, в МРЛК обеспечивается определение уровней градации опасности вертикального сдвига ветра по его интенсивности в соответствии с рисунком 1 и требованиям [2-10].

Для подтверждения работоспособности разработанных метода и алгоритмов для всей зоны секторного обзора МРЛК (с шириной сектора 0...70°) были получены матрицы значений для удельной скорости диссипации турбулентной энергии EDR (рисунок 4), а также горизонтальный ГСВ и вертикальный ВСВ сдвиги ветра (рисунок 5).

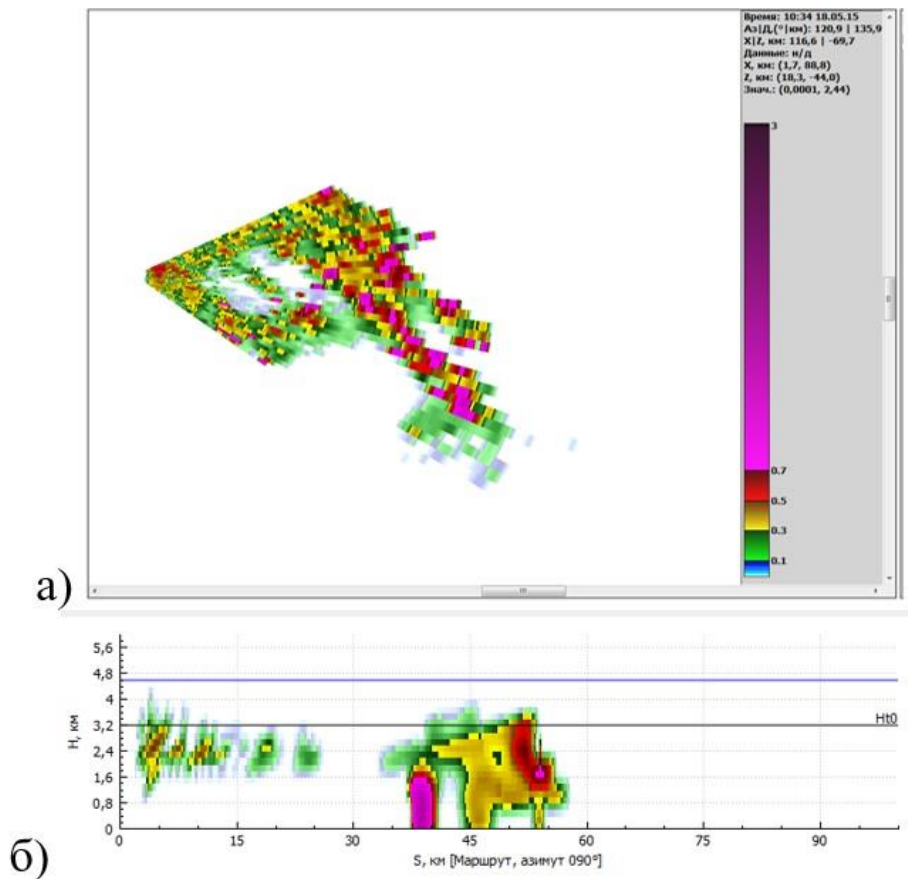


Рисунок 4 – Горизонтальное (а) и вертикальное (б) сечения EDR в секторном режиме в МРЛК

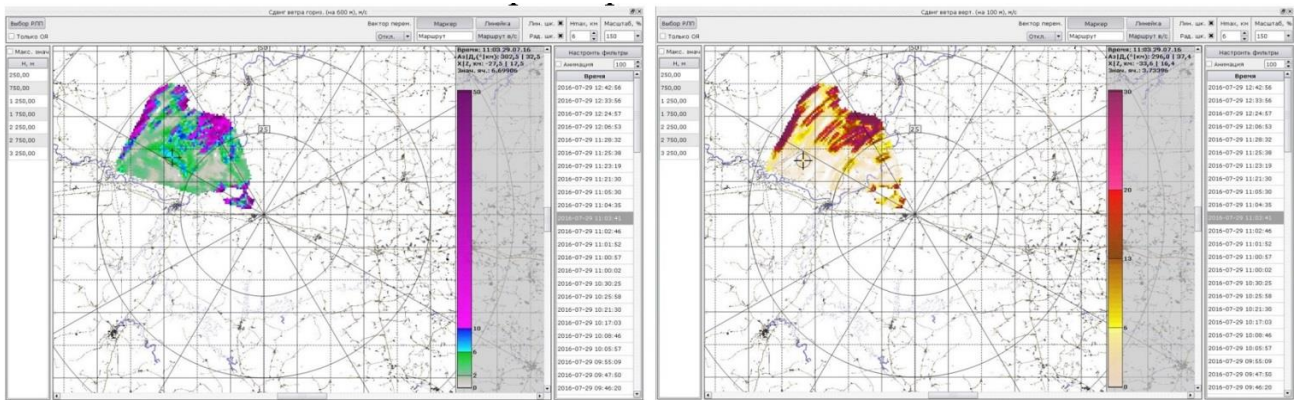


Рисунок 5 – Карта ГСВ (слева) и ВСВ (справа) в режиме «Сектор» в МРЛК

Рисунки 4-5 являются результатами серий экспериментальных испытаний по фактической погоде для аэродрома Орловка (Тверская область).

### Заключение

В настоящее время разработан метод оценки турбулентности и сдвигов ветра в МРЛК, в котором поэтапно определяются радиальная скорость и её среднеквадратичное отклонение – ширина спектра радиальных скоростей. Далее рассчитываются турбулентность в единицах удельной скорости



диссипации турбулентной энергии EDR, горизонтальный сдвиг ветра на 600 метров, вертикальный сдвиг ветра на 30 метров согласно требованиям ИКАО, с градациями степеней опасности. На основе разработанного метода были синтезированы алгоритмы удельной скорости диссипации турбулентной энергии и вертикального, горизонтального сдвигов ветра. Начальными данными для алгоритмов оценки EDR, горизонтального и вертикального сдвигов ветра являются: количество каналов дальности, количество угловых и азимутальных углов, декартовы координаты точек области анализа, значения в каналах дальности V и W. Выходные массивы алгоритмов представляют собой оценки EDR и оценки сдвигов ветра в каналах дальности.

Получены оценки для среднеквадратичного отклонения, которые соответствует выдвинутым в работе требованиям.

*Статья подготовлена в рамках поддержанного грантом Российского научного фонда проекта № 23-29-00450 «Исследование отражательных и турбулентных характеристик атмосферы с использованием нового отечественного метеорологического радиолокационного комплекса ближней зоны «Монокль» в различных климатических зонах в интересах повышения достоверности автоматической классификации опасных метеоявлений».*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The Design and Operation Features of the Near-airfield Zone Weather Radar Complex 'Monocle' / O. V. Vasiliev, E. A. Bolelov, N. V. Gevak [et al.] // 2021 18th Technical Scientific Conference on Aviation Dedicated to the Memory of N.E. Zhukovsky, TSCZh 2021 : 18, Moscow, 29–30 мая 2021 года. – Moscow, 2021. – P. 64-72. – DOI 10.1109/TSCZh53346.2021.9628352. – EDN JTTBLZ.
2. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. ВМО-№8, Женева, 2010.
3. Руководство по сдвигу ветра на малых высотах. Doc 9817 AN/449. ИКАО, Монреаль, 2005.
4. Методические указания по использованию информации доплеровского метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в синоптической практике. М., 2019. 129 с.
5. Авиационные правила. Часть 170. Сертификация оборудования аэродромов и воздушных трасс (АП-170). Том II. Сертификационные требования к оборудованию аэродромов и воздушных трасс. Дата актуализации: 01.02.2020.
6. Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации. Прил.3 к Конвенции о международной гражданской авиации. ИКАО, Монреаль, 2013.
7. Основные технические требования к системе обнаружения опасных атмосферных явлений и штормового оповещения на базе метеорологических радиолокаторов. Приказ Росгидромета №95 от 21.06.2004 г.
8. Руководство по авиационной метеорологии. Изд.10. ИКАО, Монреаль, 2015.
9. Руководство по Глобальной системе наблюдений. Изд.3-е. ВМО №488, Женева, 2010.
10. Руководство по требованиям к системе организации воздушного движения. Doc 9882. ИКАО, Монреаль, 2008.

## МОДЕЛЬ КАНАЛА ВТОРИЧНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНО-АДРЕСНОГО РЕЖИМА

Ерохин В. В., д-р техн. наук  
Лежанкин Б. В., канд. техн. наук  
Чурбаков В. П.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** Процесс организации воздушного движения требует обеспечения высокой безопасности полетов, их регулярности и эффективности. Достижение этих показателей возможно за счет применения перспективных технологий и технических средств. Удаленное управление воздушными судами возможно путем внедрения средств наблюдения, обеспечивающих оперативное получение информации о пространственных координатах и параметрах движения. Рекомендованная международной авиационной организацией для внедрения система вторичной радиолокации на основе дискретно-адресного режима обеспечивает высокоскоростной обмен данными между службой движения («земля») и экипажем воздушного судна («борт»). Оценка эффективности внедрения данной концепции путем математического моделирования является актуальной технической задачей.

**Ключевые слова:** организация воздушного движения, воздушное судно, запросный сигнал, ответный сигнал, программное обеспечение LabVIEW.

## MODEL OF A SECONDARY RADAR CHANNEL BASED ON DISCRETE- ADDRESS MODE

Erokhin V. V., Doctor of Technical Sciences  
Lezhankin B. V., Candidate of Technical Sciences  
Churbakov V.P.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** Air traffic management (ATM) requires high flight safety, regularity and efficiency. These targets can be achieved by using promising technologies and technical means. The remote control of aircraft can be provided by implementing surveillance systems ensuring operative information of spatial coordinates and motion parameters. The secondary radar based on discrete-address mode recommended by ICAO for implementation provides high-speed ground-to-air data exchange (between the traffic control and the aircraft crew). Assessment of the concept implementation efficiency by mathematical modelling is an urgent technical problem.

**Keywords:** air traffic management, aircraft, interrogation signal, reply signal, LabVIEW software.

### **Введение**

В последнее десятилетие постоянно ужесточаются требования к безопасности полетов, которые достигаются при помощи систем организации воздушного движения (ОрВД), представляющих автоматизированный сервис управления воздушным движением (УВД). Задача наземных служб состоит в

построении и контроле выдерживания заданных маршрутов движения в зоне ответственности, исключая опасное сближение воздушных судов (ВС) по горизонтали и вертикали.

Самолетовождение и УВД от взлета до посадки представляет собой непрерывный последовательный и взаимосвязанный процесс, обеспечиваемый сложным комплексом автоматизированных средств пилотирования и навигации, наземных, спутниковых и других средств управления. Глубокая взаимосвязь задач, решаемых объектами авиационной транспортной системы в процессе самолетовождения и УВД по обеспечению безопасности воздушного движения, позволяет выделить в составе авиационной транспортной системы (АТС) единый комплекс УВД [2, 5, 9].

В связи с этим процесс организации воздушного движения должен рассматриваться в комплексе взаимодействия наземного и воздушного (бортового) сегментов оборудования для решения задач безопасного, регулярного и эффективного обеспечения самолетовождения для реализации задач региональной, федеративной и международной аэронавигации.

Системы авиационного наблюдения являются важным элементом современной аэронавигационной инфраструктуры, необходимым для безопасной организации растущих объемов еще более сложного воздушного движения [1]. Их применение способствует повышению пропускной способности и уровня безопасности полётов.

Особое внимание для реализации данной концепции уделено наземному сегменту, как по предварительной оценке, являющемуся наиболее затратным, однако, учитывая количество эксплуатируемых в настоящее время ВС, становится очевидной проблема реализации совместной работы и бортового оборудования, являющегося предметом собственности и эксплуатации участников воздушного движения в виде авиакомпаний и юридических собственников ВС.

### **Анализ существующих систем наблюдения, реализующих функцию дистанционного управления воздушными объектами. Дискретно-адресный режим вторичной радиолокации**

Все используемые в настоящее время и перспективные системы наблюдения за воздушной обстановкой, обозначенные Комитетом по будущим аэронавигационным системам FANS термином – Surveillance System, разделяются на два основных типа:

- системы зависимого наблюдения;
- системы независимого наблюдения.

В системах зависимого наблюдения местоположение ВС или какого-либо другого транспортного средства определяется на борту, и затем полученные данные передаются органу ОрВД.

К системам зависимого наблюдения относится оборудование передачи речевых сообщений экипажей о местоположении ВС VPR (Voice Position Reports) [8]. Наблюдение на основе передачи речевых донесений используется в основном там, где по той или иной причине отсутствует возможность

применения радиолокационного наблюдения. Чаще всего такой вид наблюдения применяется в воздушном океаническом пространстве или в континентальном пространстве с обширными труднодоступными участками суши. Экипажи ВС передают сообщения о своем местонахождении органам ОрВД с помощью соответствующих средств радиосвязи или непосредственно, или через станцию авиационной связи с последующей их ретрансляцией органам УВД. Для связи в качестве несущих частот используются или высокие частоты HF (High Frequency), или очень высокие частоты VHF (Very High Frequency). Основными недостатками такого вида наблюдения являются малая оперативность, информативность и скорость передачи сообщений. Кроме того, передача речевых сообщений требует от экипажей ВС и особенно от диспетчерского состава наземных служб значительных затрат времени, отвлекая их от выполнения своих основных функций [7]. Концепция развития систем CNS/ATM предполагает замену этого вида наблюдения на более совершенные системы.

Однако, в настоящее время перспективным каналом передачи данных в системах АЗН-В и системах многопозиционной навигации остается бортовой сегмент в виде самолетного ответчика, реализующего дискретно-адресный режим или S режим на частоте 1090 МГц [4].

Применение системы независимого наблюдения требует наличие наземных средств, использующих метод радиолокации с активным ответом, причем расширение функционала требует применение методов доставки сведений о полете, содержащих большее количество полетных данных, что подразумевает внедрение дискретно-адресного режима вторичной радиолокации (ВРЛ).

Для совершенствования организации воздушного движения внедряется дискретно-адресный режим вторичной радиолокации, позволяющий существенно разгрузить частотный диапазон путем сокращения числа запросов и ответов, так как каждый формируемый запрос предназначен конкретным ВС, имеющим свой персональный номер. Сигнал запроса формируется на частоте 1030 МГц, а ответа на частоте 1090 МГц.

При разработке дискретно-адресной технологии ИКАО было определено условие совместимости нового режима с используемыми, в настоящее время, без резкого скачка затрат на модернизацию бортового оборудования.

В связи с этим существуют два типа запросных сигналов [6]:

– запрос общего вызова (рис. 1.а), предназначенный для проведения опроса всех участников воздушного движения, находящихся в зоне ответственности ВРЛ на предмет определения типа ответчика (УВД, RBS или S);

– запрос режима S (рис. 1.б), предназначенный только для ВС, оборудованных ответчиками S, и содержит персональный 24 битный номер, присвоенный ИКАО.

Ответные сигналы формируются ответчиками в соответствии с используемыми режимами и представляют собой стандартное сообщение, вид сообщения режима S представлен на рисунке 1.в.

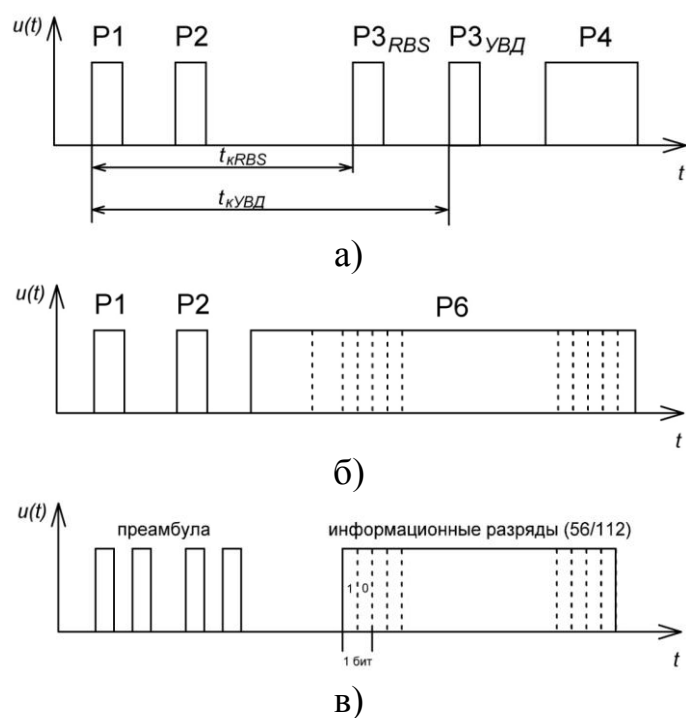


Рисунок 1 – Сигналы запроса и ответа режима S ВРЛ:  
 а) общего вызова; б) непосредственно режим S ВРЛ; в) адресного ответа

На рисунке 1.а) представлен сигнал запроса общего вызова, который состоит из четырех импульсов: первые три предназначены для ответчиков, работающих в действующих режимах УВД и RBS, временной интервал между которыми определяет смысловую нагрузку запроса. Четвертый импульс предназначен для ответчиков режима S ВРЛ.

Запрос непосредственно режима S (рис. 1.б) включает преамбулу, состоящую из двух импульсов, предназначенных для блокировки ответчиков режимов УВД и RBS, так как они воспринимают эту последовательность как сигнал, излученный боковым лепестком диаграммы направленности антенны (ДНА). Следующая часть запросного сигнала является информационной частью, состоящая из 56 или 112 бит информации, передаваемой посредством применения относительной фазовой модуляции. Модуляция фазы высокочастотной несущей обеспечивает скорость передачи данных 4 Мбит/с, что позволяет передать 112-битовое сообщение за время, соответствующее блокировке обычных ответчиков [10].

Ответ режима S (рис. 1.в) состоит из четырех импульсов (преамбулы) характерных для всех ответов, сопровождаемой последовательностью импульсов, которые содержат 56 или 112 битов информации, временное положение импульса внутри одного бита несет информацию о значении двоичного символа (информационный блок).

### Материалы и методы решения задачи и принятые допущения. Описание метода ВРЛ

Согласно руководящим документам все ВС, выполняющие полеты в верхнем воздушном пространстве (полеты по приборам), обязаны иметь на

борту приемоответчики режимов RBS или S. Особое внимание уделяется полноценной реализации канала ВРЛ «воздух-земля» дискретно-адресного режима (режима S), а именно формированию запросного сигнала, отвечающего требованиям установленного стандарта.

Система ВРЛ в настоящее время является основным средством наблюдения для организации воздушного движения в виду ряда преимуществ:

- высокая точность определения координат целей;
- наличие дополнительной информации о воздушном судне (номер борта, высота и т.д.);
- малая по сравнению с первичными РЛС мощность излучения;
- большая дальность обнаружения.

В связи с этим данное средство наблюдения является основным средством в работе службы движения и обеспечении организации воздушного движения.

Построение функционала работы системы неразрывно связано со структурой используемых радиосигналов, несущих информацию для успешной работы системы. В связи с этим функциональная схема ВРЛ, включающая наземный и бортовой сегмент, представлена на рисунке 2.

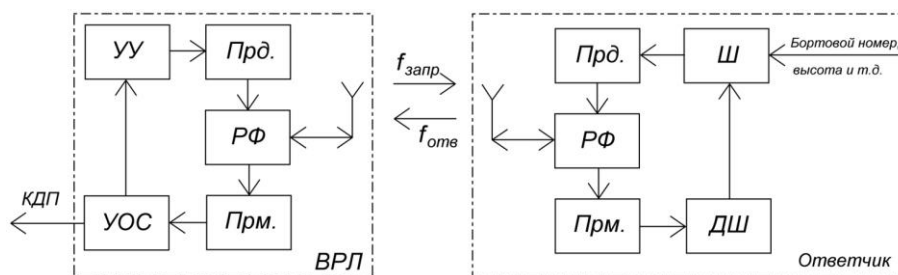


Рисунок 2 – Функциональная схема ВРЛ: УУ – устройство управления; Прд.– передатчики; РФ – разделительные фильтры; Прм. – приемники; УОС – устройство обработки сигналов; Ш – шифратор; ДШ – дешифратор

Наземный сегмент в виде вторичного радиолокатора (ВРЛ) формирует запросный сигнал на частоте  $f_{запр}$ , структура которого зависит от режима работы: устройство управления (УУ) определяет смысловую информацию, закладываемую в запросный сигнал (запрашиваемый параметр), а передатчик формирует сигнал в виде последовательности радиоимпульсов с заданными параметрами, который через разделительный фильтр поступает в антенную систему и излучается в пространство.

Самолетные ответчики, находящиеся в зоне действия наземной ВРЛ, принимают запросный сигнал на частоте  $f_{запр}$ , который через разделительный фильтр поступает в приемник. В приемнике ответчика выполняются стандартные процедуры селекции, преобразование частоты, усиления и детектирования запросных сигналов, а также подавление сигналов, излученных боковыми лепестками диаграммы направленности антенной системы наземной ВРЛ (подавление по запросу). Далее дешифратор по временному интервалу между импульсами запросного сигнала выделяет смысловую информацию запроса (запрашиваемый параметр: номер рейса, высота и т.д.). Шифратор ответчика, в

зависимости от типа запрашиваемого параметра формирует импульсную последовательность ответного сигнала, причем состав последовательности определяется режимом вторичной радиолокации (УВД, RBS или S). В передатчике ответчика сформированная импульсная последовательность модулируется высокочастотной составляющей, усиливается, через разделительный фильтр поступает в антенну и излучается в пространство на частоте  $f_{\text{отв}}$ .

Антенная система наземной ВРЛ, принимая ответный сигнал с борта воздушного судна, направляет его через разделительный фильтр в приемник, где кроме стандартных процедур: селекции, преобразование частоты, усиления и детектирования ответных сигналов, выполняется подавление принятых боковыми лепестками диаграммы направленности сигналов (подавление по ответу). В устройстве обработки сигналов (УОС) решаются задачи определения координат воздушного судна, путем измерения временной задержки между запросным и ответным сигналом (вычисляется дальность) и фиксации текущего угла поворота антенной системы, в момент приема ответного сигнала (азимут). Кроме того, в УОС извлекается информация о значении запрошенного и соответственно переданного с борта ВС параметра (номер рейса, высота и т.д.). Измеренные координаты и значение параметра передаются на командно-диспетчерский пункт (КДП) для формирования отметки от ВС на индикаторе диспетчера службы ОрВД. УОС также управляет передатчиком наземной ВРЛ, определяя очередность формирования разных типов запросных сигналов.

Наземный сегмент в настоящее время является наиболее понятным и реализованным в существующих объектах службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС), однако в бортовом оборудовании системы ВРЛ, реализующем режим S в настоящее время есть сложности, связанные с разработкой отечественных аналогов, обеспечивающих безопасное функционирование всей системы ОрВД.

### **Результаты. Построение модели канала вторичной радиолокации**

Процесс оценки эффективности канала обмена данными, реализующего режим S ВРЛ, путем проведения реальных измерений на действующем оборудовании системы наблюдения требует больших экономических затрат. Однако, применение существующего современного программного обеспечения, позволяющего создавать адаптивные модели функционирования оборудования ВРЛ, использующего структуру сигналов обмена данными позволяет оценить возможности перспективного режима S.

В результате проведения исследований были смоделированы запросные и ответные сигналы дискретно-адресного режима системы вторичной радиолокации в программной среде LabVIEW.

Программное обеспечение LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) – это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments. В данной среде можно моделировать различные сигналы, что позволяет оценить их основные характеристики и параметры: амплитуда, частота, фаза, длительность импульса, ширина спектра и база сигнала [3].

Модель сигнала общего вызова представлена на рисунке 3. Временной интервал между импульсами P1 и P3 ( $T_{к.з.}$ ) несет информацию о типе запрашиваемого с борта ВС параметра, значение 8 мкс соответствует запросу номера ВС («Сквок»). Импульс P2 служит для защиты ответчика от приема запросов по боковым лепесткам ДНА, импульс P4 предназначен специально для ответчиков режима S [11].

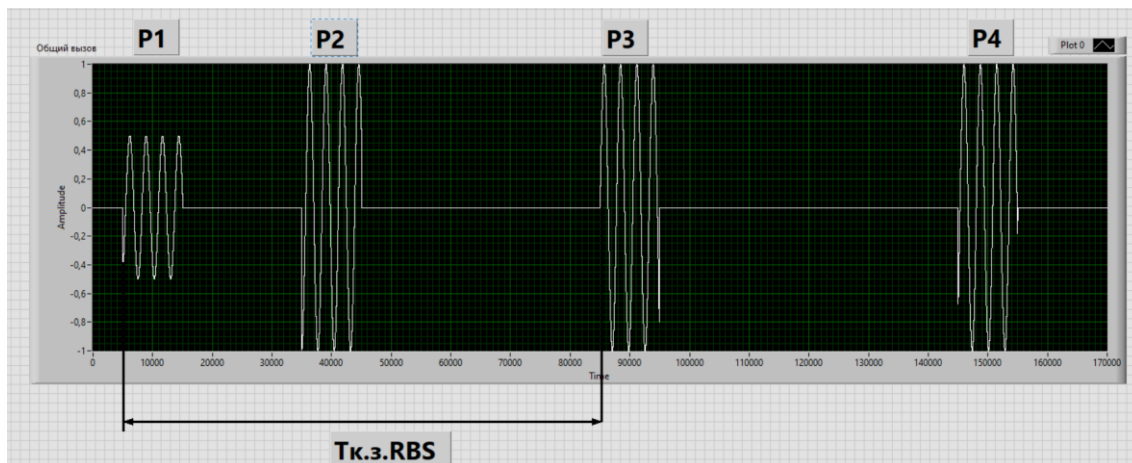
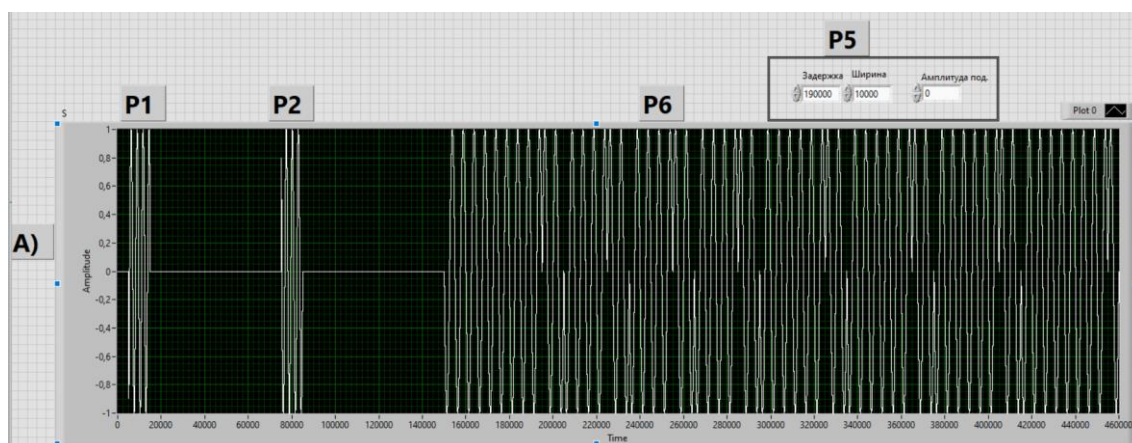


Рисунок 3 – Вид запросного сигнала общего вызова

Модель запросного сигнала персонального вызова режима S приведена на рисунке 4 без подавления (а), с подавлением (б). Импульсы P1 и P2, излучаемые основным лепестком ДНА имеют одинаковые амплитуды и несут признак для ответчиков режимов УВД и RBS, как излученные боковым лепестком ДНА, закрывая их для приема данного запроса, для них не предназначенного. Для защиты адресного ответчика от приема запросов по боковым лепесткам ДНА используется импульс P5, излучаемый каналом подавления, который совмещен с временным интервалом первого «переворота» фазы, соответствующего нулю на временной шкале кодовой последовательности. Появление импульса P5 при достаточной амплитуде затеняет опрокидывание синхрофазы в адресном ответчике, в результате чего информация не декодируется (рис. 4.б).





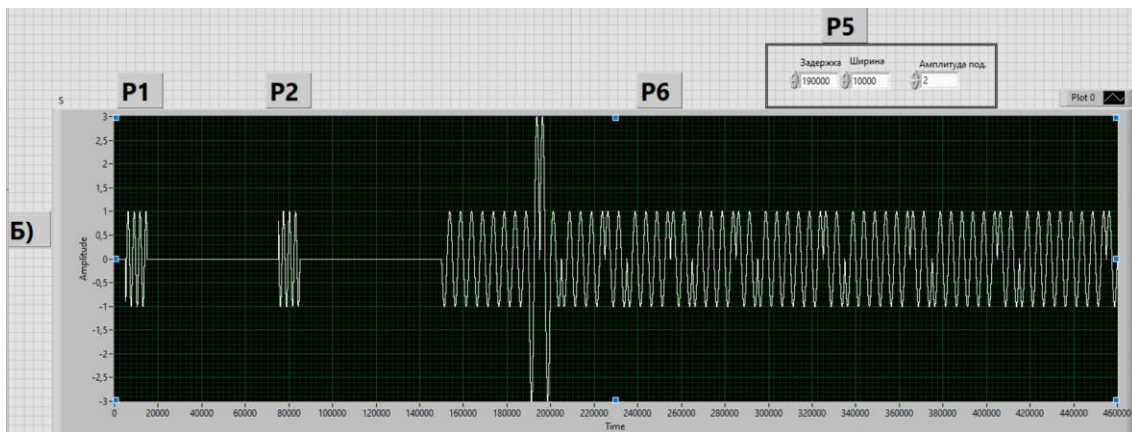


Рисунок 4 – Вид запросного сигнала режима S: а) без подавления;  
б) с подавлением

Импульс P6, несущий персональную информацию для ВС с ответчиком режима S, кодируется относительной фазовой манипуляцией (ОФМ, DPSK – Differential Phase Shift Keying) в зависимости от значения информационного элемента изменяется только фаза сигнала при неизменной амплитуде и частоте (рис. 5). Причем каждому информационному биту ставится в соответствие не абсолютное значение фазы, а ее изменение относительно предыдущего значения. Информационная часть сигнала запроса, передаваемая импульсом P6, представлена на рисунке 5 и содержит:

- две продолжительные посылки (1,25 и 0,5 мкс), предназначенные для подстройки по фазе гетеродина бортового ответчика;
- 32 или 88 импульсов для передачи кода запроса;
- 24 импульса адреса запроса [6].

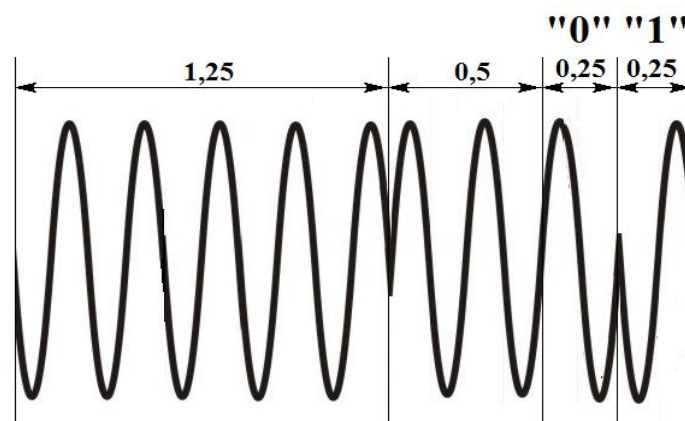


Рисунок 5 – Структура импульса P6 запросного сигнала режима S

Формирование в канале передачи данных шумовой составляющей позволяет проводить исследования на помехоустойчивость и оценить качество передаваемой информации на приемной стороне. Шумовая составляющая представляет собой белый гауссовский шум, спектр которого изображен на рисунке 6.

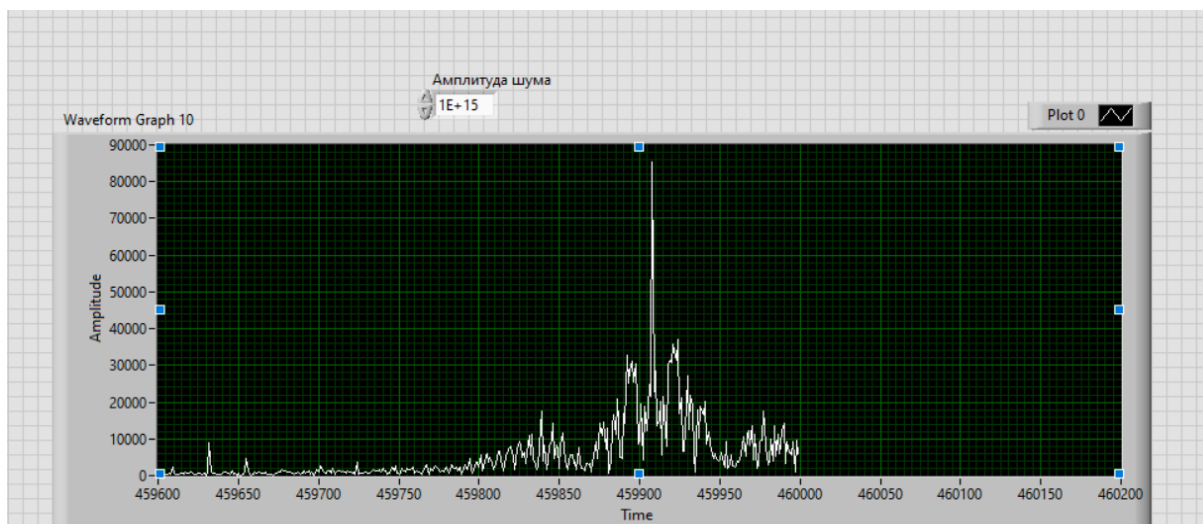


Рисунок 6 – Спектр сигнала с БГШ

Временная диаграмма запросного сигнала и шума, действующего в канале передачи данных, представлена на рисунке 7.

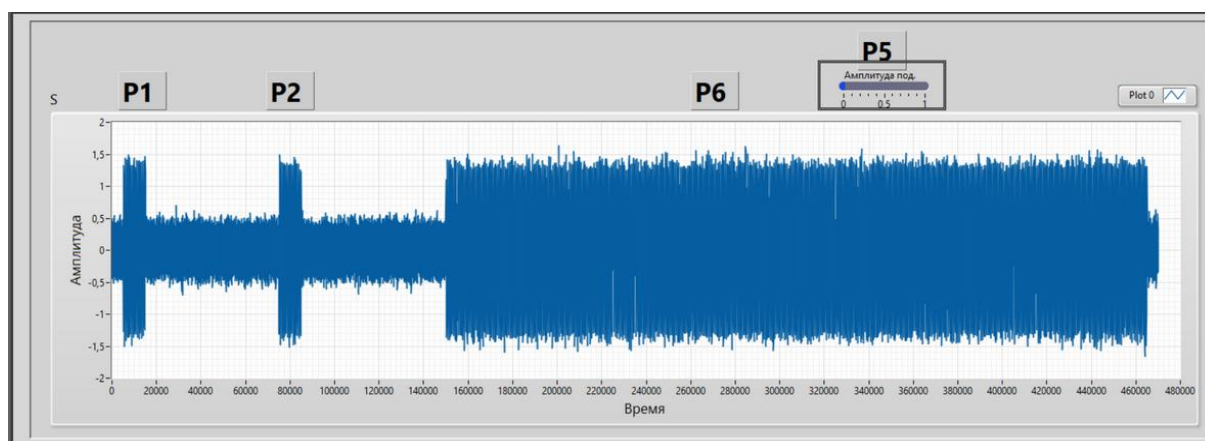


Рисунок 7 – Смесь запросного сигнала и БГШ

Формирование ответного сигнала режима S осуществлялось на основе структуры, представленной на рисунке 8, причем информационный импульс использует модуляцию, в которой на один бит передаваемой информации выделяется двойной временной интервал, если импульс размещен в начале интервала, то передается двоичная единица («1»), если в конце, то логический ноль («0»).

Такой метод кодирования обладает высокой помехоустойчивостью и существенно экономит энергетический потенциал передатчика, так как независимо от передаваемой кодовой комбинации количество импульсов в посылке постоянно. Возможны два типа ответного сигнала: короткое сообщение, содержащее номер ВС, и длинное, дополнительно имеющее значение передаваемого параметра.



Рисунок 8 – Структура стандартного ответного расширенного сообщения

В основу функционирования формирователя ответного сигнала, представленного на рисунке 9, заложен принцип последовательного построения информационного слова, имеющего независимые части.

Начало ответного сигнала содержит информационную преамбулу, предназначенную для определения принадлежности ответного сигнала к дискретно-адресному режиму, и у всех ответов одинаковая, содержащая 8 бит, генерируемая формирователем преамбулы (ФП). Далее, исходя из структуры ответного сигнала, создаётся идентификатор формата в ФИФ, несущий информацию о типе сообщения (короткое 56 бит или длинное 112 бит). Следующие 27 бит образуются формирователем проверочных символов (ФПС), содержащие информацию слежения и контроля. Затем блок формирователя информационной части (ФИЧ) генерирует информационную часть, состоящую из 56 или 112 бит в зависимости от ФИФ. Окончанием сообщения являются 24 бит, формируемые в ФИН, содержащие информацию о номере ВС (рис. 10).

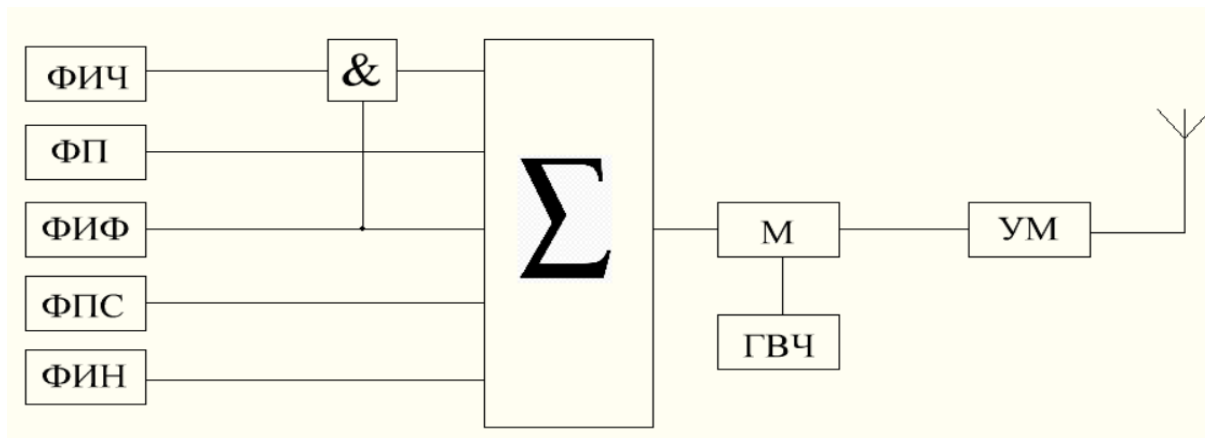


Рисунок 9 – Формирователь ответного сигнала: ФИЧ – формирователь информационной части; ФП – формирователь преамбулы; ФИФ – формирователь идентификатора формата; ФПС – формирователь проверочных символов; ФИН – формирователь индивидуального номера; М – модулятор; ГВЧ – генератор высокой частоты; УМ – усилитель мощности

После сложения всех составных частей в сумматоре выполняются стандартные процедуры высокочастотного заполнения (модуляции) и усиления в УМ для передачи антенной системе с последующей трансляцией на наземный сегмент средства наблюдения для решения задач ОрВД.

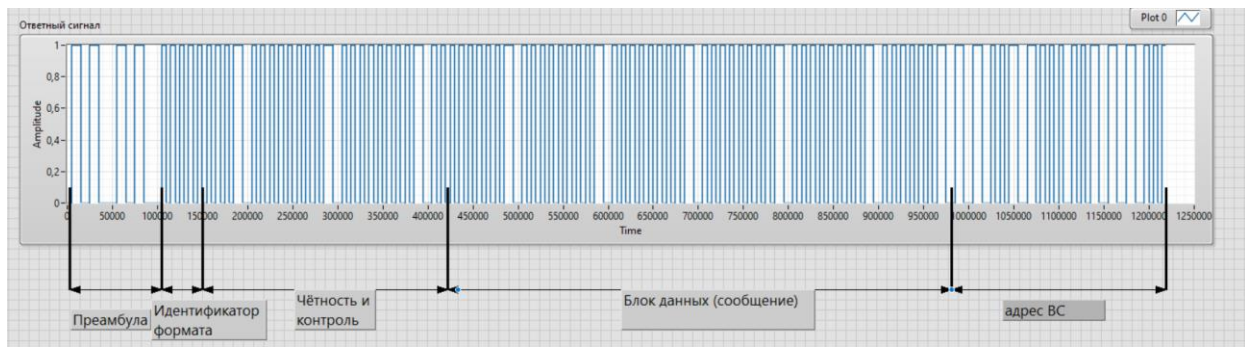


Рисунок 10 – Сформированное ответное сообщение режима S

### Обсуждение

Исследование эффективности использования современных концепций организации воздушного движения возможно путем применения программного обеспечения, отвечающего современным запросам построения авиационных систем. Моделирование физических процессов, протекающих в радиоканале передачи данных, использующих передовые технологии, облегчает понимание функционирования и построение системы наблюдения, а также позволяет визуализировать эти процессы. Использование в запросном сигнале относительной фазовой модуляции обеспечивает высокую помехоустойчивость и скорость передачи информации по каналу «земля-борт». Наличие в сообщении персонального 24 битного идентификационного номера ВС, присеваемого ИКАО, позволяет существенно разгрузить частотный диапазон, так как каждый запрос предназначается только одному ВС. Построение ответного сигнала с использованием импульсной модуляции с активной паузой существенно повышает эффективность использования бортового оборудования. Формирование адекватных моделей построения каналов передачи информации между службой ОрВД и экипажами ВС, позволяющие на основе формирования разных помеховых ситуаций оценивать эффективность систем наблюдения. Предлагаемые модели могут быть реализованы в перспективном бортовом и наземном оборудовании, реализующем концепцию CNS/ATM.

### Заключение

Рекомендованная к внедрению ИКАО концепция организации воздушного движения, реализующая дискретно-адресный режим (режим S) системы наблюдения на основе радиолокационного метода с активным ответом, позволяет существенно повысить показатели безопасности полетов, регулярность и эффективность воздушных перевозок. А адаптация внедрения дискретно-адресного режима в систему вторичной радиолокации позволит обеспечить реализацию единых методов самолетовождения в мировом воздушном пространстве.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арефьев Р. О.* Применение помехоустойчивого кодирования при обработке сообщений локальной корректирующей станции / Р. О. Арефьев, С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. – С. 22-32. EDN YMDPPC.
2. *Ерохин В. В.* Управление траекторией летательного аппарата при полете по заданному маршруту на основе глобальной навигационной спутниковой системы / В. В. Ерохин // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2018. № 3. С. 49-56. EDN YCKLYT.
3. *Ерохин В. В.* Автоматизированный программно-аппаратный комплекс в среде LabVIEW для исследования эффективности подавления ПЭМИН / В. В. Ерохин, Е. В. Зайнулин // Вестник научных конференций. 2021. No 5-2(69). С. 23-24. EDN SPKRAV.
4. *Лежанкин Б. В.* Демодуляция сигналов канала вторичной радиолокации в системе ADS-B / Б. В. Лежанкин, М. А. Межетов, С. В. Туринцев // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2018. № 1. С. 32-44. EDN FWZOZC.
5. *Лежанкин Б. В.* Системный анализ задачи определения местоположения воздушного судна в многопозиционной системе наблюдения / Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин, В. С. Марюхненко // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. 2019. № 1(2). С. 46-61. EDN ZDOOGT.
6. *Лежанкин Б. В.* Модель устройства формирования запросного сигнала вторичной радиолокации дискретно-адресного режима / Б. В. Лежанкин, В. П. Чурбаков // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 56-64. EDN MJFBLE.
7. *Межетов М. А.* Выделение сигналов тактовой синхронизации в системах передачи информации режима VDL-2 / М. А. Межетов, С. В. Туринцев // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2017. № 2. С. 191-200. EDN YOXNJL.
8. *Межетов М. А.* Перспективы использования системы передачи данных LDACS для задач управления воздушным движением / М. А. Межетов, Е. С. Григорьева, П. Т. Никитич // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции, Иркутск, 15–22 октября 2020 года. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2020. С. 176-182. EDN GFCDDC.
9. Оценка наблюдения с использованием систем ADS-B и мультilaterации в целях обеспечения обслуживания воздушного движения и рекомендации по их внедрению. Международная организация гражданской авиации. Циркуляр ИКАО 326-AN/188, 2013. 29 с.
10. *Сосулин Ю. Г.* Теоретические основы радиолокации и радионавигации: учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. М.: Радио и связь, 1992. 303 с.
11. *Туринцев С.В.* Программная реализация алгоритма кодирования и декодирования местоположения ВС в дискретно-адресном режиме вторичной

радиолокации / С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро «Туполев», 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2022. С. 115-121. EDN YGUUUY.

**УДК 621.391.072**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМАТОВ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Куликов Г. В., д-р техн. наук  
Данг Суан Ханг

*МИРЭА – Российский технологический университет  
(г. Москва)*

**Аннотация.** Мобильные услуги, особенно доступ в Интернет на борту воздушных судов, являются важным аспектом современной авиационной отрасли. При реализации высокоскоростной связи с воздушными судами часто возникают различные специфические проблемы. В этих условиях спутниковые системы играют ключевую роль в обеспечении широкополосного доступа к Интернету в полете. Практическое использование сигналов с амплитудно-фазовой манипуляцией (АФМ) для высокоскоростной передачи информации в области спутникового вещания показало, что по своему потенциалу они превосходят другие технологии и открывают перспективы для совершенствования этой услуги.

Основными преимуществами таких систем, использующих АФМ сигналы, являются высокая пропускная способность, высокая помехоустойчивость, глобальное покрытие, эффективное использование частотных ресурсов и др.

В работе рассмотрена возможность передачи сигнала 16-АФМ с форматом созвездия с точкой нулевой амплитуды (1,4,11) и (1,5,10), а также сигналов 32-АФМ с оптимизированным форматом в гауссовском канале связи. Выбор оптимальных соотношений амплитуд разных окружностей созвездия осуществляется путем поиска минимума вероятности битовой ошибки. Проведено сравнение характеристик помехоустойчивости со стандартными форматами АФМ сигналов, используемыми в других системах спутникового вещания. Показано, что использование созвездий с точкой нулевой амплитуды дает возможность повышения помехоустойчивости приема АФМ сигналов за счет более равномерного распределения энергии между сигнальными точками созвездия. Полученные результаты раскрывают потенциал практического применения предложенных оптимальных форматов созвездий сигналов 16-АФМ и 32-АФМ для предоставления мобильных услуг пассажирам гражданской авиации.

Цель работы – оптимизация сигнальных созвездий сигналов 16-АФМ и 32-АФМ для применения в перспективной системе широкополосного доступа для авиапассажиров.

**Ключевые слова:** система широкополосного доступа, амплитудно-фазовая манипуляция, сигнальное созвездие, помехоустойчивость, спутниковая связь.

# OPTIMIZATION OF SIGNAL FORMATS FOR A PROMISING CIVIL AVIATION BROADBAND ACCESS SYSTEM

Kulikov G. V., Doctor of Technical Sciences  
Dang Xuan Khang

*MIREA – Russian Technological University  
(Moscow)*

**Abstract.** Currently, mobile services, especially Internet access on board aircraft, are an important aspect of the modern aviation industry. When implementing high-speed communication with aircraft, various specific problems often arise. In these conditions, satellite systems play a key role in providing broadband Internet access in flight. The practical use of signals with amplitude-phase shift keying (APSK) for high-speed transmission of information in the field of satellite broadcasting has shown that they surpass other technologies in their potential and opens up prospects for improving this service.

The main advantages of such systems using APSK signals are high bandwidth, high noise immunity, global coverage, efficient use of frequency resources, etc.

The paper considers the possibility of transmitting a 16-APSK signal with a constellation format with a zero amplitude point (1,4,11) and (1,5,10), as well as 32-APSK signals with an optimized format in a Gaussian communication channel. The choice of optimal amplitude ratios of different circles is carried out by searching for the minimum probability of a bit error. The noise immunity characteristics are compared with standard APSK signal formats used in some other systems. It is shown that the use of constellations with a point of zero amplitude increases the noise immunity of receiving APSK signals due to a more uniform distribution of energy between the signal points of the constellation. The obtained results reveal the potential of practical application of the proposed optimal formats of constellations of signals 16-APSK and 32-APSK for the provision of mobile services to passengers of civil aviation.

The aim of the work is to optimize the signal constellations of 16-APSK and 32-APSK signals for use in a promising broadband access system for air passengers.

**Keywords:** broadband access system, amplitude-phase shift keying, signal constellation, noise immunity, satellite communication.

## Введение

Гражданская авиация, как транспортная отрасль народного хозяйства России, постоянно развивается и остается одним из наиболее популярных и важных способов перемещения как внутри страны, так и между странами. Наряду с разработкой новых и усовершенствованных систем и мер безопасности, авиакомпании постоянно стремятся повысить уровень комфорта пассажиров. Мобильные услуги, особенно доступ в Интернет на борту воздушных судов, является важным аспектом современной мировой авиационной отрасли. Обслуживание большого числа абонентов с множеством приложений в условиях быстрого перемещения воздушных судов накладывает на радиоэлектронные системы серьезные ограничения по пропускной способности, соотношению сигнал/шум и полосе пропускания. В этих условиях спутниковые системы с использованием скоростной модуляции играют ключевую роль в обеспечении широкополосного доступа к Интернету в полете [1-3].

В спутниковых системах широко используются многопозиционные сигналы с амплитудно-фазовой манипуляцией: 16-АФМ и 32-АФМ. Традиционные типы созвездий имеют вид (4,12) для 16-АФМ и (4,12,16) для

32-АФМ [4]. Известно, что присутствие точки с нулевой амплитудой в центре сигнального созвездия уменьшает количество передаваемых сигнальных посылок и среднюю энергию, но не изменяет скорость передачи информации [4]. В результате можно добиться более эффективного использования полосы частоты и более низкого значения пик-фактора.

Цель работы – оптимизации сигнальных созвездий сигналов 16-АФМ и 32-АФМ для применения в перспективной системе широкополосного доступа для авиапассажира.

### Оптимизация форматов созвездий АФМ сигналов

Посылку  $M$ -позиционного АФМ сигнала длительностью  $T_s$  можно описать следующим образом [4]:

$$s_i(t) = A_{cp} r_i \cos(\omega_0 t + \varphi_i), t \in (0, T_s], i = 0, 1, \dots, M - 1.$$

Возможные форматы сигнальных созвездий 16-АФМ с точкой нулевой амплитуды показаны на рис. 1. Обозначим соотношение уровней (радиусов окружностей) через коэффициент  $k$ :  $A_3 = kA_2$ . Для формата 32-АФМ (4,12,16) с тремя уровнями амплитуды, соответственно, имеем соотношения:  $A_2 = k_2 A_1$  и  $A_3 = k_3 A_1$ . Оптимальные соотношения амплитуд между окружностями созвездий можно определить с помощью поиска минимума вероятности битовой ошибки, вычисляемой по методике [5].

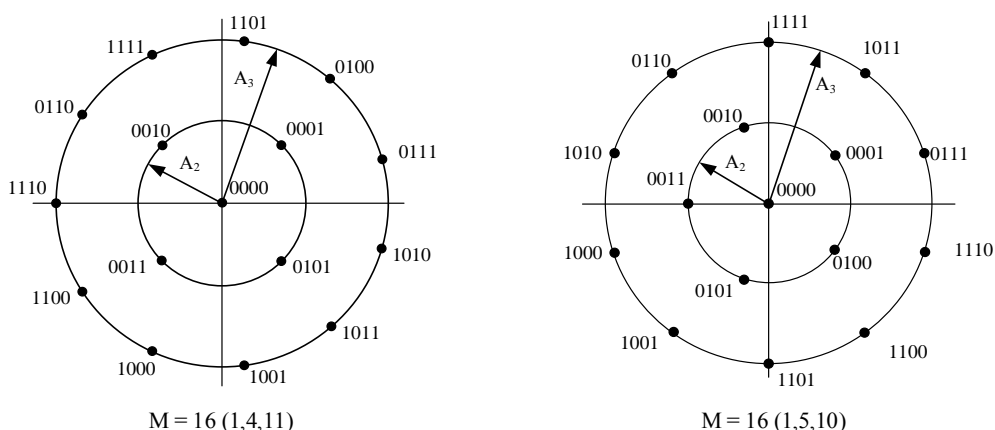


Рисунок 1 – Варианты сигнальных созвездий 16-АФМ с точкой нулевой амплитуды

При одинаковой частоте появления всех точек в процессе модуляции среднюю энергию символа  $E_{s\text{cp}}$  можно выразить через среднюю энергию по созвездию. Это использовано при вычислении вероятности битовой ошибки и позволяет адекватно сравнить различные форматы между собой.

Так, для созвездия (1, 4, 11):

$$E_{s\text{cp}} = \frac{1}{16} (E_1 + 4E_2 + 11E_3) = 0 + \frac{1}{16} \frac{A_2^2}{2} T_s (4 + 11k^2) = \frac{A_{cp}^2}{2} T_s.$$

Получим:  $A_1 = 0, A_2 = \frac{4 A_{cp}}{\sqrt{4 + 11k^2}}, A_3 = \frac{4k A_{cp}}{\sqrt{4 + 11k^2}}.$



Для созвездия (1,5,10):

$$E_{s, \text{cp}} = \frac{1}{16} (E_1 + 5E_2 + 10E_3) = 0 + \frac{1}{16} \frac{A_2^2}{2} T_s (5 + 10k^2) = \frac{A_{\text{cp}}^2}{2} T_s.$$

Получим:  $A_1 = 0$ ,  $A_2 = \frac{4A_{\text{cp}}}{\sqrt{5 + 10k^2}}$ ,  $A_3 = \frac{4kA_{\text{cp}}}{\sqrt{5 + 10k^2}}$ .

Для 32-АФМ с форматом (4,12,16) имеем два оптимизируемых амплитудных коэффициента  $k_2$  и  $k_3$ :

$$A_1 = \frac{2\sqrt{2}A_{\text{cp}}}{\sqrt{1 + 3k_2^2 + 4k_3^2}}, A_2 = \frac{2\sqrt{2}k_2A_{\text{cp}}}{\sqrt{1 + 3k_2^2 + 4k_3^2}}, A_3 = \frac{2\sqrt{2}k_3A_{\text{cp}}}{\sqrt{1 + 3k_2^2 + 4k_3^2}}.$$

В качестве помехи рассмотрим белый гауссовский шум  $n(t)$  с односторонней спектральной плотностью  $N_0$ :

$$\langle n(t) \rangle = 0; \langle n(t_1)n(t_2) \rangle = \frac{N_0}{2} \delta(t_2 - t_1).$$

### Результаты

В результате исследования получено оптимальное значение  $k = 2$  для созвездий 16-АФМ (1,4,11) и (1,5,10). На рис. 2 штриховыми линиями показаны характеристики помехоустойчивости АФМ систем с такими созвездиями, сплошной линией показана вероятность битовой ошибки для формата (4, 12) с амплитудным соотношением  $A_2=2.7A_1$ , применяемым в действующей системе цифрового телевидения стандарта DVB-S2. Видно, что формат (1, 5, 10) имеет энергетическое преимущество, выигрыш по энергии может достигать 0.5 дБ, формат (1, 4, 11) тоже имеет небольшое преимущество перед традиционным созвездием (4, 12).

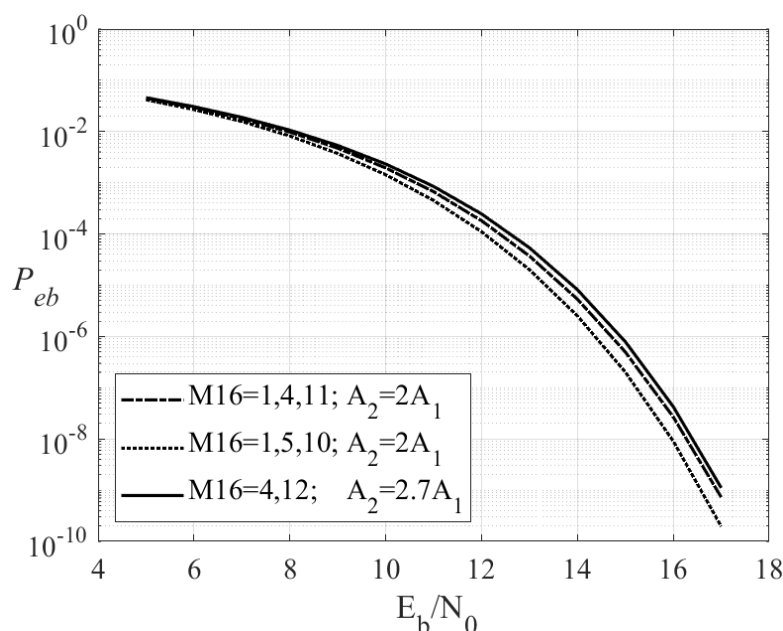


Рисунок 2 – Зависимости вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум для разных форматов созвездий 16-АФМ

В случае 32-АФМ получены оптимальные коэффициенты  $k_2 = 2.5$  и  $k_3 = 3.9$ . На рис. 3 штриховой линией показана характеристика помехоустойчивости АФМ системы с таким созвездием, сплошной линией показана вероятность битовой ошибки для формата созвездия со амплитудными соотношениями:  $A_2=2.64A_1$ ,  $A_3=4.64A_1$ , используемого в системе DVB-S2. Видно, что энергетическое преимущество оптимизированного формата может достигать 1 дБ.

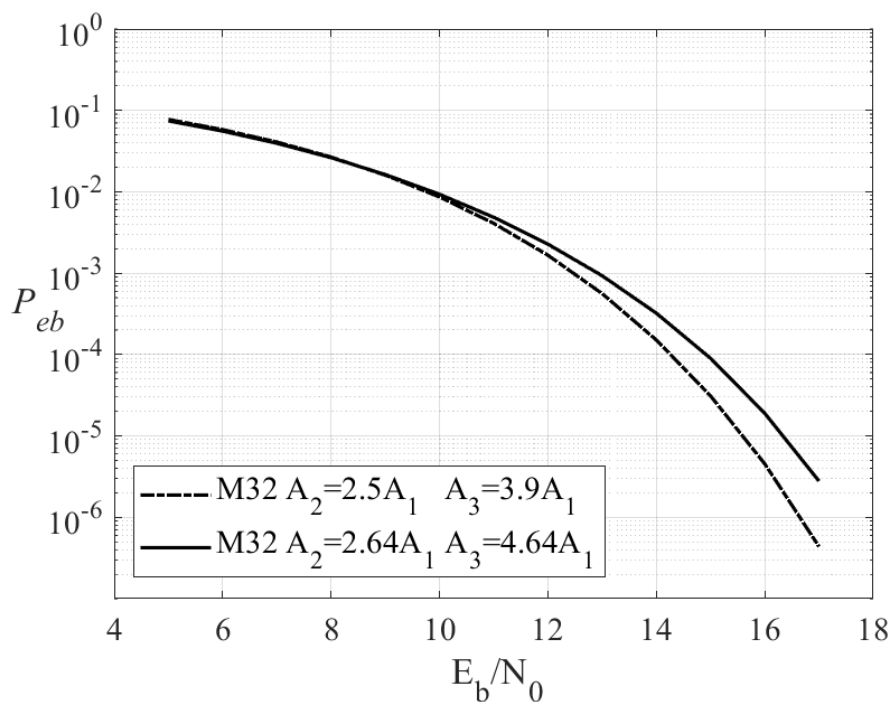


Рисунок 3 – Зависимости вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум для разных форматов созвездий 32-АФМ

### Заключение

Применение сигналов АФМ в перспективных каналах цифровой спутниковой связи бортового радиоборудования воздушных судов открывает широкие возможности для обеспечения широкополосного доступа авиапассажирам к мобильным услугам, в частности, к Интернету. Предложенные оптимизированные форматы сигнальных созвездий позволят повысить помехоустойчивость систем передачи информации и обеспечить надежную связь на длинных трассах полета воздушных судов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестеров А. В. Структура построения комплексов цифровой связи для летательных аппаратов / А. В. Нестеров, Н. С. Гавриков, А. А. Лелюх // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. Т. 16, № 7. С. 32-37. – DOI 10.18127/j20700814-201807-04. – EDN XUXBRV.
2. Оценка энергетических характеристик радиолиний перспективных систем спутникового широкополосного доступа для аэромобильных абонентов / А. В. Нестеров, А. А. Лелюх, Г. В. Куликов, Н. С. Гавриков // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 1. С. 2. – DOI 10.30898/1684-1719.2019.1.11. – EDN LZWYZY.

3. Влияние помех и аппаратурных погрешностей на качество передачи информации в перспективной системе широкополосного доступа для авиапассажира / Г. В. Куликов, С. Х. Данг, А. А. Лелюх, М. А. Матюхин // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 51-56. – EDN DIZSVC.

4. *Прокис Дж.* Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. М.: Радио и связь. 2000. 800 с.

5. *Куликов Г. В.* Помехоустойчивость приема сигналов с амплитудно-фазовой манипуляцией в присутствии фазоманипулированной помехи / Г. В. Куликов, С. Х. Данг // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 11. DOI 10.30898/1684-1719.2021.11.7. – EDN GHXJJU.

**УДК 621.396.96**

## **МОДУЛЬ СОПРЯЖЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ SDR С ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ LABVIEW**

Межетов М. А., канд. физ.-мат. наук  
Карелин В. Е.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация:** На современном этапе развития широкое распространение получили цифровые способы формирования и обработки сигналов, использующие платформу программно определяемого радио SDR (Software-defined radio). Данная технология позволяет заменить огромное разнообразие существующих и разрабатываемых приёмопередающих устройств, поскольку основная обработка и формирование сигнала при таком подходе осуществляется программно, с использованием электронно-вычислительных машин, на которые установлено специализированное программное обеспечение. Аналоговая часть таких приёмников может содержать лишь каскады усиления и преобразования частоты. Как правило, после преобразователей частоты сигнал подвергается аналого-цифровому преобразованию, и дальнейшая обработка сигнала ведется в цифровом виде. Концепция SDR заложена в программно-аппаратном приемопередатчике на базе платформы фирмы National Instruments NI PXIe-1065, которая имеет широкие возможности в задачах обнаружения и анализа авиационных линий связи. Основным недостатком этой платформы являются её большие габариты и дороговизна. National Instruments NI PXIe-1065 конфигурируется под управлением языка программирования LabVIEW 2010, адаптированного под заданную платформу.

В статье рассмотрен способ сопряжения программно определяемого радио на базе платформы HackRF One со средой программирования LabVIEW 2010.

**Ключевые слова:** LabVIEW 2010, HackRF One, hackrf tools, libhackrf.

# MODULE FOR INTERACTION OF THE SDR PLATFORM WITH THE LABVIEW SOFTWARE COMPLEX

Mezhetov M. A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences  
Karelin V. E.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** At the present stage of development, digital methods for generating and processing signals using the SDR (Software-defined radio) platform have become widespread. This technology makes it possible to replace a huge variety of existing and developed transceiver devices, since the main processing and signal formation with this approach is carried out in software, using electronic computers on which specialized software is installed. The analog part of such receivers can only contain amplification and frequency conversion stages. As a rule, after frequency converters, the signal undergoes analog-to-digital conversion, and further signal processing is carried out in digital form. The SDR concept is embedded in a hardware-software transceiver based on the National Instruments NI PXIe-1065 platform, which has extensive capabilities in the detection and analysis of aviation communication lines. The main disadvantage of this platform is its large dimensions and high cost. National Instruments NI PXIe-1065 is configured using the LabVIEW 2010 programming language, adapted for a given platform. The article discusses a method for pairing a software-defined radio based on the HackRF One platform with the LabVIEW 2010 programming environment.

**Keywords:** LabVIEW 2010, HackRF One, hackrf tools, libhackrf.

## **Введение**

Инструментарий `hackrf tools` и библиотека `libhackrf` из официального репозитория разработчика HackRF One позволяют как напрямую пользоваться функционалом SDR платформы для приёма и передачи сигналов, так и интегрировать этот функционал в стороннее программное обеспечение [6]. Зная это и факт использования LabVIEW в исследовательских работах, возникает необходимость в интеграции `libhackrf`, чтобы предоставить всем пользователям LabVIEW возможность создавать свои программные реализации формирования и передачи, а также приёма и обработки радиосигналов в режиме реального времени в привычной графической среде программирования.

LabVIEW позволяет вызывать функции языков программирования C, C++, C# и Rust из скомпилированных сборок библиотек DLL [4], однако множество поддерживаемых данных для обмена между DLL и LabVIEW ограничено. Согласно справке с сайта поддержки NI блок «Call Library Function Node» не работает с типом данных `char**` (указатель на указатель типа `char`) [8]. Данный тип используется в структуре `hackrf_device_list` в качестве массива строк для работы с серийными номерами подключенных SDR платформ (при подключении одного и более приёмопередатчиков) [7]. Соответственно, без использования этой структуры не получится определять наличие подключенного устройства для дальнейшей работы с ним.

Проблема ограничения типизации LabVIEW при вызове стороннего программного кода накладывает ограничения при работе с аппаратными и программными комплексами. В контексте задачи интеграции функционала libhackrf в LabVIEW данная проблема может быть решена либо переписыванием исходного кода библиотеки на Rust, что позволит переложить задачи типизации на среду для исполнения кода на языке C, либо реализацией обёртки вызовов функций библиотеки с использованием языка C#, который имеет свою общеязыковую среду исполнения (CLR – Common Language Runtime) в рамках платформы .NET, благодаря чему становится возможной реализация аналогичных структур данных и их использование.

В данной статье приведён вариант решения проблемы ограниченных типов данных для обмена между LabVIEW и другими средами исполнения путём обертки функций и типов данных libhackrf с реализацией потоков приёма и передачи средствами языка C#.

### 1. Материалы и методы решения задачи и принятые допущения. Реализация интеграции функционала HackRF One в LabVIEW

Среда LabVIEW предоставляет функции для загрузки сборок DLL библиотек для работы со средой исполнения CLR. Это позволило собрать DLL библиотеку с обёрткой функций libhackrf и VI программы для использования обёрнутых функций libhackrf. На рисунке 1 представлена обобщённая структура реализации интегрированной программно-аппаратной среды.

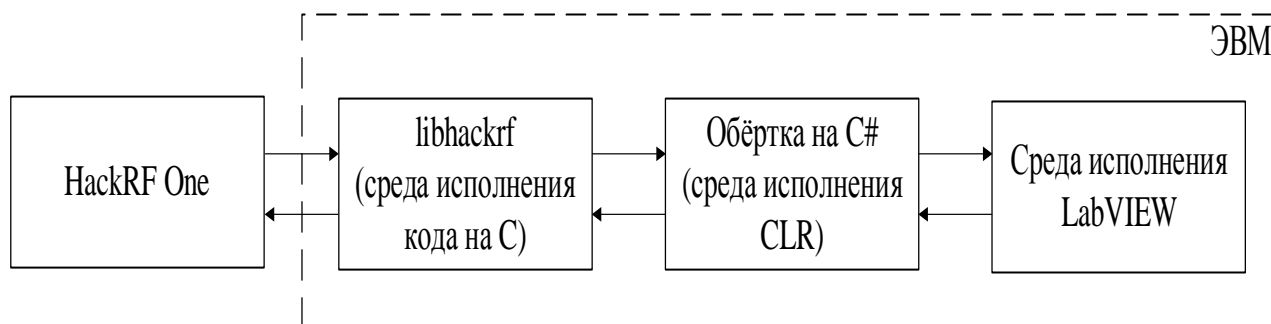


Рисунок 1 – Обобщённая структура интегрированной программно-аппаратной среды

Весь принцип работы заключается в процессе обмена информацией между HackRF One и LabVIEW. Управление данным процессом возложено на среду исполнения CLR с кодом на языке C#, которая является посредником между кодом libhackrf на языке C и кодом программы пользователя LabVIEW на языке G.

В среде LabVIEW пользователь реализует листинг программы для приёма или передачи данных используя подготовленные VI файлы программ вызова функций .NET сборки DLL. VI файлы вызывают функции DLL кода на языке C#, которые, в свою очередь, вызывают код libhackrf на языке C.

Репозиторий с исходным кодом, сборками DLL, VI файлами и готовыми файлами установки для операционной системы Microsoft Windows находится в публичном доступе на GitHub [5].

### **Алгоритм построения листинга программы в LabVIEW**

Прежде всего, необходимо получить список подключенных HackRF устройств. Это делается с помощью функции `NetHackrf.HackrfDeviceList()` которая возвращает массив объектов класса `NetHackrf.hackrf_device_info`.

Каждый объект `NetHackrf.hackrf_device_info` имеет метод `OpenDevice()`, который возвращает объект класса `NetHackrf`.

Для запуска приёма необходимо выполнить метод `StartRX()`, а для передачи – `StartTX()`. Оба этих метода относятся к классу `NetHackrf` и возвращают объект `System.IO.Stream`. Объект `Stream` используется для записи и чтения дискретных квадратурных составляющих сигнала (I и Q).

Для управления параметрами приёмопередатчика реализованы следующие свойства в классе `NetHackrf`:

- `double FilterBandwidthMHz` – значение ширины полосы пропускания полосового фильтра (МГц);
- `double CarrierFrequencyMHz` – значение частоты несущего (центрального) колебания (МГц);
- `double SampleFrequencyMHz` – значение частоты дискретизации (МГц);
- `bool AntPower` – значение, которое отвечает за включение питания антенны;
- `bool ClkOut` – значение, которое отвечает за переключение выдачи сигнала синхронизации выборочно на порт `CLKOUT` или `CLKIN`;
- `double LNAGainDb` – значение для регулировки МШУ на промежуточной частоте (дБ);
- `double VGAGainDb` – значение для регулировки усилителя с переменным коэффициентом усиления в основной полосе частот при приёме (дБ);
- `double TXVGAGainDb` – значение для регулировки усилителя с переменным коэффициентом усиления в основной полосе частот при передаче (дБ);
- `bool AMPEnable` – значение, отвечающее за включение усилителя сигнала в области радиочастот при приёме.

## **2. Результаты исследований. Примеры реализации программ для приёма и передачи сигналов**

Рассмотрим примеры использования вышеописанного функционала для решения задач приёма и передачи сигналов. Листинги VI и их лицевые панели изображены на рисунках 2-5.

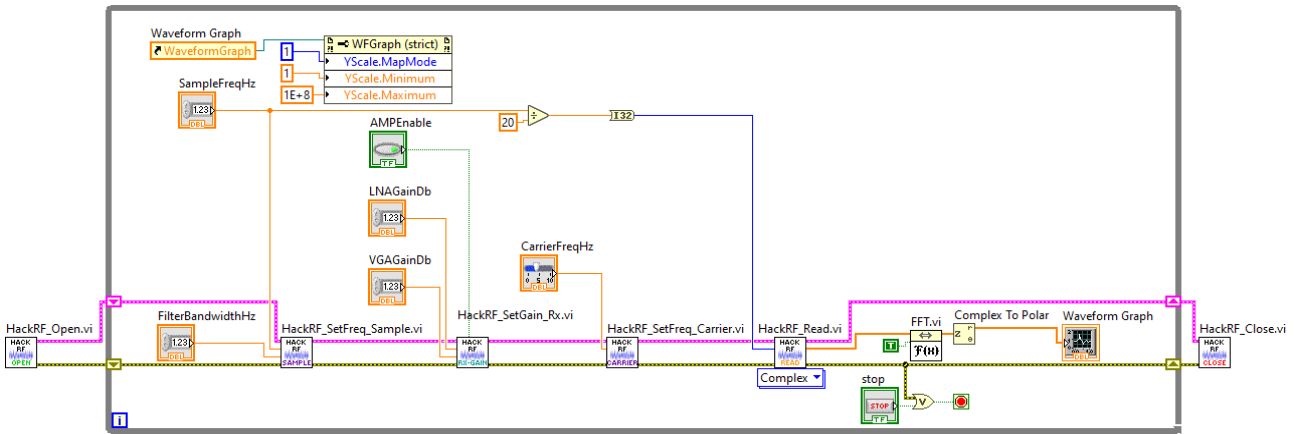


Рисунок 2 – Листинг VI для приёма сигнала с выводом спектра

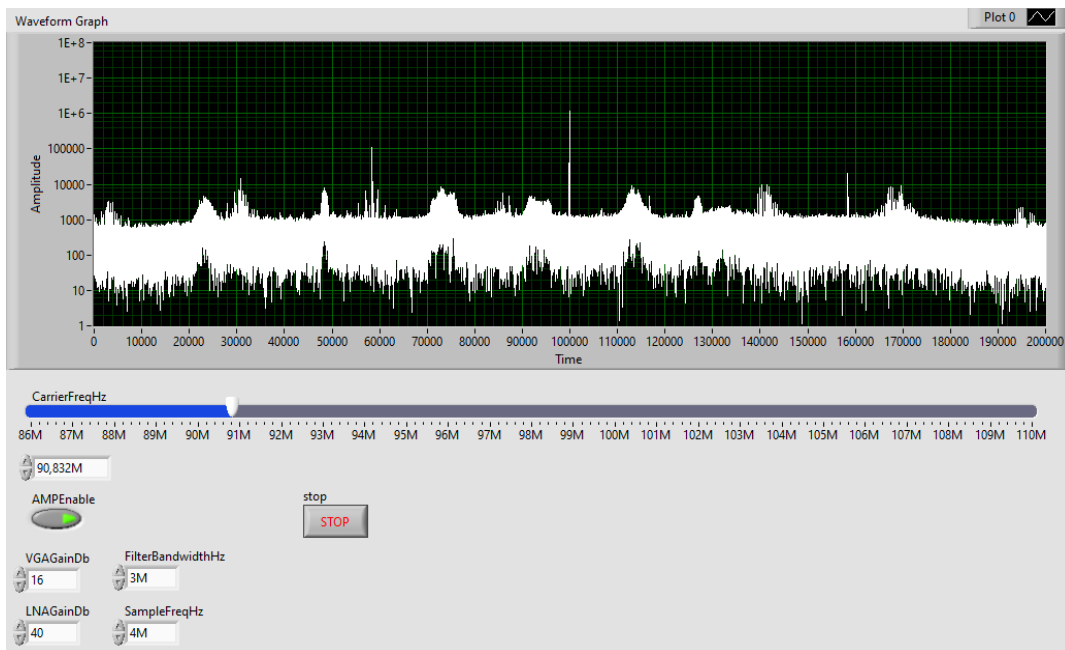


Рисунок 3 – Лицевая панель VI для приёма сигнала с выводом спектра

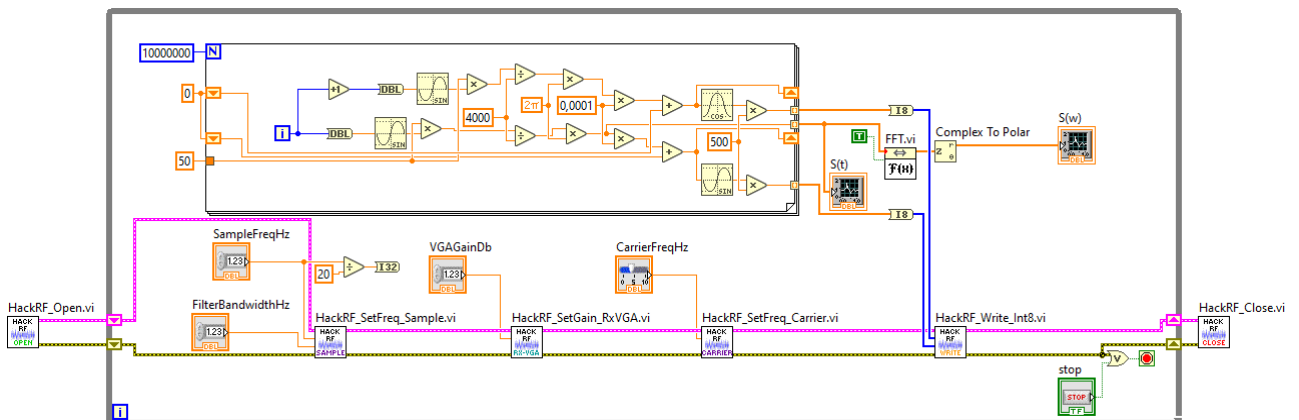


Рисунок 4 – Листинг VI для передачи ФМ сигнала с выводом спектра и сигнала во временной области

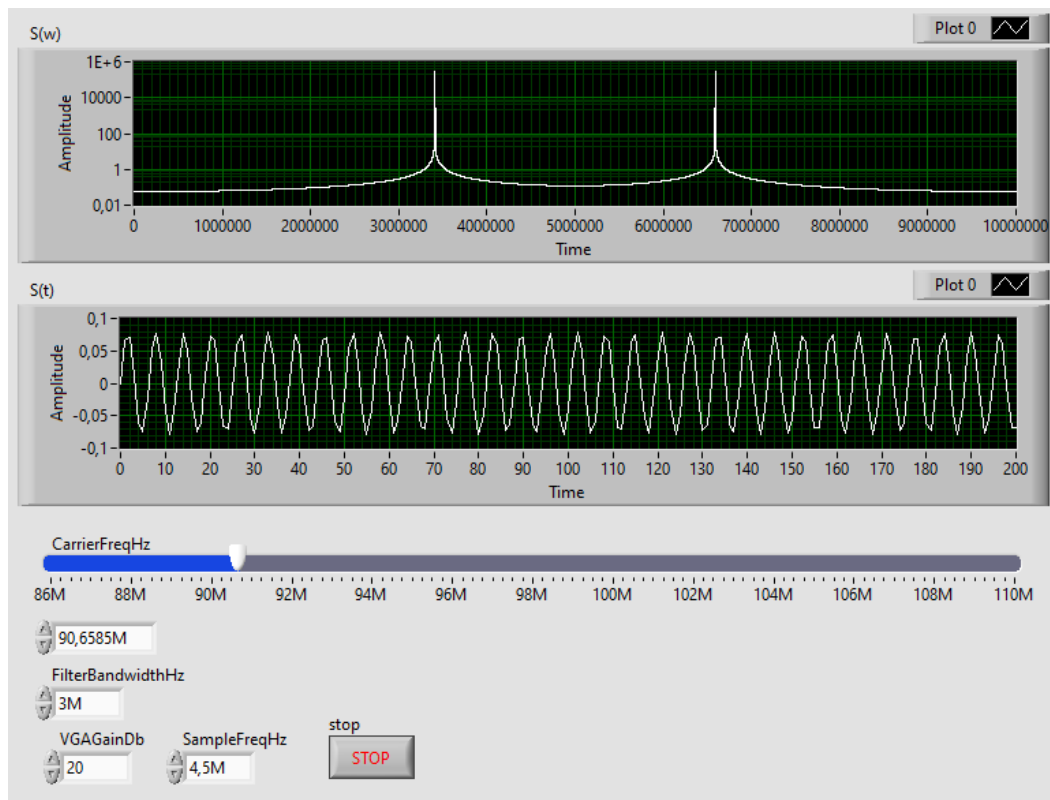


Рисунок 5 – Лицевая панель VI для передачи ФМ сигнала с выводом спектра и сигнала во временной области

### Заключение

Разработан программный инструментарий, позволяющий принимать и передавать радиосигналы, используя SDR платформу HackRF One и среду визуального программирования LabVIEW. В дальнейшем данная реализация позволит проводить исследования помехозащищенности систем приёма и передачи данных, которые можно реализовать на базе приёмопередатчика HackRF One и ЭВМ [2; 3]. Модуль сопряжения можно использовать в учебном процессе как при изучении принципов цифровой передачи данных, так и при их реализации в рамках курсовых и дипломных работ [1].

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арефьев Р. О.* Опыт использования программно-определяемых GNSS приёмников / Р. О. Арефьев, О. Н. Скрыпник, Н. Г. Арефьева // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык.* 2022. № 1. С. 88-100. – DOI 10.51955/23121327\_2022\_1\_88. EDN JTMAYO.
2. *Лежанкин Б. В.* Системный анализ задачи определения местоположения воздушного судна в многопозиционной системе наблюдения / Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин, В. С. Марюхненко // *Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами.* 2019. № 1(2). С. 46-61. EDN ZDOOGT.
3. *Туринцев С. В.* Программная реализация алгоритма кодирования и декодирования местоположения ВС в дискретно-адресном режиме вторичной радиолокации / С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // *Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала*



МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 115-121. EDN YGUUUY.

4. Call a Dynamic Link Library (DLL) from LabVIEW - NI [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://knowledge.ni.com/KnowledgeArticleDetails?id=kA03q000000YGggCAG&l=ru-RU> (дата обращения: 03.09.2023).

5. Fl1ckje/HackRF-tools: HackRF tools built for Windows OS to control HackRF One with LabVIEW API support (C# wrapper) [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://github.com/fl1ckje/HackRF-tools> (дата обращения: 06.09.2023).

6. Greatscottgadgets/hackrf: low cost software radio platform [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://github.com/greatscottgadgets/hackrf> (дата обращения: 02.09.2023).

7. Hackrf/host/libhackrf/src/hackrf.h at master greatscottgadgets/hackrf [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://github.com/greatscottgadgets/hackrf/blob/master/host/libhackrf/src/hackrf.h> (дата обращения: 04.09.2023).

8. Supported Data Types for the Import Shared Library Wizard - NI [Электронный ресурс] – 2023 – URL: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/labview/page/supported-data-types-for-the-import-shared-library-wizard.html> (дата обращения: 03.09.2023).

**УДК 621.396.96**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА В ФОРМИРОВАТЕЛЕ LORA МОДУЛЯЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Межетов М. А., канд. физ.-мат. наук  
Тихова А. И.  
Вахрушева У. С.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация:** Развитие систем передачи информации идёт по пути внедрения цифровых способов формирования сигнала, которые позволяют обеспечить высокие электрические показатели качества формируемого сигнала. Достижение высоких показателей качества сигнала стало возможно благодаря широкому внедрению программно-аппаратных платформ, позволяющих получать выходной сигнал любой конфигурации в широком диапазоне частот. Применение таких платформ позволило реализовать программный способ синтеза сигналов. Это послужило широкому внедрению таких подходов во многих областях, использующих радиоканалы передачи информации, и сделало возможным оперативно вносить изменения в алгоритмы формирования и приёма сигнала. Не остались в стороне и каналы передачи информации беспилотных авиационных систем (БАС), к которым предъявляются достаточно жёсткие требования по надёжности и достоверности передаваемой информации.

В статье рассмотрен спектральный способ синтеза формируемого сигнала с последующим преобразованием его во временную область. Такой подход впервые был применён в сетях четвёртого поколения LTE, использующих модуляцию OFDM, формирование которой осуществляется с использованием синтетического спектра.

**Ключевые слова:** беспилотные авиационные системы, беспилотный летательный аппарат, линейная частотная модуляция.

# APPLICATION OF SYNTHETIC SPECTRUM IN THE LORA FORMER FOR MODULATION OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

Mezhetov M. A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Tihova A. I.

Vakhrusheva U. S.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The development of information transmission systems is moving along the path of introducing digital signal generation methods, which make it possible to ensure high electrical quality indicators of the generated signal. Achieving high signal quality indicators has become possible thanks to the widespread introduction of software and hardware platforms that make it possible to obtain an output signal of any configuration in a wide frequency range. The use of such platforms made it possible to implement a software method for synthesizing signals. This led to the widespread introduction of such approaches in many areas that use radio channels for information transmission, and made it possible to quickly make changes to the signal generation and reception algorithms. The information transmission channels of unmanned aircraft systems (UAS), which are subject to fairly stringent requirements for the reliability and reliability of the transmitted information, have not been left out. The article discusses the spectral method of synthesizing the generated signal with its subsequent conversion into the time domain. This approach was first used in fourth-generation LTE networks using OFDM modulation, the formation of which is carried out using synthetic spectrum.

**Keywords:** unmanned aerial systems, unmanned aerial vehicle, linear frequency modulation.

## **Введение**

В настоящее время эволюция систем передачи информации следует по пути цифровых способов формирования сигнала и предлагает всё новые способы его синтеза. Издавна человек пытался придумать способы передачи информации на расстояние. Первые системы передачи сообщений представляли собой визуальную систему, которая предполагала наличие прямой видимости между объектами передачи и приёма, при этом использовали световые волны, на смену которым пришли системы электромагнитной передачи энергии. В эксперименте А.С. Попова, который продемонстрировал возможность передачи сигнала на расстояние в 1895 году, использовался искровой передатчик, информационное сообщение которого представляло собой по сути помеховый сигнал, фиксируемый приёмником. На смену искровому передатчику пришли электромашинные, которые были громоздки и не эффективны.

Изобретение ламп фактически совершило революцию в схемотехнике передающих устройств, сделав их относительно малогабаритными и более функциональными. Некоторые ламповые передатчики применяются и по сей день. Они нашли широкое распространение в передатчиках СВЧ диапазона.

Изобретение полупроводников послужило толчком к развитию микросхемной, микропроцессорной и высокопроизводительной компьютерной техники, что в свою очередь привело к развитию множества программ, предназначенных для синтеза и формирования сигнала. Стали появляться малогабаритные программно-аппаратные платформы, функционал которых целиком и полностью определяется используемой программой. Благодаря этому, стало возможным применять при формировании сигнала программный принцип синтеза сигнала. Такой подход можно использовать при проектировании и производстве систем радиоэлектронного оборудования авиационных беспилотных систем.

### **1. Материалы и методы решения задачи и принятые допущения**

На сегодняшний день бурное развитие получили беспилотные авиационные системы (БАС), которые используются для решения широкого круга задач [4]. К таким задачам относятся: мониторинг окружающей среды с целью выявления техногенных или иных событий на территории патрулирования беспилотного летательного аппарата (БПЛА); доставка грузов в труднодоступные районы; обнаружение групп людей при проведении поисково-спасательных операций; мониторинг дорожной обстановки и выявление нарушителей правил дорожного движения в задачах ГИБДД; обследование линий электропередач в задачах выявления и контроля целостности электроустановок и. т. д.

Такой широкий круг задач, решаемых БАС, предъявляет очень высокие условия к надежности канала передачи информации и выдвигает повышенные требования к сигналам, которые используют линию ЗЕМЛЯ-БПЛА. К таким требованиям относятся: высокая помехозащищенность; простота формирования; простота приёма; возможность адаптивно подстраиваться под изменение условий распространения радиоволн; низкое энергопотребление при формировании и передаче сигнала.

Этим требованиям отвечает модуляция LORA [1]. Известно, что в модуляции LORA при передаче сигнала используется линейно частотно модулированный сигнал (ЛЧМС) [5]. Причем в преамбуле этого сигнала применяется опорный классический ЛЧМС с возрастанием или убыванием частоты, а в его информационной части сдвинутый ЛЧМС относительно опорного сигнала. На рисунке 1 представлена структура пакета передаваемой информации в виде модулирующей функции. Первые шесть символов преамбулы имеют модулирующую функцию, соответствующую возрастанию частоты. Затем следует ещё два символа преамбулы, предназначенные для синхронизации приёмника, у которых частоты линейно убывает. После этого располагается информационная часть пакета.

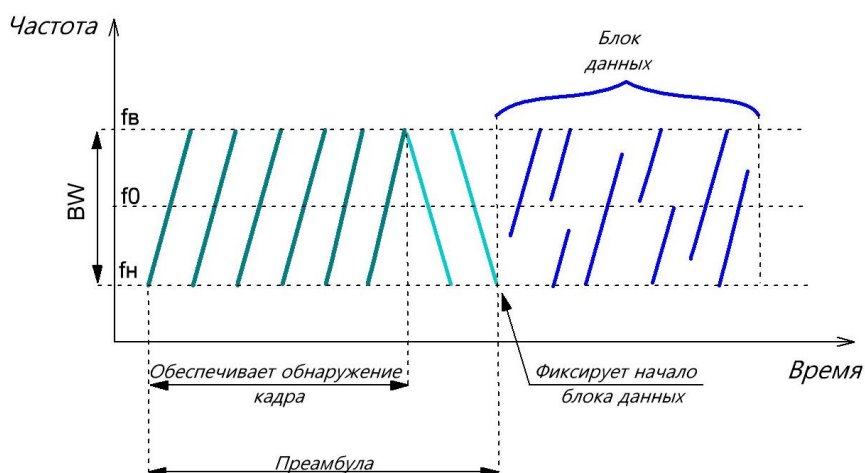


Рисунок 1 – Структура пакета передаваемой информации в модуляции LORA

Для формирования такого информационного пакета необходимо использовать генератор линейно частотно модулированного сигнала, у которого частота должна в некоторые моменты времени возрастать, а некоторые – убывать [2]. При передаче же данных в некоторых точках модулирующая функция должна иметь перескок по частоте, показывающий, какая информация передаётся в данный момент. Этот перескок можно сформировать, используя сдвиговый регистр, который в зависимости от информации изменяет свой коэффициент сдвига относительно синхронизирующей последовательности. Но существует и другой способ формирования информационного пакета в модуляции LORA, основанный на использовании синтетического спектра [3].

Понятие синтетического спектра широко применяется в системах четвертого и пятого поколений мобильной связи при формировании сигнала с OFDM модуляцией. Идея метода состоит в том, что множество синтетических комплексных ортогональных поднесущих модулируются в частотной области по амплитуде с дальнейшим преобразованием их во временную область, используя преобразование Фурье. Такой подход можно применить в модуляторе LORA при формировании преамбулы и информационного сообщения. Идея метода представлена на рисунках 2, 3.

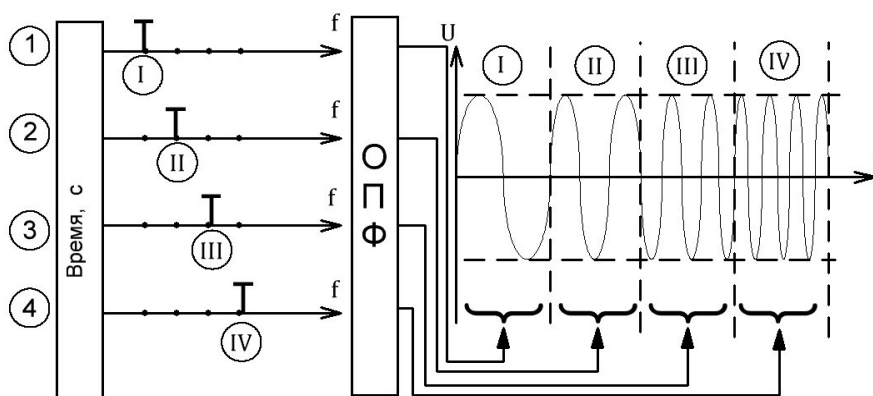


Рисунок 2 – Способ формирования преамбулы информационного пакета

На рисунке, в левой его части, цифрами 1, 2, 3, 4 представлены интервалы времени. Цифрами I, II, III, IV приведены составляющие синтетического спектра в разные моменты времени. При изменении положения составляющей синтетического спектра во времени происходит изменение частоты выходного сигнала с выхода обратного преобразователя Фурье (ОПФ). И если составляющая синтетического спектра последовательно проходит положения I, II, III, IV, то на выходе ОПФ образуются синусоиды с возрастающей частотой, которые последовательно выстраиваются на временной оси  $t$ . Таким способом происходит формирование дискретного ЛЧМС, частота которого растёт. При формировании последовательности синхронизации дискретного ЛЧМС, частота которого уменьшается, необходимо просто изменить порядок следования синтетических составляющих спектра на обратную. Таким образом, применение такого подхода позволит формировать опорный и сигнал синхронизации модуляции LORA с линейно нарастающей и линейно убывающей частотой.

На рисунке 3 изображен способ формирования информационного сообщения. При формировании информационного сообщения необходимо соответствующим образом выстраивать элементы синтетического спектра. Например, сначала идёт составляющая синтетического спектра III, затем VI, далее I и II. Расстановка спектральных составляющих по оси частот с последующим преобразованием Фурье позволит формировать информационное сообщение. Построенная таким образом система адаптивна и позволяет программно управлять выходным сигналом в широких пределах.

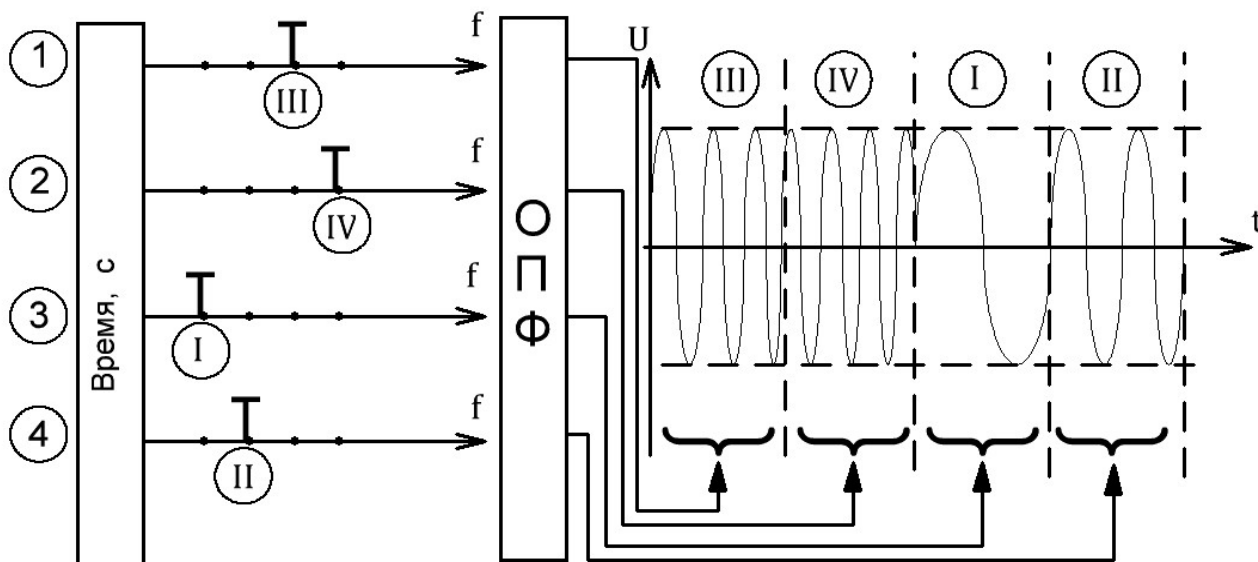


Рисунок 3 – Способ формирования информационного сообщения

На рисунке 4 представлена упрощенная структурная схема формирователя модуляции LORA с использованием синтетического спектра. В её состав входят:

ФСС – формирователь спектральной составляющей;  
ФППИ – формирователь пакета передаваемой информации;  
БОПФ – блок обратного преобразователя Фурье;  
БФП – блок формирования преамбулы;  
БФИП – блок формирования информационной последовательности.

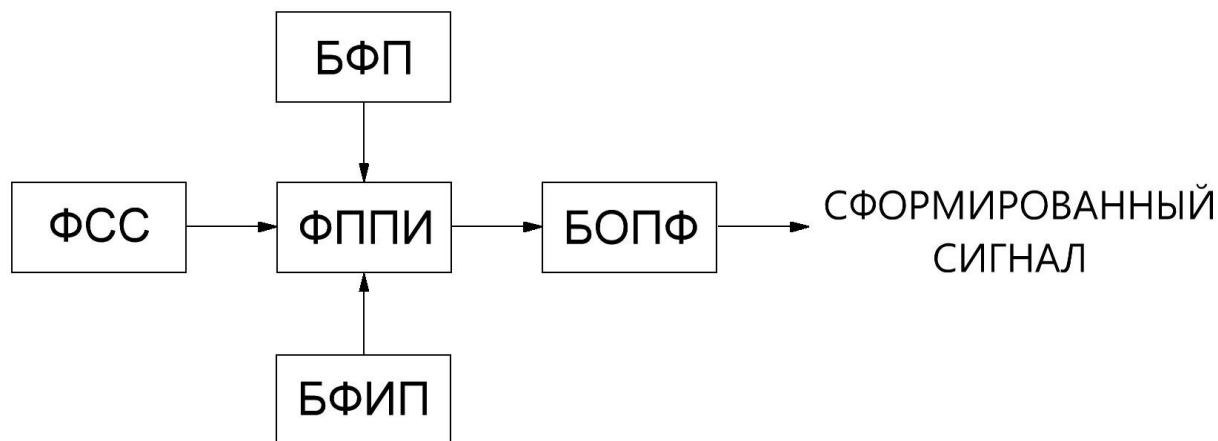


Рисунок 4 – Упрощенная структурная схема формирователя модуляции LORA с использованием синтетического спектра

Сигнал с формирователя спектральной составляющей поступает на формирователь пакета передаваемой информации, который в зависимости от того, какая часть информационного сообщения передается, выстраивает синтетические спектральные компоненты либо в порядке возрастания, либо в порядке убывания. Расстановка спектральных компонент определяется сигналом, поступающим с блока формирования преамбулы. Расстановка спектральных компонент информационной части пакета производится сигналом с блока формирования информационной последовательности. Сформированный таким образом пакет в частотной области затем переводится во временную, путем последовательного преобразования каждой спектральной компоненты сигнала. В результате такого подхода происходит формирование полного информационного пакета модуляции LORA.

### **Заключение**

Таким образом, применение формирования сигнала с использованием синтетического спектра позволяет генерировать ДЛЧМ сигнал с возрастающей и убывающей частотой модуляции, а также формировать информационную его часть. Такой подход в основном применим в программно-аппаратных платформах, которые позволяют оперативно изменять конфигурацию сигнала на передающей стороне, а также и алгоритмы обработки на приёмной стороне. Применение предложенного способа формирования сигнала в каналах передачи БАС [6] позволит существенно улучшить надёжность и достоверность передачи информации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ватрич А. Д.* Радиопередающий модуль системы связи на основе технологии LoRa // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2021. № 4. С. 76-81. EDN NEZBLI.
2. *Тарасенко А. М.* Формирование сигналов с различными видами модуляции радиотехнических средств на несущих частотах / А. М. Тарасенко // Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн : материалы II Всероссийской научной конференции по проблемам радиофизики и дистанционного зондирования сред, проводимой в рамках VIII Всероссийских Армандовских чтений, Муром, 26–28 июня 2018 года / Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО "Владимирский государственный университет имени им. А.Г. и Н.Г. Столетовых". – Муром: Муромский институт (филиал) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых", 2018. С. 538-546. EDN XZSYNB.
3. Использование модуляции Lora в средствах радиосвязи, навигации и наблюдения для решения задач управления воздушным движением / М. А. Межетов, Б. В. Лежанкин, А. И. Тихова, У. С. Вахрушева // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2023. № 1. С. 77-97. – DOI 10.51955/2312-1327\_2023\_1\_77. EDN SHMSTI.
4. Алгоритмы управления траекториями беспилотных авиационных комплексов при полете в составе группы / А. К. Ермаков, Т. Ю. Портнова, Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXIV Международной научной конференции. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 31 мая – 04 2021 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. С. 62-69. EDN YIEIWM.
5. *Бондарай А. А.* Системный анализ процесса измерения угла места воздушной цели трассовым многочастотным радиолокационным комплексом / А. А. Бондарай, Б. В. Лежанкин // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов VIII Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Иркутск, 14–16 октября 2019 года. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2019. С. 104-114. EDN ESJMYF.
6. *Арефьев Р. О.* Исследование фактических точностных характеристик приемника спутниковой навигации БПЛА на основе натурального эксперимента / Р. О. Арефьев, В. В. Ерохин, В. А. Караченцев // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 8-14. EDN NKMTQZ.

## АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВНЕПОЛОСНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА В СИСТЕМАХ КОГНИТИВНОГО РАДИО

Межетов М. А., канд. физ.-мат. наук  
Шалаев А. А.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** Стремительный прогресс в области радиоэлектроники, а также рост её доступности и повсеместное внедрение в экономику и хозяйство, неизбежно ведут к увеличению загрузки радиодиапазонов и, как следствие, возникновению межсистемных помех. Более того, применение систем передачи данных для осуществления контроля и управления сложными производствами, а также распространение SDR-систем, делают радиохакинг привлекательным инструментом совершения правонарушений для злоумышленников. В то же время ребром встаёт вопрос обеспечения максимальной пропускной способности радиоканалов для передачи максимального количества информации в максимально сжатый срок путём применения систем когнитивного радио.

Осуществление радиоконтроля и реализация концепции когнитивного радио невозможна без создания систем и средств автоматизированного радиомониторинга. Рассмотрению одного из возможных подходов к созданию такого средства и посвящена данная статья.

**Ключевые слова:** мониторинг радиоэфира, радиотехническая разведка, анализ сигналов, обнаружение помех, когнитивное радио, радиоконтроль.

## ALGORITHM FOR DETECTION OF OUT-BAND EMISSIONS FOR TASKS OF MONITORING FREQUENCY RESOURCES IN COGNITIVE RADIO SYSTEMS

Mezhetov M. A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences  
Shalaev A. A.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** Rapid progress in the field of radio electronics, as well as the increase in its availability and widespread implementation in the economy, inevitably leads to an increase in the load on radio bands, and, as a result, the emergence of intersystem interference. Moreover, the use of data transmission systems to monitor and manage complex industries, as well as the proliferation of SDR systems, makes radio hacking an attractive tool for criminals to commit crimes. At the same time, the issue of ensuring maximum throughput of radio channels to transmit the maximum amount of information in the shortest possible time through the use of cognitive radio systems is becoming an issue. Carrying out radio monitoring and implementing the concept of cognitive radio is impossible without the creation of automated radio monitoring systems and tools. This article is devoted to considering one of the possible approaches to creating such a tool.

**Keywords:** radio broadcast monitoring, electronic intelligence, signal analysis, interference detection, cognitive radio, radio control.



## **Введение**

Изобретение средств формирования, передачи, приёма, демодуляции и декодирования сигналов послужило началом использования частотных ресурсов, необходимых для осуществления доставки информации от одного абонента к другому [2]. Эволюция этих средств привела к тому, что стали осваиваться все более высокочастотные диапазоны радиоволн. Особенно это стало актуально с развитием и совершенствованием высокотехнологичных производств, требующих непрерывного дистанционного контроля и оперативного управления в ходе их работы. Помимо этого, необходимо также осуществлять и непрерывный контроль, и управление объектами, расположенными в труднодоступных местах, требующими постоянного оперативного мониторинга параметров функционирования заданной системы [3].

Современные дистанционные технологии, широко применяемые в настоящее время, требуют передачи колоссальных объёмов данных с использованием радиочастотных ресурсов, что заставляет изыскивать дополнительные возможности эффективного использования радиочастотного спектра путем адаптивного управления и перераспределения информационных потоков в заданной полосе частот [4]. Не осталась в стороне и авиационная отрасль. Количество информации, передаваемой по авиационным линиям связи для выполнения задач управления воздушным движением, постоянно возрастает, что приводит к увеличению потребления заданного частотного ресурса ввиду непрерывного роста количества радиооборудования, одновременно работающего в эфире. В этом случае, особо актуальным становится задача обеспечения электромагнитной совместимости систем и обеспечения своевременного обнаружения помех различного происхождения, которые могут привести к значительному искажению или к полному исчезновению информации, что недопустимо, так как это значительно снижает безопасность полётов [1].

### **1. Материалы и методы решения задачи и принятые допущения**

Множество систем, одновременно использующих частотный ресурс, приводит к перегруженности авиационных частотных диапазонов и соответственно к возникновению таких ситуаций, при которых одна система влияет на другую. При существующем дефиците частотных ресурсов возникает проблема оптимизации спектральных составляющих при помощи принципа когнитивного радио. В этом случае, как и в случае с межсистемными помехами, необходимо вести непрерывный мониторинг радиосредств, работающих в заданном диапазоне.

В задачах мониторинга авиационных линий связи своевременное выявление и локализация помех позволит оперативно реагировать на мешающие воздействия и применять меры к их устранению. В задачах оптимизации использования частотных ресурсов мониторинг поможет обеспечить эффективный контроль за полосой излучения работающих радиосредств. Поэтому создание программы, обеспечивающей контроль оперативного мониторинга радиосредств в заданном диапазоне частот, является актуальной задачей, которая позволит своевременно выявлять факты несанкционированного вмешательства в работу авиационных линий связи, а также вести непрерывный

мониторинг радиозэфира в задачах выявления свободных спектральных ресурсов. Более того, применение такого подхода позволит проводить предварительную оценку работоспособности радиосредств, работающих в заданном диапазоне, оценивая при этом среднюю мощность и ширину спектра излучаемого сигнала.

Основным способом осуществления радиомониторинга является исследование радиодиапазона в частотной области, поскольку это позволяет легко выявлять частоты, на которых есть излучение, и сразу же производить оценку ширины спектра исследуемого сигнала. Соответственно, главными факторами, которые позволяют произвести первичную оценку заданного диапазона и выделить потенциально мешающие излучения, является наличие на заданных частотах сигнала и его ширина.

Самым простым, но в то же время достаточно эффективным методом осуществления мониторинга эфира в целях радиоконтроля служит создание «маски спектра» – выделение областей, на которых излучение с установленной шириной занимаемой полосы разрешено. Соответственно, при наличии излучения вне этих полос, система мониторинга выдаёт отчёт о наличии подозрительного сигнала, находящегося в неразрешённом диапазоне. Подобная программа крайне проста в реализации, и, в совокупности с современной SDR-платформой и компьютером, позволяет выполнять оценку электромагнитной обстановки непрерывно в реальном времени. На рисунке 1 приведён возможный алгоритм подобной программы радиомониторинга.

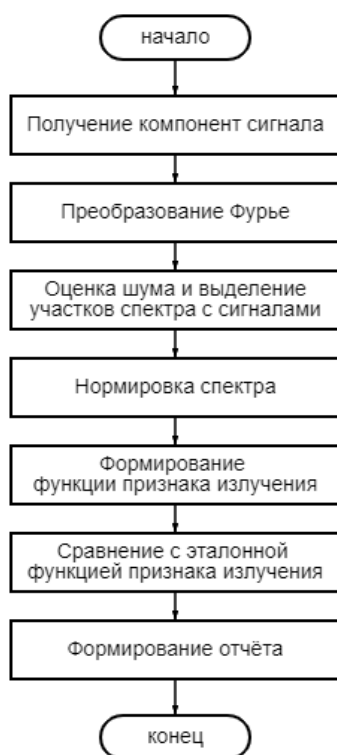


Рисунок 1 – Алгоритм работы программно-аппаратного средства осуществления радиомониторинга

На рисунке 2 приведён внешний вид лицевой панели программы, реализующей изображённый выше алгоритм.

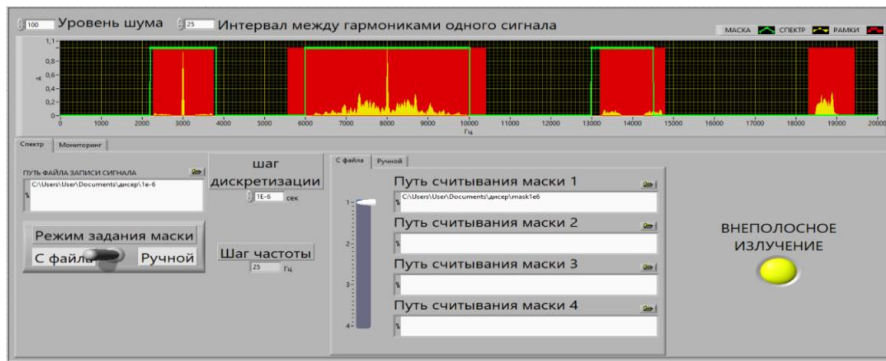


Рисунок 2 – Лицевая панель с гистограммами

После получения компонент сигнала с SDR-приёмника и выполнения преобразования Фурье, программа осуществляет оценку шумовой составляющей и её удаление путём вычитания константы, пропорциональной уровню шумов, построение спектра исследуемого диапазона (на рис. 2 ломаная линия, жёлтый цвет) и формирование нормированной гистограммы распределения энергетике (на рис. 2 прямоугольные импульсы красного цвета). Эта гистограмма распределения энергии сравнивается с эталонной гистограммой, полученной с файла или заданной в программе вручную (на рис. 2 прямоугольные импульсы зелёного цвета), и на основании сравнения формирует отчёт об излучениях, не входящих в область эталонной гистограммы. Алгоритм сравнения гистограмм и формирования отчёта приведён на рисунке 3.

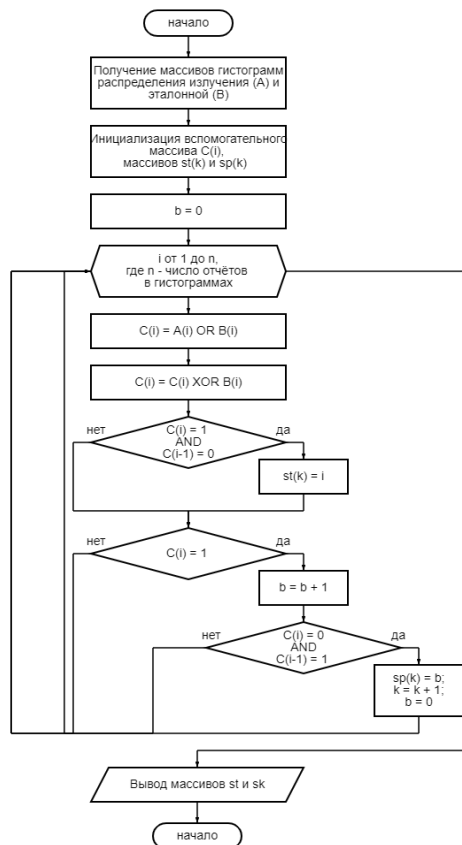


Рисунок 3 – Алгоритм сравнения гистограмм

Сравнение гистограмм осуществляется в цикле, число итераций которого равно числу точек в гистограммах. Сначала формируется массив логического или от гистограммы полученного спектра и гистограммы эталонного спектра, затем производится логическое вычитание эталона из полученной на предыдущем этапе суммы. Это позволяет получить гистограмму излучения, выходящего за пределы разрешённых эталоном областей. Затем, в цикле при помощи блоков условий реализуется поиск начала этих излучений, по переходу полученной гистограммы из 0 в 1, и осуществляется подсчёт ширины излучения. На выходе их программы формируются два массива точек  $st(k)$  – частоты начала, выходящего за пределы эталонной гистограммы участка спектра и  $sr(k)$  – ширина выходящего за пределы эталонной гистограммы участка спектра.

На рисунке 4 приведена структурная схема программной части описанной системы.



Рисунок 4 – Структурная схема программной части системы радиомониторинга

Функцией признака излучения называется гистограмма распределения энергии, эталонная и полученная соответственно.

На рисунке 5 приведена лицевая панель программы и пример выводимых данных.

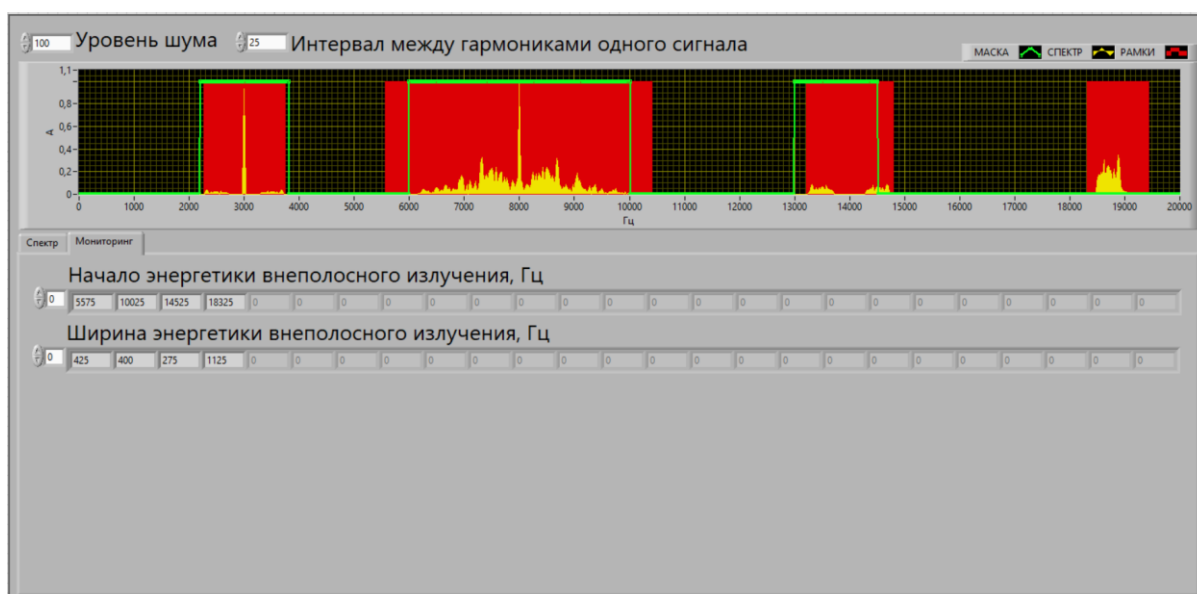


Рисунок 5 – Лицевая панель программы с отчётом

Такой способ осуществления радиомониторинга не является наиболее оптимальным и информативным, поскольку не оцениваются тип модуляции сигнала и передаваемая информация, что может приводить к ложным срабатываниям, или, наоборот, не обнаружению помехи.

### **Заключение**

Подобные системы радиомониторинга являются самыми простыми, однако позволяют своевременно выявлять мешающие излучения. Например, детектирование помехи в диапазоне работы глобальных навигационных спутниковых систем, которые очень часто используется при точном заходе на посадку. Если вовремя не обнаружить такое мешающее воздействие, то это может привести к невозможности приёма сигнала от спутниковых систем навигации, что повлияет на безопасность полётов [5]. Подобный принцип применяется в программе “Drone Alert”, позволяющей обнаруживать работу беспилотных летательных аппаратов.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Арефьев Р. О.* Исследование фактических точностных характеристик приемника спутниковой навигации БПЛА на основе натурного эксперимента / Р. О. Арефьев, В. В. Ерохин, В. А. Караченцев // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 8-14. EDN NKMTQZ.
2. *Арефьев Р. О.* Применение помехоустойчивого кодирования при обработке сообщений локальной корректирующей станции / Р. О. Арефьев, С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 22-32. EDN YMDPPC.
3. *Лежанкин Б. В.* Демодуляция сигналов канала вторичной радиолокации в системе ads-b / Б. В. Лежанкин, М. А. Межетов, С. В. Туринцев // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2018. № 1. С. 32-44. EDN FWZOZC.
4. Определение местоположения воздушного судна в многопозиционной системе наблюдения на основе мультilaterационной технологии / В. В. Ерохин, Б. В. Лежанкин, Т. Ю. Портнова, Н. В. Поваренкин // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 92-105. EDN QPUUJP.
5. *Aleshechkin A. M.* Trajectory optimization of dynamically controlled objects in INS/GNSS integrated navigation system / A. M. Aleshechkin, V. V. Erokhin // Gyroscopy and Navigation. 2017. Vol. 8, No. 1. P. 15-23. – DOI 10.1134/S2075108716040027. EDN YVIROP.

## ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ СООБЩЕНИЙ АЗН-В С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ О ВРЕМЕНИ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЯ

Плясовских А. П., д-р техн. наук  
Давиденко В. Ю.  
Копосов А. В.

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
имени главного маршала авиации А. А. Новикова  
(г. Санкт-Петербург)*

**Аннотация.** Предложена методика подтверждения достоверности сообщений АЗН-В на основе данных, полученных от воздушного судна и информации от наземной станции АЗН-В. Создание методики позволит решить вопрос подтверждения достоверности информации, что обеспечит возможность использовать АЗН-В в качестве единственного источника информации наблюдения.

**Ключевые слова:** АЗН-В, подтверждение достоверности АЗН-В, ТоА, система наблюдения, защита от кибератак в авиации, спуфинг в воздухе.

## VALIDATION OF ADS-B MESSAGES USING TIME-OF-MESSAGE INFORMATION

Plyasovskih A. P., Doctor of Technical Sciences  
Davidenko V. Y.  
Koposov A. V.

*Saint-Petersburg State University of Civil Aviation named in honor of Air Chief  
Marshal A.A. Novikov  
(Saint-Petersburg)*

**Abstract.** The article proposes a methodology for confirming the reliability of ADS-B messages, based on data received from the aircraft and information from the ground station of ADS-B. Creation of the methodology will allow solving the issue of information validation, which will provide an opportunity to use ADS-B as the only source of surveillance information.

**Keywords:** ADS-B, ADS-B validation, ToA, surveillance system, defense against cyberattacks in aviation, spoofing in the air.

### **Введение**

Согласно документу ИКАО 4444: Система радиовещательного автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В) – это система наблюдения обслуживания воздушного движения, которая может применяться при обслуживании воздушного движения самостоятельно, либо в сочетании с другими системами наблюдения такими как МПСН или ВОРЛ.

К преимуществам АЗН-В можно отнести низкую стоимость развертывания наземных станций, в сравнении с вторичными радиолокаторами (ВРЛ) и многопозиционными системами наблюдения (МПСН). Благодаря внедрению систем наблюдения с использованием АЗН-В будет достигнута экономия средств по сравнению с расходами, связанными с установкой, техническим обслуживанием, полным циклом эксплуатации и расширением существующих систем наблюдения на основе использования радиолокатора согласно глобальному аэронавигационному плану ИКАО. Высокоточные навигационные датчики, основанные на спутниковой навигационной системе, обеспечивают системе авиационного наблюдения АЗН-В точность наблюдения не хуже, чем у радиолокационных средств [1].

Одной из проблем АЗН-В является уязвимость к спуфингу (искажению и подмене данных в сообщениях АЗН-В), а также необходимость подтверждения достоверности передаваемых с борта данных, которые могут содержать недопустимо большие ошибки [2]. Злоумышленники, использующие спуфинг, могут имитировать столкновение самолетов на экране авиадиспетчера или генерировать тысячи самолетов, которых нет на экране диспетчера, используя подлинные идентификаторы других судов, транслировать ложные данные [3].

Документ ИКАО 4444 допускает использование АЗН-В в качестве самостоятельного источника информации наблюдения, в то же время существует необходимость подтверждать достоверность получаемых от АЗН-В данных с помощью ВРЛ или МПСН из-за открытости системы от кибератак. Таким образом, необходимость подтверждения данных другими источниками авиационного наблюдения экономически делает технологию АЗН-В менее привлекательной [1].

Задача подтверждения достоверности данных АЗН-В без применения дополнительных средств наблюдения может быть решена с применением алгоритмических методов. Для подтверждения местоположения в пространстве необходимо выполнить ряд проверок, в том числе по удалению, по высоте, по азимуту, по скорости воздушного судна. В настоящей статье рассмотрена методика подтверждения достоверности сообщений АЗН-В, которая будет выполнять одну из проверок. Решение позволит применять АЗН-В в качестве единственного источника информации наблюдения, что, учитывая экономическую привлекательность технологии, приведет к снижению затрат на развертывания и эксплуатации инфраструктуры наблюдения, что согласуется с документами ИКАО по развитию гражданской авиации.

В настоящей работе используются следующие термины.

*Расстояние до ВС по данным АЗН-В.* Расстояние от НС до местоположения ВС по данным сообщения АЗН-В. Это расстояние определяется с использованием координат ВС, которые передаются в сообщении АЗН-В.

*Рассчитанное расстояние до ВС.* Расстояние от НС до ВС, рассчитанное с помощью метода ТоА (Time of Arrival). Это расстояние представляет собой наклонную дальность между НС и ВС, рассчитанную дальномерным способом, с использованием разницы времени приема и времени передачи сообщения АЗН-В.

## 1 Материалы и методы

### 1.1 Метод ТоА

Дальномерный метод ТоА (Time of Arrival) – применяется в радиолокации для определения дальности от наземной радиолокационной системы до объекта, в режиме реального времени.

В ТоА оценка местоположения определяется путем определения точек пересечения кругов или сфер, центры которых расположены на наземных станциях, а радиусы представляют собой оцененные расстояния до цели [4].

В радионавигации дальномерный метод определения удаления используется в двух вариантах: запросном и беззапросном. В первом местоопределение осуществляется при измерении времени распространения сигнала запроса т.е. от передатчика-запросчика до приемника-ответчика и ответного сигнала, формируемого ответчиком при приеме сигнала запросчика. В качестве ответного может быть использован и отраженный сигнал, что имеет место при измерении дальности активной РЛС или высоты радиовысотомером согласно учебнику Ю.М. Казаринова «Радиотехнические системы».

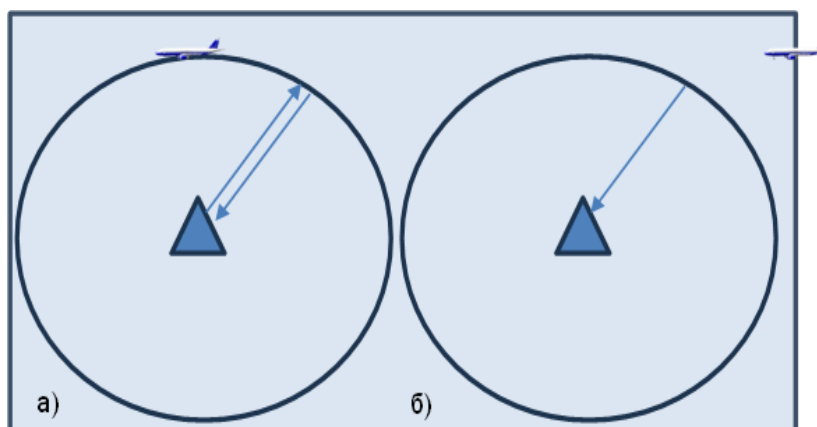


Рисунок 1 – Запросный и беззапросный метод определения дальности

При беззапросном дальномерном методе, используемом, например, в спутниковых РНС, дальность вычисляется при измерении времени распространения сигнала, излучаемого передатчиком до наземной станции.

Временной интервал, пропорциональный расстоянию (рис. 1б), с помощью беззапросного метода измеряется на приемной стороне радиолинии в момент прихода сигнала. Начало этого временного интервала определяется заранее заданным моментом времени, который с высокой точностью по времени должен совпадать с моментом излучения сигнала на передающей стороне радиолинии (согласно учебнику «Основы авиационной техники. Часть 2» Корабейников, Д. Н.).

Преимуществом беззапросного метода является отсутствие ограничений по пропускной способности, так как метод реализуется без ответчика.

Недостатком беззапросного метода является необходимость очень точной синхронизации шкал времени на приемной и передающей сторонах (согласно учебнику «Теоретические основы радионавигации и радиолокации» С.В.



Григорьев). Для реализации методики необходимо наличие метки времени на борту ВС, которое было бы откалибровано по спутниковым атомным часам, которые в свою очередь синхронизированы с всемирным координированным временем (UTC).

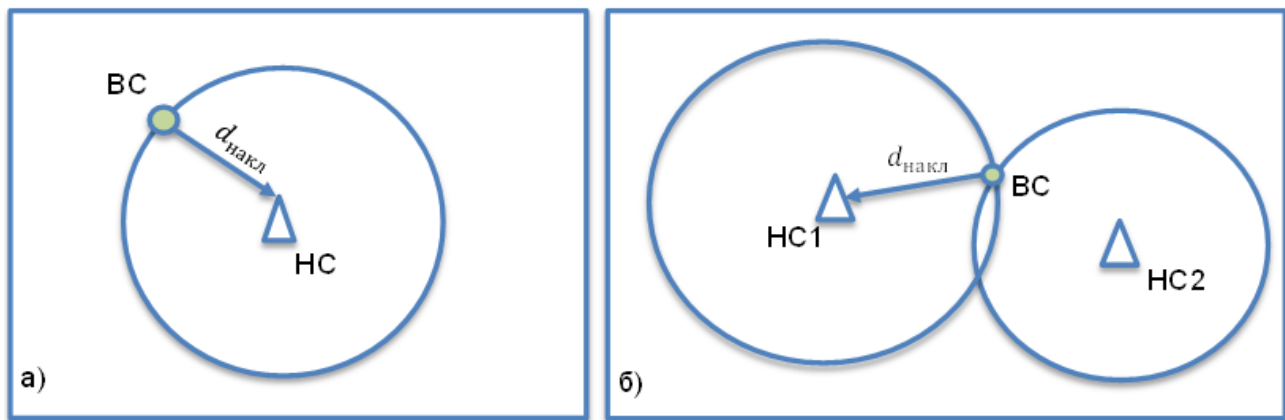


Рисунок 2 – Определение дальности методом ТоА (Time of Arrival) а) при одной НС, б) при двух НС

Метод ТоА основан на измерении разности времени приема сообщения между бортовой станцией и наземной станции для определения дальности ВС. Данные для оценки расстояния получаются на основе времени прибытия радиосигнала на один или несколько приемников, где  $t_{отпр}$  – время отправления сообщения с ВС с помощью метки времени,  $t_{прм}$  – время приема сообщения наземной станцией,  $d_{накл}$  – расстояние от НС до ВС, рассчитанное с помощью метода ТоА (Time of Arrival). В случае, когда ВС находится в радиусе действия двух НС, возникает неоднозначность отсчета, однако дальность в обоих случаях будет одинаковой. При наличии в радиусе действия более двух наземных станций, определение дальности сводится к точному местоположению (пересечению 3-х и более радиусов). Наклонная дальность вычисляется по времени прохождения радиосигнала в пространстве по формуле:

$$d_{накл} = (t_{прм} - t_{отпр}) \times c$$

где  $d_{накл}$  – наклонная дальность, в метрах;

$t_{отпр}$  – время отправления сообщения;

$t_{прм}$  – время приема сообщения;

$c$  – скорость света в воздухе 299 704 000 М/с.

Поверхность земли представляет собой геоид, следовательно для приведения к горизонтальному расстоянию (вдоль поверхности Земли) необходимо также учитывать его кривизну.

## 1.2. Определение расстояния между ВС и НС по данным из сообщения АЗН-В

Расстояние между ВС и НС по координатам вычисляется на основе сообщения АЗН-В, в состав которого входит информация о местоположении и рассчитывается по формуле гаверсинусов с модификацией для антиподов.

Определение местоположения происходит на борту воздушного судна с помощью спутниковой навигационной системы (СНС). В сообщении АЗН-В элемент данных I062/105, расчетная позиция в координатах WGS-84 содержит информацию о местоположении ВС. Согласно руководству по WGS84 координаты представлены в градусах. Местоположение воздушного судна определено как проекция на поверхность земли.

Для использования формулы гаверсинусов, необходимо привести координаты в радианы. Для перевода десятичных координат в радианы необходимо воспользоваться формулой:

$$\phi = \left( dd + \frac{mm}{60} + \frac{ss}{3600} \right) \times \frac{\pi}{180}$$

где  $\phi$  – координата в радианном представлении;

$dd$  – значение градусов;

$mm$  – значение минут;

$ss$  – значение секунд.

Для нахождения расстояния на поверхности земли используется формула гаверсинусов. Каждая точка земли имеет свой антипод – диаметрально противоположное место на поверхности, так как линия, нарисованная из одного места в другое, проходит через центр Земли и формирует настоящий диаметр. Чтобы исключить антиподы используется модификация формулы гаверсинусов для антиподов.

$$d_{\text{рад}} = \arctan \left\{ \frac{\sqrt{[\cos \phi_{\text{НС}} \sin \Delta\lambda]^2 + [\cos \phi_{\text{ВС}} \sin \phi_{\text{НС}} - \sin \phi_{\text{ВС}} \cos \phi_{\text{НС}} \cos \Delta\lambda]^2}}{\sin \phi_{\text{НС}} \sin \phi_{\text{ВС}} + \cos \phi_{\text{ВС}} \cos \phi_{\text{НС}} \cos \Delta\lambda} \right\}$$

где  $\phi_{\text{ВС}}, \phi_{\text{НС}}$  – широты;

$\lambda_{\text{ВС}}, \lambda_{\text{НС}}$  – долготы;

$\Delta\lambda = \lambda_{\text{НС}} - \lambda_{\text{ВС}}$  – разница долгот;

$d_{\text{рад}}$  – расстояние между пунктами, измеряемое в радианах длиной дуги большого круга земного шара.

Расстояние между станцией и проекцией координат ВС на плоскость, измеряемое в километрах, определяется по формуле:

$$L = d_{\text{рад}} \times R$$

где  $R = 6\,371\,000$  м – средний радиус земного шара.

Из-за того, что поверхность земли представляет собой не идеальную сферу, максимальная погрешность вычислений может достигать до 0,5%.

### 1.3 Обоснование методики

Сообщение АЗН-В содержит в себе данные о географических координатах, высоте полета, метки времени сообщения. Географические координаты определяются на борту воздушного судна с помощью ГНСС, высота полета определяется в виде занимаемого эшелона относительно среднего уровня моря.

Наземная приемная станция АЗН-В при получении сообщения фиксирует время приема пакета данных. Координаты каждой наземной станции известны и статичны.

Подтверждение достоверности сообщения АЗН-В выполняется с помощью сравнения расстояния, полученного дальномерным способом (ТоА) приведенному к горизонтальному и расстояния между ВС и НС по координатам.

Разница между расстояниями ТоА и расстоянию между ВС и НС по координатам  $|L - d_{гор}| < \Delta_{макс.доп}$  реализует проверку достоверности сообщения АЗН-В, что позволит отфильтровывать ложные метки и подтверждать реальные воздушные суда. Использование методики позволит перейти к системам зависимого авиационного наблюдения без подтверждения от альтернативных источников наблюдения.

### 1.4 Методика подтверждения достоверности сообщений АЗН-В с использованием информации о времени передачи сообщения

Для реализации методики подтверждения данных АЗН-В необходимы следующие исходные данные:

1) Данные, передаваемые в сообщении АЗН-В:

- Геометрическая высота  $h_{ВС}^{ГМ}$ ;
- Координаты ВС (широта  $\phi_{ВС}$  и долгота  $\lambda_{ВС}$ );
- Время отправления сообщения  $t_{отпр}$ .

2) Данные, полученные от наземной станции АЗН-В:

- Время приема сообщения  $t_{прм}$ ;
- Географические координаты станции АЗН-В (широта  $\phi_{НС}$  и долгота  $\lambda_{НС}$ ).
- Превышение наземной станции над уровнем моря  $h_{НС}$ .

Подтверждение достоверности данных АЗН-В осуществляют следующим образом:

1. Определяют расстояние от НС до ВС, рассчитанное с помощью ТоА (Time of Arrival) между отправлением сообщения бортовой системой АЗН-В и приемом наземной станцией АЗН-В, для нахождения наклонной дальности дальномерным способом.

$$d_{\text{накл}} = (t_{\text{прм}} - t_{\text{отпр}}) \times c \quad (1)$$

где  $d_{\text{накл}}$  – наклонная дальность, в метрах;

$t_{\text{отпр}}$  – время отправления сообщения;

$t_{\text{прм}}$  – время приема сообщения;

$c$  – скорость света в воздухе 299 704 000 М/с.

2. Вычисляют геометрическую высоту воздушного судна  $h_{\text{ВС}}$  относительно наземной станции. Геометрическая высота, передаваемая в сообщении АЗН-В, вычисляется бортовым приемником ГНСС в системе координат WGS84. В сообщении стандарта 1090ES значение геометрической высоты передается в поле «GNSS Height (HAE)» согласно стандарту Minimum operational performance standards for 1090 MHz extended squitter automatic dependent surveillance – broadcast (ADS-B) and traffic information services – broadcast (TIS-B).

Для нахождения высоты полета относительно наземной станции АЗН-В, необходимо вычислить разницу между геометрической высотой полета воздушного судна и превышения станции над уровнем моря. Геометрическая высота воздушного судна передается в сообщении АЗН-В. Вопрос подтверждения достоверности геометрической высоты рассмотрен в работе [1].

$$h_{\text{ВС}} = h_{\text{ВС}}^{\text{ГМ}} - h_{\text{НС}} \quad (2)$$

где  $h_{\text{ВС}}$  – высота ВС относительно уровня НС, в метрах;

$h_{\text{ВС}}^{\text{ГМ}}$  – высота ВС относительно уровня моря, в метрах;

$h_{\text{НС}}$  – превышение НС над уровнем моря, в метрах.



Рисунок 4 – Пример отображения высоты ВС относительно уровня моря и уровня НС

3. Определяют горизонтальное расстояние между проекцией координат ВС на горизонтальную плоскость и наземной станцией АЗН-В, с помощью теоремы Пифагора:

$$d_{\text{гор}} = \sqrt{d_{\text{накл}}^2 - h_{\text{ВС}}^2} \quad (3)$$

где  $d_{\text{гор}}$  – горизонтальное расстояние от ВС до станции АЗН-В, в метрах;  
 $d_{\text{накл}}$  – наклонная дальность, в метрах;  
 $h_{\text{ВС}}$  – геометрическая высота воздушного судна, в метрах.

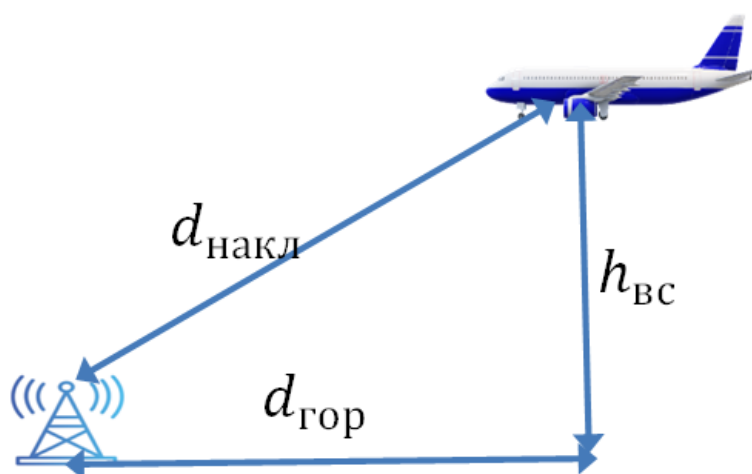


Рисунок 5 – Пример вычисления горизонтального расстояния

4. Определяют горизонтальное расстояние между станцией АЗН-В и ВС, с помощью полученных координат из поля «Data Item I021/130, Position in WGS-84 Co-ordinates» согласно стандарту Minimum operational performance standards for 1090 MHz extended squitter automatic dependent surveillance – broadcast (ADS-B) and traffic information services – broadcast (TIS-B), и координат наземной станции. Согласно учебнику «Сферическая тригонометрия», М.К. Вентцель, законы сферической тригонометрии позволяют рассчитывать расстояния между точками, расположенными на сфере. Кратчайшее расстояние между двумя точками на земной поверхности вычисляется с помощью формулы гаверсинов с модификацией для антиподов и определяется зависимостью:

$$d_{\text{рад}} = \arctan \left\{ \frac{\sqrt{[\cos \phi_{\text{НС}} \sin \Delta \lambda]^2 + [\cos \phi_{\text{ВС}} \sin \phi_{\text{НС}} - \sin \phi_{\text{ВС}} \cos \phi_{\text{НС}} \cos \Delta \lambda]^2}}{\sin \phi_{\text{НС}} \sin \phi_{\text{ВС}} + \cos \phi_{\text{ВС}} \cos \phi_{\text{НС}} \cos \Delta \lambda} \right\} \quad (4)$$

где  $\phi_{\text{ВС}}, \phi_{\text{НС}}$  – широты;

$\lambda_{\text{ВС}}, \lambda_{\text{НС}}$  – долготы;

$\Delta \lambda = \lambda_{\text{НС}} - \lambda_{\text{ВС}}$  – разница долгот;

$d_{\text{рад}}$  – расстояние между пунктами, измеряемое в радианах длиной дуги большого круга земного шара.

Расстояние между станцией и проекцией координат ВС на плоскость, измеряемое в километрах, определяется по формуле:

$$L = d_{\text{рад}} \times R \quad (5)$$

где  $R = 6\,371\,000$  м – средний радиус земного шара.

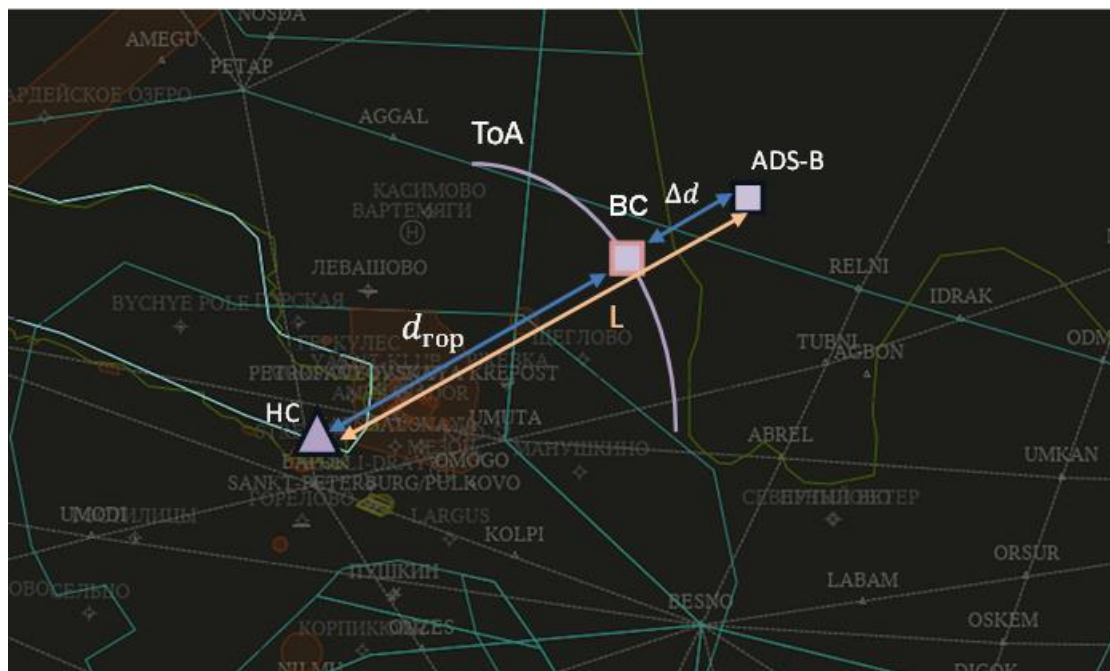


Рисунок 6 – Пример сравнения расстояний, полученных от ТоА и формулы гаверсинусов

5. Выполняют сравнение полученных расстояний  $L$  и  $d_{\text{гор}}$ . При этом модуль разности вычисленных значений не должен превышать заданного уровня максимально допустимого погрешности измерений:

$$|L - d_{\text{гор}}| < \Delta_{\text{макс.доп}} \quad (6)$$

Обоснование максимально допустимого значения погрешности  $\Delta_{\text{макс.доп}}$  требует отдельного обоснования, в данной работе примем, что отклонение между расстояниями  $|L - d_{\text{гор}}|$  не должно превышать 300 метров при полетах до эшелона 265, и 500 метров при полетах в верхнем воздушном пространстве. Для повсеместного перехода к зависимым системам наблюдения необходимо чтобы обеспечение требуемых характеристик было по крайней мере не хуже, чем требуется для существующих видов применения.

Если разность расстояний  $|L - d_{\text{гор}}|$  меньше  $\Delta_{\text{макс.доп}}$ , данные АЗН-В подтвержденными, а сообщение АЗН-В считают достоверным, что исключит необходимость проверки информации от альтернативных источников

наблюдения. В обратном случае данные сообщения АЗН-В считаются недостоверными, информации АЗН-В доверять нельзя и необходимо либо применять иные средства наблюдения, либо процедурные методы УВД.

### **Обсуждение**

В России и за рубежом проведено ряд исследований по совершенствованию системы авиационного наблюдения АЗН-В. Увеличение потребности в объёме использования воздушного пространства и уменьшении интервалов безопасного эшелонирования приводит к необходимости использовать более совершенные системы АЗН-В. Решение задач, связанных с недостатками АЗН-В, таких как определение местоположения, исключительно основываясь на GNSS, отсутствие алгоритмов защиты от кибератак, позволят перейти к системам зависимого наблюдения согласно глобальному аэронавигационному плану ИКАО. Проблема подтверждения данных АЗН-В является актуальной.

Планируется дальнейшее исследование по созданию дополнительного метода подтверждения сообщений АЗН-В по скорости самолета с целью исключения ложных сообщений. Другим важным направлением является определение допустимого отклонения, при превышении которого диспетчер УВД должен быть информирован о недостоверности получаемых данных АЗН-В. Также в дальнейшей работе планируется оценить точность разработанной методики подтверждения местоположения ВС, путем сравнения с МПСН как более точного средства наблюдения.

### **Заключение**

Разработанная в статье методика алгоритмически сравнивает расстояние между ВС и НС по координатам и расстояние от НС до ВС, рассчитанного с помощью ТоА (Time of Arrival), что реализует проверку достоверности получаемого сообщения.

Данная методика позволит использовать систему наблюдения АЗН-В без необходимости дополнительной проверки достоверности сообщения с помощью других источников информации наблюдения.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Подтверждение достоверности сообщений АЗН-в путем оценки высоты полета воздушного судна / А. П. Плясовских, Е. А. Рубцов, А. С. Калинин, В. Ю. Давиденко // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2023. № 1. С. 118-133. – DOI 10.51955/2312-1327\_2023\_1\_118. – EDN MWAEJQ.
2. Теория абберации первая теория, альтернативная специальной теории относительности А. П. Плясовских // УДК 530.1(035.3) Москва, 2023. 505 с.
3. *A. Costin and A. Francillon. "Ghost in the Air (Traffic): On insecurity of ADS-B protocol and practical attacks on ADS-B devices," conf. Black Hat USA, 2012.*
4. *Wireless Positioning Technologies and Applications Alan Bensky // Artech House, Inc. ,685 Canton St. Norwood, MA, United States 2008. 205p.*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ АЭРОДРОМА В УСЛОВИЯХ СЕЗОННОГО РОСТА ПОТОКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Сайдумаров И. М., канд. физ.-мат. наук  
Бойманов И. Ж.

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

**Аннотация.** В работе проанализирован процесс функционирования взлетно-посадочной полосы аэродрома международных аэропортов Узбекистана в условиях роста воздушного потока. Проведен анализ функционирования взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек международных аэропортов Ташкент и Навои. Скоростные рулежные дорожки самых загруженных аэропортов мира используются довольно широко. В условиях роста воздушного потока наличие скоростных рулежных дорожек положительно влияет на увеличение пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома и обеспечение бесперебойной работы.

С целью увеличения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома в условиях сезонного увеличения потока воздушных судов разработана методика повышения эффективности пропускной способности скоростного РД. В результате удалось сократить расстояние и время нахождения вертолетов в процессе посадки с момента касания ВПП до момента ухода. Это позволило эффективно использовать взлетно-посадочную полосу.

**Ключевые слова:** пропускная способность, воздушное движение, аэродром, пассажиры, система.

## EFFICIENCY ENHANCE OF RUNWAY CAPACITY IN CONDITIONS OF A SEASONAL INCREASE OF AIRCRAFT FLOW

Saidumarov I.M., Candidate of Physical and Mathematical Sciences  
Boymanov I. Zh.

*Tashkent State Transport University  
(Uzbekistan, Tashkent)*

**Abstract.** The work analyzes the process of functioning of the runway of the airfield of international airports in Uzbekistan in conditions of increasing air flow. An analysis of the functioning of runways and taxiways at Tashkent and Navoi international airports was carried out. If you look at the world's busiest airports in terms of aircraft movement onto airfield runways, high-speed taxiways are widely used. It turned out that in conditions of increasing air flow, high-speed taxiways have a positive effect on increasing the capacity of the airfield runway and ensuring uninterrupted operation. In order to increase the capacity of the airfield runway in conditions of a seasonal increase in the flow of aircraft, a method has been developed to increase the efficiency of the capacity of a high-speed taxiway. As a result, it was possible to reduce the distance and time spent by helicopters during the landing process from the moment they touched down on the runway until the moment they left. This allowed efficient use of the runway.

**Keywords:** capacity, air traffic, airfield, passengers, system.



В условиях сезонного роста воздушного потока в мире большое внимание уделяется научно-исследовательским работам по повышению и улучшению пропускной способности взлетно-посадочных полос аэродрома. Особое значение приобретает проведение научно-исследовательских работ по повышению эффективности пропускной способности взлетно-посадочных полос за счет сокращения времени движения воздушных судов, в том числе, в процессе передвижений по взлетно-посадочной полосе аэродрома, с соблюдением всех законодательных норм, относящихся к авиационной отрасли, и т.д. В связи с этим, внедрение и разработка методов оценки и повышения пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома в условиях сезонного роста воздушного потока является актуальной задачей.

В целях развития транспортной отрасли в республике, в том числе для повышения удобства обслуживания клиентов в авиационной отрасли, реализуется ряд мер по сокращению времени процессов движения воздушных судов на взлетно-посадочной полосе, их встречи и наблюдения.

Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Указ от 30 июня 2017 года № ПФ-5099 «О мерах по коренному улучшению условий для развития сферы информационных технологий в республике», Постановление ПФ-5349 от 19 февраля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», Указ от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановление от 30 апреля 2021 года № ПФ-5100 «О мерах по трансформации и поддержке предприятий гражданской авиации», статья 44 Чикагской конвенции ИКАО (международная организация гражданской авиации), а также иных критериально-правовых актов, касающихся данной деятельности.

Если рассмотреть самые загруженные аэропорты мира с точки зрения движения воздушных судов на взлетно-посадочных полосах аэродромов, то скоростные рулежные дорожки широко используются. Оказалось, что в условиях роста воздушного потока скоростные рулежные дорожки положительно влияют на увеличение пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома и обеспечение бесперебойной работы.

Из года в год авиаперевозки пассажиров интенсивно увеличиваются. Поэтому данная тема широко изучается и зарубежными учеными. В изученной [1] статье аналитически рассмотрены перспективные технологии очистки взлетно-посадочных полос аэродромов, а также определение наиболее перспективного способа очистки взлетно-посадочной полосы. В работе [2] был предложен обзор математического моделирования проблем движения тяжелых транспортных самолетов по взлетно-посадочным полосам с неоднородным состоянием поверхности, вызванным различными условиями эксплуатации. Метод оценки явлений, основанный на изучении взаимодействия самолета с покрытием искусственной ВПП с помощью

системы математического моделирования динамики полета, предложен в работе [3], в работе [4] описан метод обнаружения выбросов посторонних объектов на взлетно-посадочной полосе аэропорта, а также технология объединения данных для анализа их изображений. В статье [5] представлена оценка эффективности освещения взлетно-посадочной полосы аэродрома с целью повышения безопасности в условиях ограниченной видимости с использованием интегрального индексного режима. Рост авиаперевозок является одним из самых впечатляющих технологических достижений последних эпох. Стремительный рост числа авиаперелетов приводит к серьезным пробкам в аэропортах крупных городов, которые нуждаются в дополнительных возможностях для быстро растущих внутренних краткосрочных рынков. Исследования [6] показывают, что, поскольку Международный аэропорт Ченнаи будет полон к 2015 году, предлагается аэропорт Гринфилд в Шриперумбудуре. Всесторонне проанализированы структура и способы повреждения аэродромного покрытия, а также существующие проблемы в современных методах проектирования [7] и предложен новый метод расчета аэродромного покрытия.

В связи с тем, что результаты анализа показали, что скоростные рулежные дорожки в условиях роста воздушного потока положительно влияют на увеличение пропускной способности взлетно-посадочной полосы аэродрома и обеспечение бесперебойной работы, предлагаем внедрить полосы быстрого движения.

Способ обеспечения непрерывной работы ВПП в условиях сезонного увеличения потока воздушных судов включает в себя процедуры взлета и посадки воздушных судов в аэропорту.

Параметры способа обеспечения непрерывной работы взлетно-посадочной полосы аэродрома следующие:

$X_1$  – процесс прибытия к месту выполнения рейса ВС;

$X_2$  – процесс остановки в месте выполнения рейса ВС;

$X_3$  – процесс разгона (обката) на пролете ВС на ВПП, разгон до отрыва;

$X_4$  – процесс подъема на высоту над поверхностью летящего ВС на ВПП (до 10,7 метра);

$X_5$  – процесс набора высоты от точки окончания полета ВС до точки старта на ВПП;

$Y_1$  – минимальный временной интервал ВС при взлете и посадке с учетом воздушного потока, создающего турбулентность;

$Z_1$  – процесс получения безопасного интервала при движении самолета по глиссаде в процессе, связанном с посадкой;

$Z_2$  – процесс перемещения от точки отправления ВС до второго поворота до начала ВПП;

$Z_3$  – процесс движения ВС от начала ВПП до точки касания земли;

$Z_4$  – процесс скоростного метания ВС по ВПП;

$Z_5$  – процесс выхода ВС с ВПП.

В структурной схеме технологических процессов обеспечения непрерывной работы взлетно-посадочной полосы аэропорта на рис. 1 повышение пропускной способности достигнуто за счет применения скоростных рулѐжных дорожек.



Рисунок 1 – Структурная схема технологических процессов обеспечения бесперебойной работы взлетно-посадочной полосы аэродрома

Возможности повышения эффективности пропускной способности взлетно-посадочных полос международных аэропортов Республики Узбекистан были рассмотрены путем проведения эксперимента в программе ЭКСПО. Международный аэропорт Ташкент был выбран, потому что он является аэропортом с наибольшим количеством пассажирских воздушных судов в Республике, а международный аэропорт Навои является аэропортом с наибольшим количеством грузовых воздушных судов.

Исследования по выявлению и сравнению самолетов тяжелого типа, осуществляющих взлет и посадку на взлетно-посадочной полосе аэродрома международного аэропорта Ташкент, как с использованием, так и без использования скоростных РД, приведены на рисунке 2 на примере ВС тяжелого типа. При использовании скоростных РД самолетами тяжелых типов достигается повышение пропускной способности на 53%, при использовании скоростных РД, для смежной операции (взлет-посадка и посадка-взлет) на 10% (рис. 3 и 4). При использовании скоростных РД количество смешанных взлетов и посадок за час увеличивается с 21 до 23, появляется возможность совершить дополнительные 48 взлетов и посадок за 24 часа, что дает возможность увеличить количество взлетов и посадок за год до 17 520. Количество посадок

после приземления увеличивается с 19 до 29 за один час и до 240 за сутки, если посадка производится после приземления на взлетно-посадочную полосу.

Параметры аэропорта	T13	Huqyb	Hv	Θ	Ht	Lksusm	Vksust	Luqy	Lstart	P
Значение:	27,9	430	30	3	422	750	25	4000	100	720
Ку	п	В	Lhyhm	R1	R2	R3	Tsusv100	Tsusv45	Tsusv10	Lc
1	7	60	150	1	0	0	10	10	10	150

Выберите тип воздушного судно	Параметры ВС	Lsqky	Lsqhyt	V4 = Vpriz V4	V1	V2=V3 V2	Lsqhy	L1	Сохранить
	<input type="checkbox"/> Легкий	500	500	120	140	180	1100	600	
	<input type="checkbox"/> Средний	900	900	160	180	200	1100	200	
	<input type="checkbox"/> Тяжелый	2000	2000	220	260	270	2300	260	

	Пропускная способность одной ВПП ( $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$ ) в разрезе ВС (за 1 час)	Пропускная способность одной ВПП ( $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$ ) в разрезе ВС (за 1 час)	Пропускная способность одной ВПП ( $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$ ) в разрезе ВС (за 1 час)
Пропускная способность ВПП имеющую скоростных РД	19	29	23
Пропускная способность ВПП имеющую обычную РД	19	19	21

Сравнение пропускной способности ВПП имеющую скоростных РД, с пропускной способностью ВПП имеющую обычную РД	Без изменений	Повышается на 53%	Повышается на 10%
100%	100%	153%	110%
Предлагаемый $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$	Имеющиеся $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$	Предлагаемый $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$	Имеющиеся $P_{\text{вп}}^{\text{нп}}$

Рисунок 2 – Главное окно программы ЭВМ

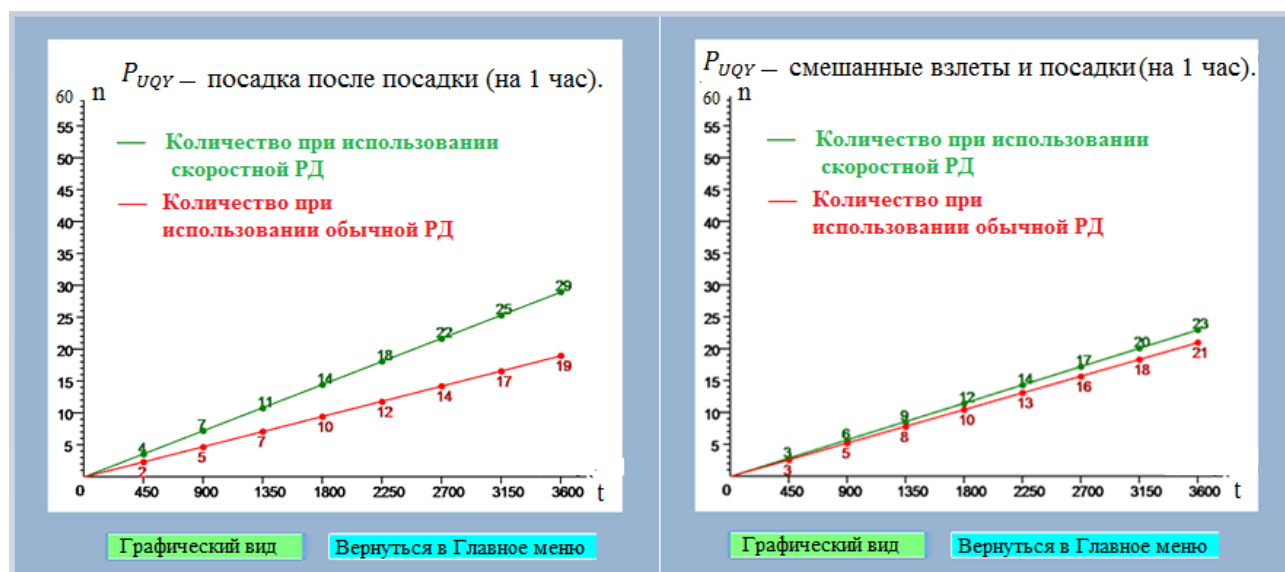


Рисунок 3 – Графическое представление состояния после приземления ВС и выполнения поочередно (смешанное) в программе экспозиции ЭВМ

В международном аэропорту «Навои» в условиях сезонного увеличения потока воздушных судов применяется метод повышения пропускной способности скоростных РД как фактора повышения эффективности использования взлетно-посадочной полосы аэродрома.

50 % взлета и посадки средних и 50 % тяжелых самолетов на взлетно-посадочную полосу Международного аэропорта «Навои» обеспечены 32 % и 5 % при смешанных (взлетно-посадочных) операциях. Количество смешанных

взлетов в час увеличится с 21 до 22, при использовании метода увеличения пропускной способности скоростных рулѐжных дорожек будет возможно дополнительно 24 взлета в сутки, что позволит увеличить количество взлетов и посадок в год до 8760. Количество посадок после приземления на взлетно-посадочную полосу увеличится с 19 до 25 в час и 144 в сутки.

На взлетно-посадочной полосе международного аэропорта «Навои» за 1 час в случае применения метода повышения пропускной способности скоростного РД достигнуто увеличение количества посадок ВС после приземления на 5÷67% и на 5 ÷10% при выполнении смешанных взлетов.

Также достигнуто сокращение времени нахождения легковых самолетов на посадке на взлетно-посадочную полосу международного аэропорта «Навои» на 73-84% от посадки до вылета с использованием скоростных взлетно-посадочных полос.

В условиях сезонного увеличения потока воздушных судов для повышения пропускной способности и бесперебойной работы ВКС создана методика и конструктивная схема обеспечения непрерывной работы ВПП аэродрома. В результате, используя метод повышения пропускной способности скоростного РД, была достигнута пропускная способность ВПП и обеспечена бесперебойная работа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ перспективных технологий обслуживания взлетно-посадочных полос аэродромов / С. Л. Паршина, И. О. Князева, Д. В. Макаренко, М. В. Сафронов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 3, № 13. С. 92-94. – EDN YQVYNR.

2. Кубланов М. С. Математическое моделирование неоднородного состояния взлетно-посадочных полос при решении задач обеспечения безопасной эксплуатации тяжелых транспортных самолетов / М. С. Кубланов, Н. Б. Бехтина // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2010. № 154. С. 152-154. – EDN MVKTTX.

3. Бехтина Н. Б. Математическое моделирование движения тяжелых транспортных самолетов на посадке / Н. Б. Бехтина, Н. А. Сметанина // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2016. № 226(4). С. 125-130. – EDN XBVWNJ.

4. Li Ang. Research and Design of an Airfield Runway FOD Detection System Based on WSN. International journal of distributed sensor networks (Online), International journal of distributed sensor networks. International Journal of Distributed Sensor Networks 2013(4), PP.1-6.

5. Zyryanov Yu. T., Dmitriev V. M. Airfield runway lighting efficiency estimating based on simulating landing process in low visibility. Civil Aviation High Technologies. 2014;(207), PP.82-89.

6. Sundeep Chowdary Daggubati, Nazneen, Subham Sharma, Sulabh raj gurung. Runway design and structural design of an airfield pavement. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issue 2 Ver. III (Mar- Apr. 2014), PP 10-27 www.iosrjournals.org).

7. Duoyao Zhang, Liangcai Cai, Shaohui Zhou. An Airfield Soil Pavement Design Method Based on Rut Depth and Cumulative Fatigue. Volume 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6032305>. PP. 1-11.

## РАДИОФОТОННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПЛЕРОВСКОГО СМЕЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ И УГЛА ПРИХОДА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ

Силаков К. А.  
Викулов К. В.  
Денисенко П. Е., канд. техн. наук

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

**Аннотация.** В работе описываются особенности применения тандемной амплитудно-фазовой модуляции в системах определения доплеровского смещения частоты и угла прихода отраженного радиолокационного сигнала, имеющих ряд преимуществ перед представленными на данный момент технологиями, обсуждаются перспективы развития рассмотренных систем.

**Ключевые слова:** радиолокация, радиофотоника, тандемная амплитудно-фазовая модуляция, доплеровское смещение частоты, угол прихода.

## RADIO-PHOTONIC METHODS FOR DETERMINING THE DOPPLER FREQUENCY SHIFT AND ANGLE OF ARRIVAL FOR DETECTING AIR OBJECTS

Silakov K. A.  
Vikulov K. V.  
Denisenko P. E., Candidate of Technical Sciences

*Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI  
(Kazan)*

**Abstract.** The paper describes the features of the use of tandem amplitude-phase modulation in systems for determining the Doppler frequency shift and angle of arrival of the reflected radar signal, which have a number of advantages over currently presented technologies. The prospects for the development of the considered systems are discussed.

**Keywords:** radar, radio-photonics, tandem amplitude-phase modulation, Doppler frequency shift, angle of arrival.

### **Введение**

Применение технологий радиофотоники в задачах радиолокации вместо традиционных полностью электронных способов обработки радиосигналов дает существенные преимущества, позволяющие улучшить метрологические и технико-экономические характеристики измерительных систем, однако для всех представленных на сегодняшний день

радиофотонных методов определения доплеровского смещения частоты (ДСЧ) и угла прихода (УП) радиолокационного сигнала характерна проблема подавления оптической несущей, являющейся неинформативным и нежелательным сигналом, недостаточное подавление которого негативно влияет на точность измерений. Проблема подавления несущей обусловлена особенностями применяемых для получения заданного вида модуляции оптического сигнала структур, а ее решением представляется внедрение блоков тандемной амплитудно-фазовой модуляции (ТАФМ), обеспечивающей полное подавление несущей, а также высокую спектральную чистоту промодулированного сигнала, в том числе и в области высших гармоник [1, 2].

### Радиофотонный метод измерения доплеровского смещения частоты на основе ТАФМ

Первой схемой измерения ДСЧ, построенной с использованием блоков ТАФМ, является структура, представленная в работе [1]. Однако следует рассмотреть более новую схему ввиду ее облегченного строения и преимуществ в области измерения больших величин доплеровского смещения. Схема представлена на рисунке 1.

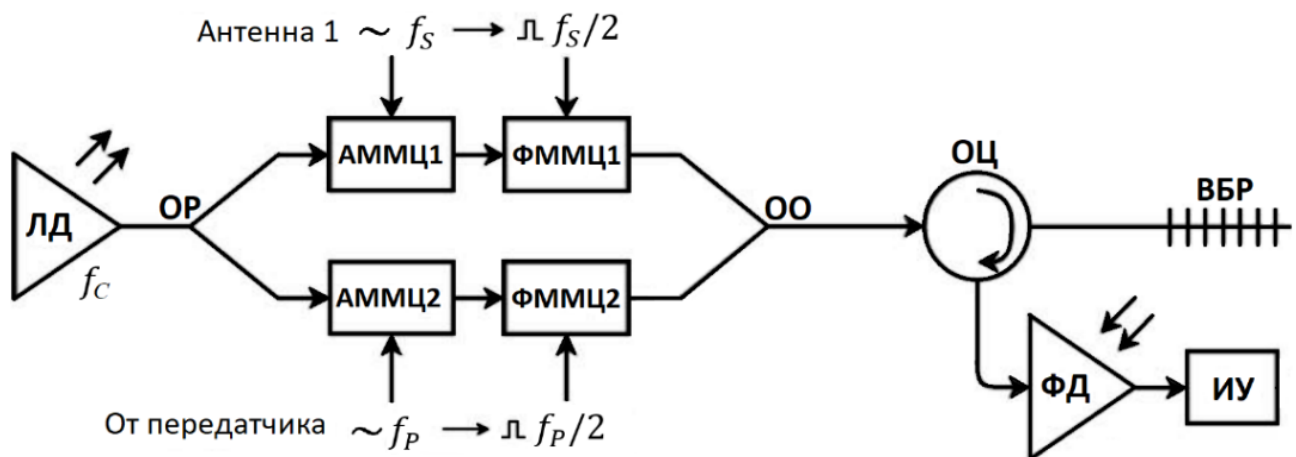


Рисунок 1 – Структурная схема метода на основе ТАФМ

В данной схеме оптическое излучение, генерируемое лазерным диодом ЛД, разделяется оптическим разветвителем ОР на два канала: верхний канал, в соответствии с формируемыми в нем частотами, называется измерительным, а нижний канал – опорным. Оба канала схемы содержат последовательно включенные амплитудные и фазовые модуляторы, формирующие блоки ТАФМ, к которым подводится сигнал от передатчика (зондирующий) в нижнем канале и сигнал с приемной антенны (отраженный от цели эхо-сигнал) в верхнем канале. Промодулированные в блоках ТАФМ сигналы объединяются в оптическом объединителе ОО, в результате чего спектр сигнала выглядит следующим образом, представленным на рисунке 2.

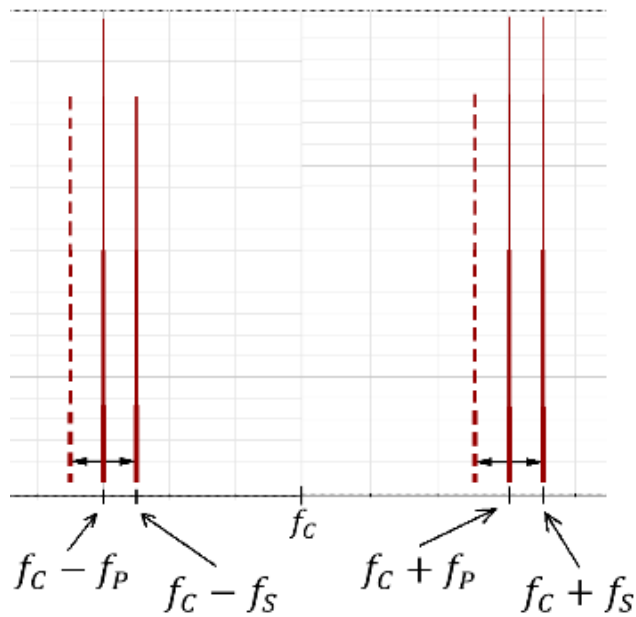


Рисунок 2 – Спектр сигнала после модуляции и объединения

Спектр сигнала содержит по две частоты по обе стороны от полностью подавленной оптической несущей: зондирующая частота зафиксирована, а справа или слева от нее (в зависимости от знака доплеровского смещения) находится измерительная частота, отличающаяся на величину ДСЧ.

Для определения знака доплеровского смещения в данной схеме используется оптический фильтр в виде спектра отражения волоконной решетки Брэгга (ВБР) с одним фазовым сдвигом. Частоты сигнала подаются на правый или левый склон характеристики ВБР, как показано на рисунке 3, в результате чего частотные составляющие имеют разную мощность.

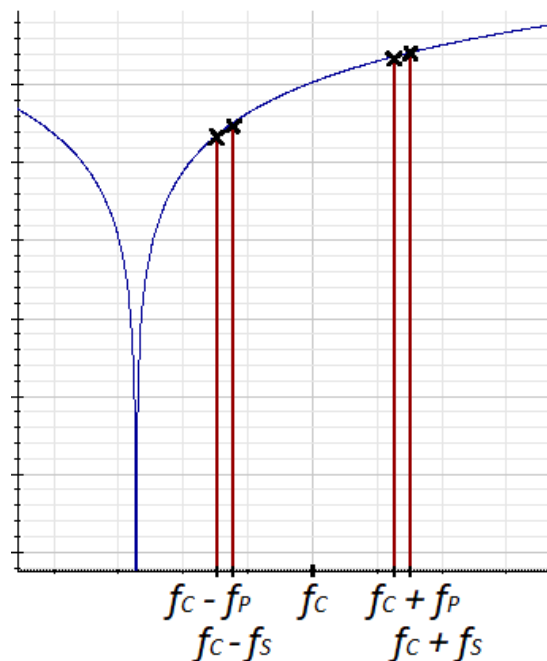


Рисунок 3 – Частотная характеристика оптического фильтра и частоты сигнала



Сигнал после оптического фильтра детектируется фотодетектором ФД, формирующим сигнал биений, мощность которого позволяет судить о значении ДСЧ. На измерительной характеристике (рисунок 3) представлено однозначное соответствие мощности сигнала биений величине и знаку доплеровского смещения в диапазоне от -2 МГц до +2 МГц, причем для случая отсутствия смещения частоты в принимаемом эхо-сигнале мощность сигнала биений равна нулю.

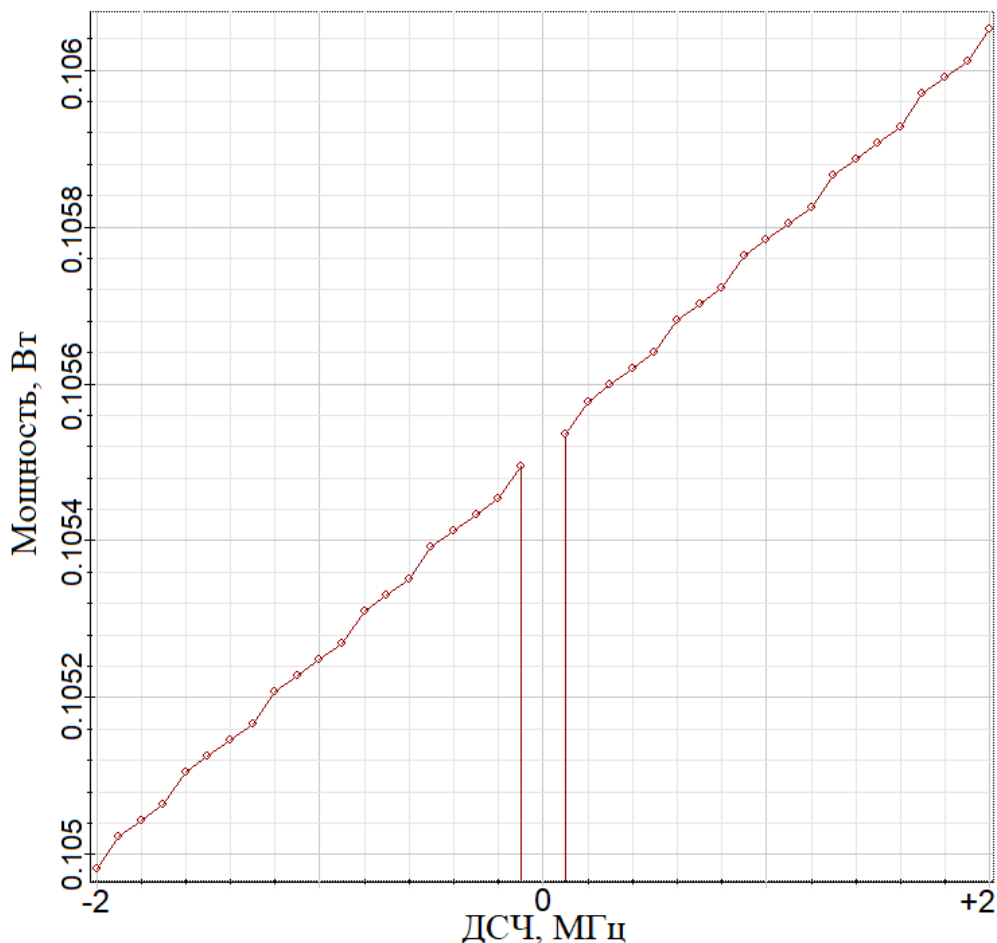


Рисунок 4 – Измерительная характеристика ДСЧ

### Радиофотонный метод определения угла прихода на основе ТАФМ

Данный метод представляет собой развитие схемы, основанной на двух модулях тандемной амплитудно-фазовой модуляции с одним измерительным каналом [3], которая была взята за основу, так как имеет явные преимущества по сравнению с другими типами в способности подавлять несущую сигнала, что в свою очередь повышает точность измерений. Однако данный метод является зависимым от амплитудных составляющих радиолокационного сигнала, и это, напротив, ведет к повышению погрешностей. Поэтому было решено работать со схемой, в которой есть не только измерительный канал, но и канал для компенсации амплитуды сигнала.

На рисунке 5 изображена схема определения угла прихода с компенсирующим каналом.

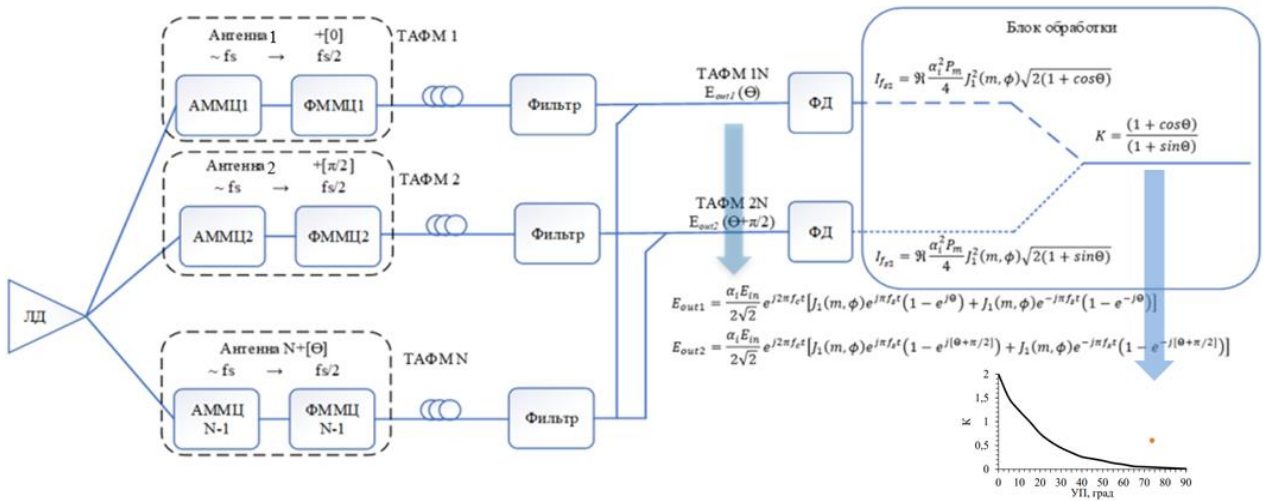


Рисунок 5 – Определение УП с компенсацией амплитуды отраженного сигнала

На рисунке 5 блоки ТАФМ 1 и ТАФМ N формируют измерительный канал, а ТАФМ 2 и ТАФМ N – компенсирующий. Первой стрелкой показаны выражения выходных электрических полей данных каналов. Далее в блоке обработки сигналы соотносятся друг с другом. И так как сигналы отличаются лишь фазовыми составляющими, то составляющие амплитуды сокращаются. На выходе получится лишь определенный коэффициент K, который в дальнейшем помогает определять угол прихода. На рисунке 6 изображена зависимость коэффициента K от величины фазового сдвига.

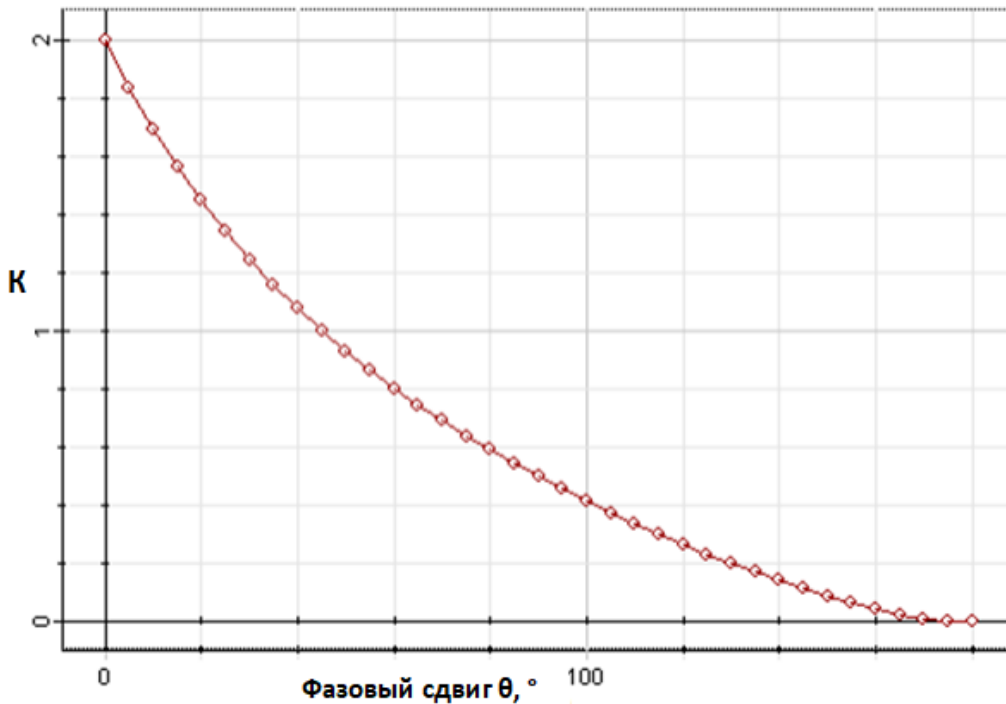


Рисунок 6 – Зависимость отношения измерительного и компенсирующего сигналов по отношению к сдвигу фазы

Так как зависимость, изображенная на рисунке 6, является нелинейной, то она имеет определенную погрешность на разных участках. Для того чтобы посчитать погрешности для каждой точки, мы строим прямую линию, проходящую по одному уровню со значением коэффициента. Если прямая проходит только через точку и не касается зависимости, то погрешность отсутствует, если прямая проходит не только через точку, но и ложится на часть линии зависимости, то при определенном значении коэффициента может быть получено не точное значение фазового сдвига, а некоторый диапазон, что явно указывает на наличие погрешности.

В дальнейшем значения погрешностей фазового смещения были пересчитаны на значения погрешностей угла прихода. На рисунке 7 представлена погрешность определения угла прихода.

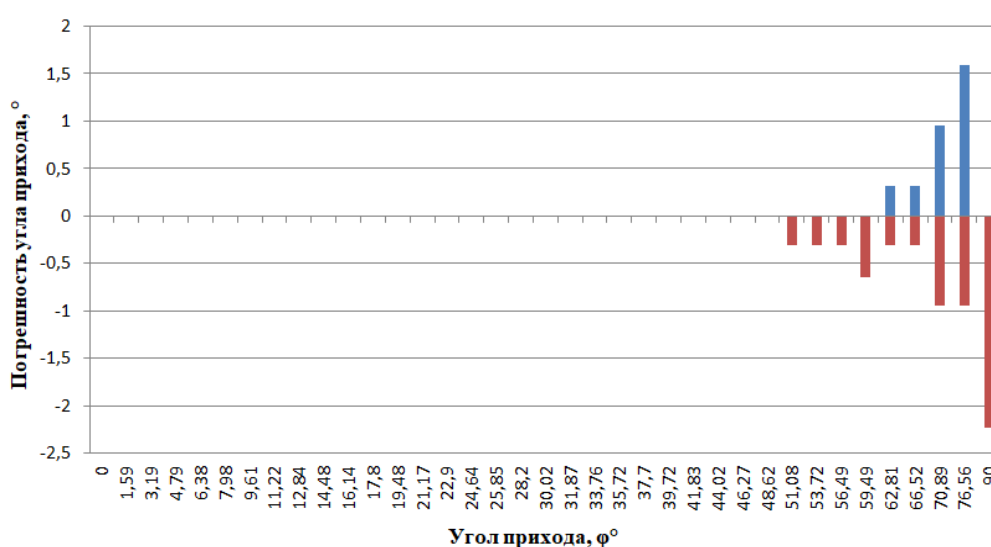


Рисунок 7 – Погрешность определения угла прихода

Средняя погрешность угла прихода была рассчитана по данным графика и составила приблизительно  $0,25^\circ$ . Если сравнивать данные значения, то можно увидеть явный выигрыш в точности определения угла прихода, который для одного метода [4] составляет приблизительно  $0,6^\circ$ , а некоторые другие системы [5-7] уступают в точности более чем на  $2^\circ$ . Такие результаты объясняются тем, что система была построена на блоках ТАФМ, а не модуляторах Маха-Цендера, которые не способны полностью подавлять несущую сигнала. Также на повышение точности повлияло использование дополнительного канала компенсации амплитудных составляющих.

В качестве антенны была взята L-образная антенная решетка для того, чтобы была возможность измерять угол прихода не только в одной плоскости, но и в двух плоскостях. Благодаря данному типу антенны и характеристики, изображенной на рисунке 6, можно построить трехмерную зависимость отношений измерительного и компенсирующего сигналов к фазовому сдвигу, что позволит быстрее и намного проще определять местонахождение объекта. Смоделированная зависимость изображена на рисунке 8.

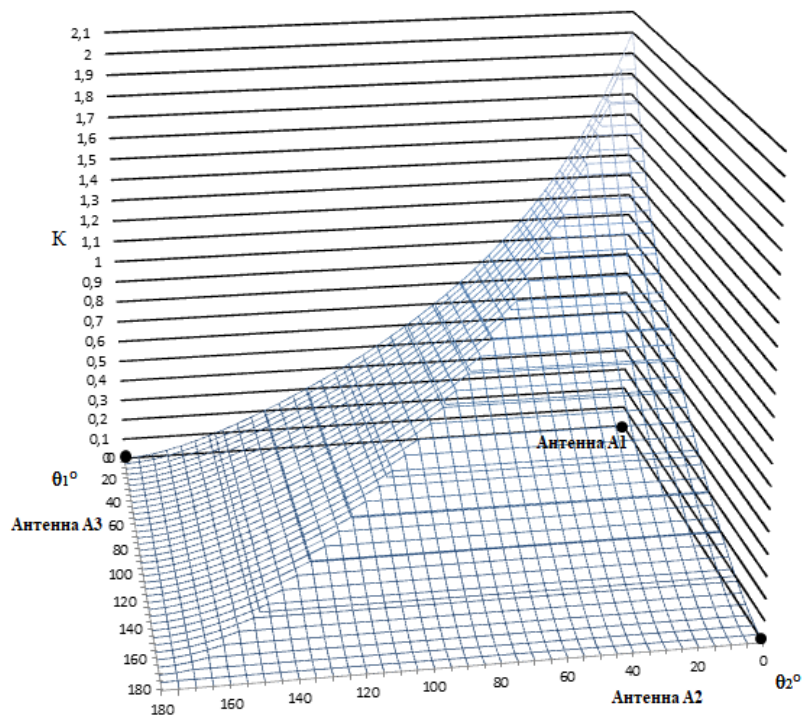


Рисунок 9 – Трехмерная характеристика отношения измерительного и компенсирующего сигналов

На рисунке 9 представлено графическое пояснение к рисунку 8.

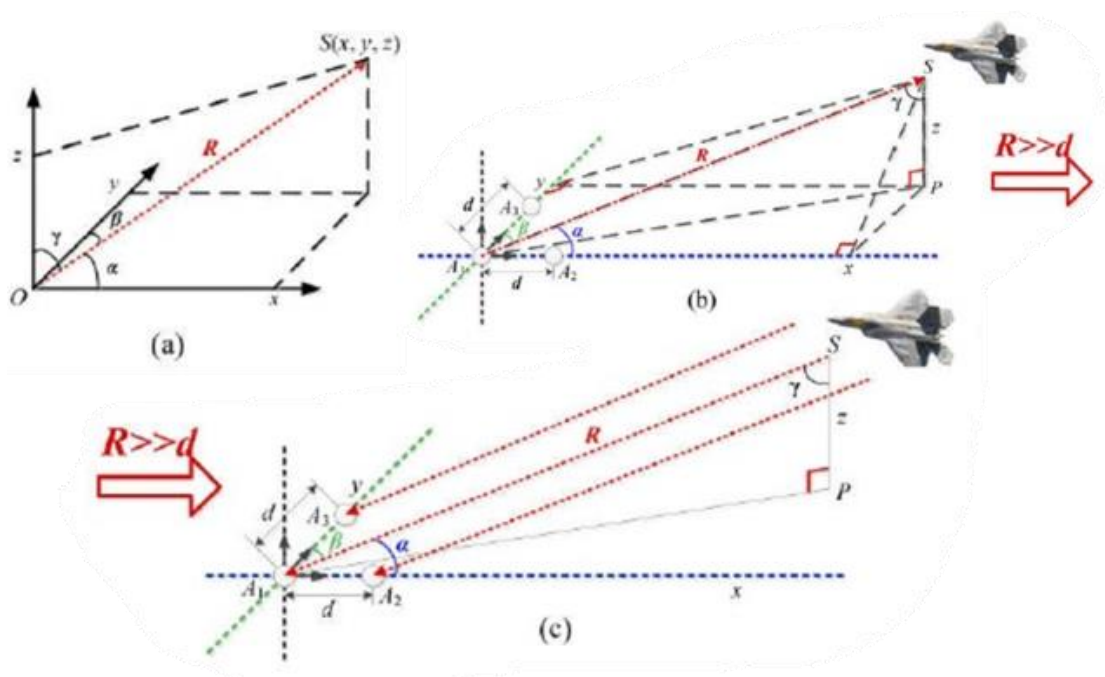


Рисунок 9 – Графическое пояснение измерения угла прихода в двух Проекциях, Источник:

[https://www.researchgate.net/publication/347626113\\_Photonic\\_2-D\\_angle-of-arrival\\_estimation\\_based\\_on\\_an\\_L-shaped\\_antenna\\_array\\_for\\_an\\_early\\_radar\\_warning\\_receiver](https://www.researchgate.net/publication/347626113_Photonic_2-D_angle-of-arrival_estimation_based_on_an_L-shaped_antenna_array_for_an_early_radar_warning_receiver)

Обнаружение двух углов  $\alpha$  и  $\beta$  происходит измерительно при помощи первой (A1 и A2) и второй (A1 и A3) комбинации антенн, а третий угол  $\gamma$  находится исходя из расчётов по формуле (1).

$$\gamma = \arccos(\sqrt{1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \beta}). \quad (1)$$

### Перспективы развития

Развитие рассмотренных радиотонных систем видится в их совмещении и одновременной работе при использовании X-антенны, как показано на рисунке 10.

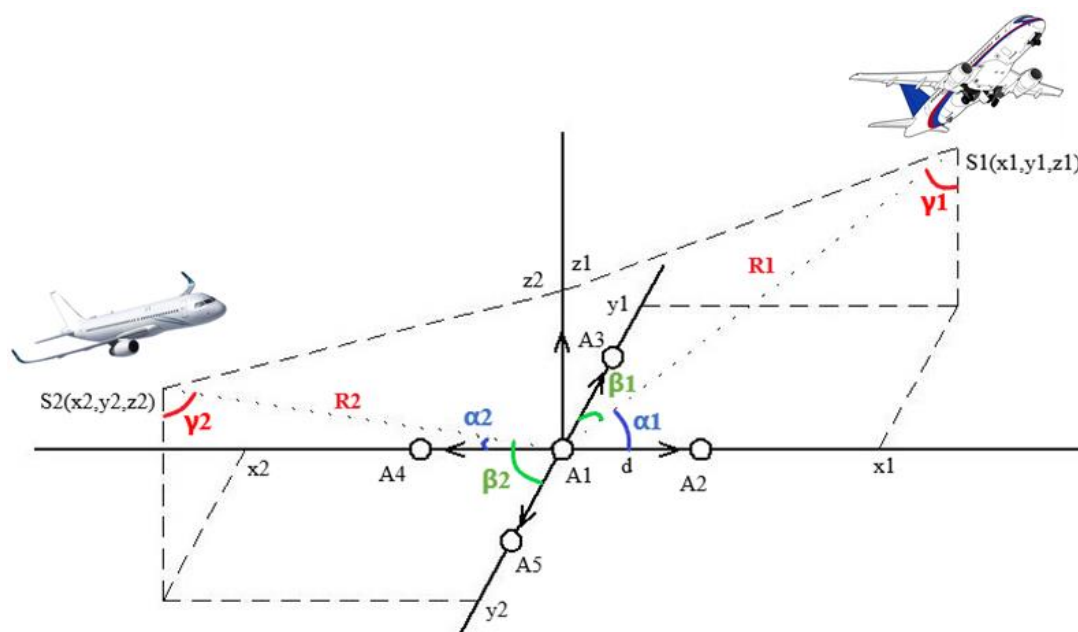


Рисунок 10 – X-антенна для объединения систем определения ДСЧ и УП

Совместная работа таких систем измерения ДСЧ и УП отраженного от цели радиолокационного сигнала позволит использовать преимущества технологии ТАФМ для обнаружения воздушных объектов, а также контроля их местоположения и скорости движения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов О. Г. Радиотонный метод определения доплеровского изменения частоты отражённого радиолокационного сигнала на основе тандемной амплитудно-фазовой модуляции / О. Г. Морозов, Г. А. Морозов, Г. И. Ильин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2021. № 2(50). С. 63-75. – DOI 0.25686/2306-2819.2021.2.63. – EDN JNZQBG.
2. Морозов О. Г. Внешняя амплитудно-фазовая модуляция лазерного излучения в задачах генерации радиочастотных несущих и оптических полигармонических сигналов / О. Г. Морозов, Г. И. Ильин, Г. А. Морозов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18. № 3-2. С. 20-33. – EDN WKTWRT.

3. Морозов О. Г. Радиопотонный метод определения угла прихода отражённого радиолокационного сигнала на основе тандемной амплитудно-фазовой модуляции / О. Г. Морозов, Г. А. Морозов, Г. И. Ильин // Вестник поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2021. № 1(49). С. 50-62. – DOI 0.25686/2306-2819.2021.1.50. – EDN COXDJQ.

4. Li P. Photonic approach for simultaneous measurements of Doppler-frequency-shift and angle-of-arrival of microwave signals / P. Li, L. Yan, J. Ye // Optics Express. 2019. № 6. С. 8709-8716. – DOI 10.1364/OE.27.008709.

5. Li P. Angle-of-Arrival Estimation of Microwave Signals Based on Optical Phase Scanning / P. Li, L. Yan, J. Ye // Journal of lightwave technology. 2019. № 24. С. 6048-6053. – DOI 10.1109/JLT.2019.2945702.

6. Chen H. Photonic Approach for Measuring AOA of Multiple Signals With Improved Measurement Accuracy / H. Chen, C. Huang, E. H. W. Chan // IEEE Photonics Journal. 2020. № 3. С. 1-11. – DOI 10.1109/JPHOT.2020.2993261.

7. Chen H. Simple Approach to Measure Angle of Arrival of a Microwave Signal / H. Chen, E. H. W. Chan // IEEE Photonics Technology Letters. 2019. 19. С. 1795-1798. – DOI 10.1109/LPT.2019.2947680.

8. Lin T. Photonic 2-D angle-of-arrival estimation based on an L-shaped antenna array for an early radar warning receiver / T. Lin, Z. Zhang, Y. Wang // Optics Express. 2020. № 26/21. С. 38960-38972. – DOI 10.1364/OE.412164.

**УДК 621.3.095**

## **КВАДРАТИЧНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ СООБЩЕНИЙ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ НА ОДНОЙ ЧАСТОТЕ ОДНОВРЕМЕННОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ДВУХ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ**

Сирбо В. А.

Яковлева Д. А., канд. техн. наук

Яманов Д. Н., канд. техн. наук

*Московский государственный технический университет гражданской авиации  
(г. Москва)*

**Аннотация.** Определены возможности выделения двух независимых сообщений, передаваемых на одной несущей частоте одновременной модуляцией двух поляризационных параметров. Рассмотрен процесс обработки принимаемого сигнала при квадратичном детектировании. Существенным преимуществом такого метода обработки является его исключительная простота.

Анализ показал, что использование метода квадратичного детектирования накладывает весьма жесткие ограничения на величину девиации как по углу эллиптичности, так и по углу пространственной ориентации эллипса поляризации электромагнитной волны. Модуляция должна быть не глубокой. Если допустимые нелинейные искажения порядка 10%, то девиация угла эллиптичности и угла ориентации эллипса поляризации должна быть меньше 35°.

**Ключевые слова:** поляризационная модуляция, повторное использование частот, квадратичное детектирование, нелинейные искажения.

# QUADRATIC DETECTION OF TWO INDEPENDENT MESSAGES TRANSMITTED ON THE SAME FREQUENCY BY SIMULTANEOUS MODULATION OF TWO POLARISATION PARAMETERS

Sirbo V. A.

Yakovleva D. A., Candidate of Technical Sciences

Yamanov D. N., Candidate of Technical Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation  
(Moscow)*

**Abstract.** The possibilities of isolating two independent messages transmitted at one carrier frequency by simultaneously modulating two polarizing parameters are determined. The processing of the received signal during quadratic detection is considered. A significant advantage of this processing method is its exceptional simplicity.

The analysis showed that the use of the quadratic detection method imposes very stringent restrictions on the amount of deviation both in the angle of ellipticity and in the angle of spatial orientation of the ellipse of the polarization of the electromagnetic wave. The modulation should not be deep. If the permissible nonlinear distortions are about 10%, then the deviation of the angle of ellipticity and the orientation angle of the polarization ellipse should be less 35°.

**Keywords:** polarization modulation, frequency reuse, quadratic detection, nonlinear distortion.

## Введение

Рассмотрим особенности приема двух различных независимых сообщений, переданных на одной несущей частоте (повторное использование частот ПИЧ) одновременной модуляцией угла эллиптичности  $\varphi$  и угла пространственной ориентации эллипса поляризации  $\theta$  электромагнитной волны (ЭМВ).

К достоинствам таких сигналов можно отнести следующие [1]:

- 1) более эффективное использование спектра рабочих частот;
- 2) увеличение пропускной способности линии связи;
- 3) упрощение решения проблемы электромагнитной совместимости.

## Нелинейные искажения при квадратичном детектировании

Пусть модулируемые параметры определены выражениями:

$$\varphi_{c1} = \varphi_0 + \Delta \varphi S_{\varphi}(t);$$

$$\theta_{c2} = \theta_0 + \Delta \theta S_{\theta}(t).$$

Электрическая составляющая поля единичной амплитуды с поляризационными параметрами  $\varphi_{c1}(t)$  и  $\theta_{c2}(t)$  в ортогонально линейном базисе разложение запишется в виде [2, 3]

$$\begin{aligned} \bar{e}_{\text{эл}}(t) = \bar{x}_0 [\cos \varphi_{c1}(t) \cos \theta_{c2}(t) + j \sin \varphi_{c1}(t) \sin \theta_{c2}(t)] + \\ + \bar{y}_0 [\cos \varphi_{c1}(t) \sin \theta_{c2}(t) - j \sin \varphi_{c1}(t) \cos \theta_{c2}(t)], \end{aligned} \quad (1)$$

ИЛИ

$$\bar{e}_{\text{эл}}(t) = \bar{x}_0 E_x(t) e^{j\psi_x} + \bar{y}_0 E_y(t) e^{j\psi_y}, \quad (2)$$

$$\text{где } E_x(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1+A}; \quad E_y(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1-A}; \quad A = \cos 2\varphi_{c1}(t) \cos 2\theta_{c2}(t) \quad (3)$$

– огибающие, а

$$\begin{aligned} \psi_x(t) &= \arctg [\operatorname{tg} \varphi_{c1}(t) \operatorname{tg} \theta_{c2}(t)]; \\ \psi_y(t) &= -\arctg [\operatorname{tg} \varphi_{c1}(t) \operatorname{ctg} \theta_{c2}(t)] \end{aligned} \quad (4)$$

– фазы сигналов  $e_x(t)$ ,  $e_y(t)$  соответственно.

Как видно из выражений (1) – (4), амплитуды и фазы обоих сигналов при таком базисе разложения зависят как от угла эллиптичности, так и от угла пространственной ориентации эллипса поляризации волны. Следовательно, при приеме сигнала, модулированного различными сообщениями по параметрам поляризационной структуры, на линейные антенны выделение полезной информации обычными методами невозможно.

Если прием ведется на поляризационно-ортогональные антенны с параметрами  $\theta_{\text{нп}}$ ,  $\varphi_{\text{нп}}$  и  $-\varphi_{\text{нп}}$ ,  $\theta_{\text{нп}} + \frac{\pi}{2}$ , то сигналы на выходе этих антенн будут иметь вид:

$$\begin{aligned} e_I(t) &= \cos [\varphi_{c1}(t) - \varphi_{\text{нп}}] \cos [\theta_{c2}(t) - \theta_{\text{нп}}] + j \sin [\varphi_{c1}(t) + \varphi_{\text{нп}}] \sin [\theta_{c2}(t) - \theta_{\text{нп}}]; \\ e_{II}(t) &= \cos [\varphi_{c1}(t) + \varphi_{\text{нп}}] \sin [\theta_{c2}(t) - \theta_{\text{нп}}] - j \sin [\varphi_{c1}(t) - \varphi_{\text{нп}}] \cos [\theta_{c2}(t) - \theta_{\text{нп}}], \end{aligned}$$

ТО ЕСТЬ

$$e_I(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1+B+\cos 2\varphi_{\text{нп}} C} \exp \left[ -j \arctg \left\{ \frac{\sin [\varphi_{c1}(t) + \varphi_{\text{нп}}]}{\cos [\varphi_{c1}(t) - \varphi_{\text{нп}}]} \operatorname{tg} D \right\} \right]; \quad (5)$$

$$e_{II}(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1-B-\cos 2\varphi_{c1} C} \exp \left[ -j \arctg \left\{ \frac{\sin [\varphi_{c1}(t) - \varphi_{\text{нп}}]}{\cos [\varphi_{c1}(t) + \varphi_{\text{нп}}]} \operatorname{ctg} D \right\} \right]; \quad (6)$$

ГДЕ  $B = \sin 2\varphi_{c1}(t) \sin 2\varphi_{\text{нп}}$ ;  $C = \cos 2\varphi_{\text{нп}} \cos 2[\theta_{c2}(t) - \theta_{\text{нп}}]$ ;  $D = \theta_{c2}(t) - \theta_{\text{нп}}$ .



Из (5) и (6) видно, что если положить

$$\cos 2\varphi_{\text{np}} = 0,$$

то есть  $\varphi_{\text{np}} = (2n + 1)\frac{\pi}{4}$ , где  $n = 0, 1, \dots$ , то информация  $s_{\varphi}(t)$  будет заключена в амплитудах, а  $s_{\theta}(t)$  – в фазах принимаемых колебаний. В этом случае эти два вида информации можно разделить.

Действительно, пусть  $\varphi_{\text{np}} = \pi/4$ , то есть прием осуществляется на антенны право- и левокруговой поляризации. Из выражения (5) и (6) следует, что

$$\begin{aligned} e_{\text{I}}(t) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + F} \cos [\omega t + \theta(t) - \theta_{\text{np}} + \pi\chi_{\text{I}}(t)]; \\ e_{\text{II}}(t) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - F} \cos \left[ \omega t - \theta(t) + \theta_{\text{np}} + \frac{\pi}{2} + \pi\chi_{\text{II}}(t) \right], \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$F = \sin 2 \left[ \varphi_0 + \Delta \varphi S_{\varphi}(t) \right];$$

$$\begin{aligned} \chi_{\text{I}}(t) &\begin{cases} 0 \text{ при } \sin z \geq 0, \\ 1 \text{ при } \sin z < 0; \end{cases} \\ \chi_{\text{II}}(t) &\begin{cases} 0 \text{ при } \cos z \geq 0, \\ 1 \text{ при } \cos z < 0; \end{cases} \end{aligned} \quad (8)$$

$$z = \varphi(t) + \frac{\pi}{4}.$$

В выражениях (7) берутся только положительные значения корня.

Рассмотрим процесс обработки принимаемого сигнала при квадратичном детектировании.

Сигнал на выходе квадратичного детектора пропорционален квадрату огибающей высокочастотного напряжения:

$$U_{\text{выхI}}(t) = 1 + F;$$

$$U_{\text{выхII}}(t) = 1 - F.$$

Разность полученных напряжений

$$U_{\varphi}(t) = U_{\text{выхI}} - U_{\text{выхII}} = 2F \quad (9)$$

содержит информацию только сигнала  $s_\varphi(t)$ . Однако выходное напряжение пропорционально не самому полезному сигналу, а синусоидальной функции от него. Это вносит дополнительные трудности в выделении функций, требует дальнейшей специальной обработки полученного напряжения.

При малых значениях аргумента, то есть при небольшой девиации, когда  $\sin x \approx x$ , и при некоторых допущениях в искажении сигнала можно принять полученное напряжение за искомый сигнал и дальнейшей обработки не делать. Рассмотрим условия, при которых допустимо такое ограничение.

Представим выражение (9) в виде

$$U_\varphi(t) = 2 \left[ \sin 2\varphi_0 \cos 2\Delta\varphi S_\varphi(t) + \cos 2\varphi_0 \sin 2\Delta\varphi S_\varphi(t) \right]. \quad (10)$$

Пусть  $s_\varphi(t)$  – гармоническое колебание, то есть  $s_\varphi(t) = \sin \Omega_\varphi(t)$ . Тогда функция  $\cos 2\Delta\varphi \sin \Omega_\varphi(t)$  содержит только четные гармоники частоты  $\Omega_\varphi$  и не содержит  $i$ -й гармоники. Поэтому следует выбирать так исходное значение угла формы эллипса  $\varphi_0$ , чтобы  $\sin 2\varphi_0 = 0$ ,  $\varphi_0 = k \frac{\pi}{2}$ , где  $k = 0, 1$ , то есть исходная поляризация должна быть линейной.

В этом случае

$$U_\varphi(t) = 2 \sin \left[ 2\Delta\varphi \sin \Omega_\varphi(t) \right] = 4 \sum_{n=0}^{\infty} J_{2n+1}(2\Delta\varphi) \cdot \sin(2n+1)\Omega_\varphi(t). \quad (11)$$

При  $2\Delta\varphi < 2$  пятой и более высокими гармониками можно пренебречь. Тогда сигнал на выходе квадратичного детектора будет иметь вид

$$U_\varphi(t) \approx k \left[ J_1(2\Delta\varphi) \sin \Omega_\varphi(t) + J_3(2\Delta\varphi) \sin 3\Omega_\varphi(t) \right], \quad (12)$$

где  $k$  – общий коэффициент передачи приемного тракта.

Коэффициент нелинейных искажений сигнала будет равен

$$K_\varphi = \frac{J_3(2\Delta\varphi)}{J_1(2\Delta\varphi)}$$

и зависит только от величины девиации угла эллиптичности. График зависимости  $K_\varphi = f(\Delta\varphi)$  представлен на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что если допустимы нелинейные искажения, возникающие при выбранном методе обработки информации, порядка 10%, то девиация угла эллиптичности должна быть меньше  $35^\circ$ . При  $\Delta\varphi = 45^\circ$ , то есть, когда во время модуляции происходит трансформация поляризационной диаграммы от линии до круга правого и левого вращения, коэффициент нелинейных искажений будет не менее 12%.

Выделение методом квадратичного детектирования сигнала  $s_\theta(t)$  также возможно, но при этом результаты получаются несколько хуже, чем в предыдущем случае. Прием в данном случае должен осуществляться на антенны линейной, а не круговой поляризации. Действительно, из (12) следует, что для того, чтобы максимально ослабить сигнал  $s_\varphi(t)$  (подавить первую гармонику  $s_\varphi(t) = \sin \Omega_\varphi(t)$ ), следует положить  $\sin 2\varphi_{\text{нр}} = 0$ , то есть  $\varphi_{\text{нр}} = k \frac{\pi}{2}$ ,  $k = 0, 1, \dots$ .

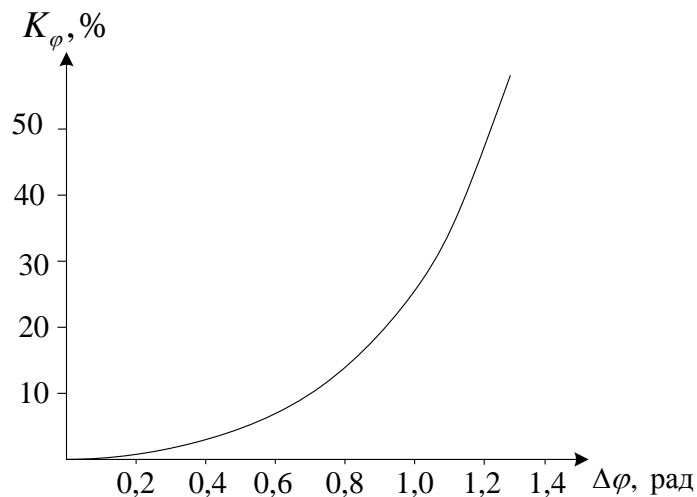


Рисунок 1 – Зависимость  $K_\varphi = f(\Delta\varphi)$

В этом случае огибающие сигналов на выходе ортогональных антенн будут иметь вид [4, 5]

$$\begin{aligned}
 E_I(t) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \cos 2\varphi(t) \cos 2[\theta(t) - \theta_{\text{нр}}]}; \\
 E_{II}(t) &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 - \cos \varphi(t) \cos 2[\theta(t) - \theta_{\text{нр}}]}.
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Из выражений (13) видна вторая особенность выделения сигнала  $s_\theta(t)$  методом квадратичного детектирования, а именно: не удастся полностью избавиться от мешающего влияния сигнала  $s_\varphi(t)$ . Это накладывает дополнительные ограничения на величину девиации по  $\varphi$ .

На выходе квадратичных детекторов в данном случае будем иметь:

$$\begin{aligned}
 U_{\text{выхI}}(t) &= 1 + \cos K \cos 2L; \\
 U_{\text{выхII}}(t) &= 1 - \cos 2K \cos 2L,
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

где  $K = \varphi_0 + \Delta\varphi \sin \Omega_\varphi(t)$ ;  $L = \theta_0 - \theta_{\text{нр}} + \Delta\theta \sin \Omega_\theta(t)$ .

Чтобы получить максимальную амплитуду первой гармоники сигнала  $s_\theta(t)$ , необходимо положить  $(\theta_0 - \theta_{np}) = (2k + 1) \frac{\pi}{4}$ ,  $k = 0, 1, \dots$ . Кроме того, для наилучшего приема сигнала  $s_\theta(t)$  необходимо исходное значение  $\varphi_0$  взять равным  $k \frac{\pi}{2}$ ,  $k = 0, 1, \dots$ .

При этих условиях имеем

$$\begin{aligned} U_{\text{выхI}}(t) &= 1 + P \cdot T; \\ U_{\text{выхII}}(t) &= 1 - P \cdot T \end{aligned} \quad (15)$$

и тогда

$$\begin{aligned} U_0(t) &= U_{\text{выхI}}(t) - U_{\text{выхII}}(t) = 2P \cdot T = 4J_0(2\Delta\varphi) \sum_{k=0}^{\infty} J_{2k+1}(2\Delta\theta) \sin(2k+1)\Omega_\theta(t) + \\ &+ 4 \sum_{n=1}^{\infty} J_{2n}(2\Delta\varphi) \sum_{k=0}^{\infty} J_{2k+1}(2\Delta\theta) \left\{ \sin[2n\Omega_\varphi + (2k+1)\Omega_\theta]t + \right. \\ &\left. + \sin[(2k+1)\Omega_\theta - 2n\Omega_\varphi]t \right\}, \end{aligned} \quad (16)$$

где  $P = \cos[2\Delta\varphi \sin \Omega_\varphi(t)]$ ,  $T = \sin[2\Delta\theta \sin \Omega_\theta(t)]$ .

Оценим величину нелинейных и перекрестных искажений. При этом полагаем, что  $\Delta\theta < \frac{\pi}{4}$ ,  $\Delta\varphi < \frac{\pi}{4}$  и влиянием гармоник выше третьей пренебрегаем.

Тогда

$$\begin{aligned} U_0(t) &= 4J_0(2\Delta\varphi)J_1(2\Delta\theta)\sin\Omega_\theta(t) + 4J_0(2\Delta\varphi)J_3(2\Delta\theta)\sin 3\Omega_\theta(t) + \\ &+ 4J_2(2\Delta\varphi)J_1(2\Delta\theta)\left[\sin(\Omega_\theta + 2\Omega_\varphi)t + \sin(\Omega_\theta - 2\Omega_\varphi)t\right] + \\ &+ 4J_2(2\Delta\varphi)J_3(2\Delta\theta)\left[\sin(3\Omega_\theta + 2\Omega_\varphi)t + \sin(3\Omega_\theta - 2\Omega_\varphi)t\right]. \end{aligned} \quad (17)$$

Коэффициент нелинейных искажений

$$K_\theta = \sqrt{\left[ \frac{J_3(2\Delta\theta)}{J_1(2\Delta\theta)} \right]^2 + 2 \left[ \frac{J_2(2\Delta\varphi)}{J_0(2\Delta\varphi)} \right]^2 \left[ 1 + \frac{J_3^2(2\Delta\theta)}{J_1^2(2\Delta\theta)} \right]}. \quad (18)$$

На рисунке 2 представлены графики  $K_\theta(\Delta\theta)$  при разных значениях  $\Delta\varphi$ . Видно, что глубина модуляции по  $\varphi$  существенно влияет на коэффициент нелинейных искажений сигнала  $s_\theta(t)$ .

Для выполнения условия  $K_\theta \leq 10\%$  девиация  $\Delta\varphi$  должна быть меньше  $20^\circ$ , а  $\Delta\theta \leq 25^\circ$ .

Таким образом, использование для обработки сигнала с целью выделения информации  $s_\theta(t)$  метода квадратичного детектирования накладывает весьма жесткие ограничения на величину девиации как по  $\varphi$ , так и по  $\theta$ . Модуляция должна быть не глубокой.

Поляризационные параметры антенн для выделения сигнала  $s_\varphi(t)$  и  $s_\theta(t)$  должны быть различны. Реализация этого метода требует либо применения ортогональных антенн, либо дополнительной обработки сигналов, принятых на антенны круговой поляризации.

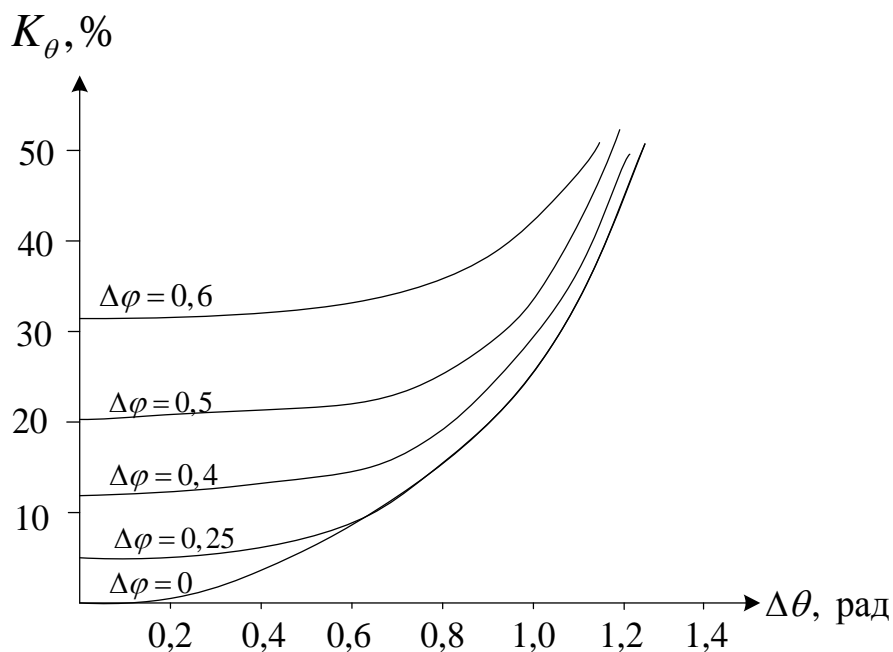


Рисунок 2 – Зависимость  $K_\theta(\Delta\theta)$

Поэтому применение квадратичного детектирования для выделения сигнала  $s_\theta(t)$  является менее выгодным. Квадратичное детектирование для выделения сигнала  $s_\varphi(t)$  при наложенных выше ограничениях может быть использовано в линиях связи. Существенным преимуществом такого метода обработки является его исключительная простота.

Для выделения сигнала  $s_\theta(t)$  необходимо применять другой метод. Хорошие результаты дает сочетание квадратичного детектирования для выделения сигнала  $s_\varphi(t)$  и ограничение сигналов с последующим квадратичным детектированием для выделения сигнала  $s_\theta(t)$ .

Для выделения сигнала  $s_\theta(t)$  таким способом надо предварительно снять модуляцию по  $\varphi$ . Покажем, что это возможно осуществить при наложенных выше ограничениях на величину параметров  $\varphi_0$  и  $\Delta\varphi$ .

Действительно, сигналы на выходе двух круговых антенн при условии

$\varphi_0 = 0$ ,  $\varphi_{\text{пр}} = \frac{\pi}{4}$ ,  $\Delta\varphi < \frac{\pi}{4}$  будут иметь вид

$$\begin{aligned} e_{\text{вых I}}(t) &= \sin \left[ \frac{\pi}{4} + \Delta\varphi \sin \Omega_{\varphi}(t) \right] \cos [\omega t + \theta(t) - \theta_{\text{пр}}]; \\ e_{\text{вых II}}(t) &= -\cos \left[ \frac{\pi}{4} + \Delta\varphi \sin \Omega_{\varphi}(t) \right] \sin [\omega t - \theta(t) + \theta_{\text{пр}}], \end{aligned} \quad (19)$$

поскольку при  $\Delta\varphi < \frac{\pi}{4}$

$$\begin{aligned} \sin \left[ \frac{\pi}{4} + \Delta\varphi \sin \Omega_{\varphi}(t) \right] &> 0, \\ \cos \left[ \frac{\pi}{4} + \Delta\varphi \sin \Omega_{\varphi}(t) \right] &> 0. \end{aligned}$$

Так как эти функции не достигают нулевого значения, то сигналы  $e_I(t)$  и  $e_{II}(t)$  можно ограничить до уровня, когда модуляция по  $\varphi$  будет срезана полностью. Тогда

$$\begin{aligned} e_{\text{вых I}}(t) &= \cos [\omega t + \theta(t) - \theta_{\text{пр}}]; \\ e_{\text{вых II}}(t) &= -\sin [\omega t - \theta(t) + \theta_{\text{пр}}], \end{aligned}$$

а

$$e_{\text{вых I}}(t) + e_{\text{вых II}}(t) = \cos \left[ \theta(t) - \theta_{\text{пр}} - \frac{\pi}{4} \right] \cos \left[ \omega t - \frac{\pi}{4} \right]; \quad (20)$$

или

$$e_{\text{вых I}}(t) + e_{\text{вых II}}(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \sin 2[\theta(t) - \theta_{\text{пр}}]} \cos \left[ \omega t - \frac{\pi}{4} + \chi_{II}(t) \right],$$

где  $\chi_{II}(t)$  имеет вид, аналогичный (8).

Квадратичное детектирование дает

$$U_0(t) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \sin 2(\theta_0 - \theta_{\text{пр}} + \Delta\theta \sin \Omega_{\theta}(t)) \right]. \quad (21)$$

Как и в случае выделения сигнала  $s_\varphi(t)$  следует положить

$$\theta_0 - \theta_{np} = k \frac{\pi}{2}, k = 0, 1, 2, \dots$$

Тогда переменная составляющая сигнала на выходе квадратичного детектора будет иметь тот же самый вид, что и на выходе квадратичного детектора сигнала  $s_\varphi(t)$ , а это значит, что все выводы о возможности выделения  $s_\varphi(t)$  справедливы и для данного случая.

### **Заключение**

Таким образом, при использовании квадратичного детектирования для выделения сигнала  $s_\varphi(t)$  и ограничения с последующим квадратичным детектированием для выделения сигнала  $s_\theta(t)$  необходимо выполнить следующие условия:

- 1) прием должен осуществляться на две ортогональные круговые антенны с параметрами  $\varphi_{np} = (2k + 1) \frac{\pi}{4}$ ,  $\theta_0 - \theta_{np} = k \frac{\pi}{2}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;
- 2) исходное значение параметра  $\varphi_0 = k \frac{\pi}{2}$ ;
- 3) девиация  $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\theta$  должна быть меньше  $\frac{\pi}{4}$ ;
- 4) при допустимых нелинейных искажениях  $K_{\theta, \varphi} = 10\%$  девиация параметров  $\Delta\theta < 35^\circ$  и  $\Delta\varphi < 35^\circ$ .

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Яманов Д. Н. Повышение эффективности спутниковых систем связи и передачи данных, используемых в УВД / Д. Н. Яманов, С. С. Жаворонков // Научный вестник ГосНИИ «Аэронавигация». 2007. №7. С. 145-148.
2. Гусев К. Г. Поляризация манипуляция / К. Г. Гусев, А. Д. Филатов, А. П. Сополев. М.: Сов. радио. 1974. 228с.
3. Аникин П. В. Спектральный анализ поляризационно-манипулированных сигналов / П. В. Аникин, Д. Н. Яманов // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. №222(12). С. 44-47. – END VKFIAP
4. Козлов А. И. Поляризация радиоволн. Радиометрия сложных по структуре сигналов / А. И. Козлов, А. И. Логвин, В. А. Сарычев. М.: Радиотехника. 2008. 688 с.
5. Власюк А. П. Спектральная структура сигналов с модуляцией угла пространственной ориентации эллипса поляризации // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14-19 октября 2022 года. Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2022. С. 36-44. – EDN RTELAP

## ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ПОСАДКИ ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА

Стукалов С. Б., канд. техн. наук  
Костенков В. А., канд. техн. наук

*Московский государственный технический университет гражданской авиации  
(г. Москва)*

**Аннотация.** Рассматриваются подходы по использованию бортового оптико-электронного комплекса для систем посадки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) вертолетного типа, мультикоптеров, вертолетов на посадочные площадки, укомплектованные светосигнальным оборудованием. Описан способ определения пространственного и относительного положения воздушного судна относительно посадочной площадки для выполнения точной посадки, способ точного пространственного позиционирования относительно световых контрастов, огней зоны конечного этапа захода на посадку и взлета (FATO), огней зоны приземления и отрыва (TLOF).

Представлены результаты разработки макета вертолетной площадки со светосигнальным оборудованием и бортового комплекса оптико-электронного позиционирования в зоне посадки. Обоснован алгоритм фильтрации видимого и ИК диапазона и определения меток светосигнального оборудования на изображении, полученного через камеру.

Представлены результаты обработки изображений, полученных в ходе лабораторных и летных экспериментов. На основании проведенных экспериментов даны рекомендации по применению комплекса.

**Ключевые слова:** посадка воздушного судна, вертолеты, БПЛА вертолетного типа, мультикоптеры, светосигнальные маяки, оптико-электронное позиционирование.

## OPTOELECTRONIC POSITIONING FOR HELICOPTER LANDING SYSTEMS

Stukalov S. B., Candidate of Technical Sciences  
Kostenkov V. A., Candidate of Technical Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation  
(Moscow)*

**Abstract.** Approaches to the use of an on-board optoelectronic complex for landing systems of unmanned aerial vehicles (UAVs) of helicopter type, multicopters, helicopters on landing pads equipped with lighting equipment are considered. A method is described for determining the spatial and relative position of the aircraft relative to the landing pad for performing an accurate landing, a method for accurate spatial positioning relative to light contrasts, the lights of the final stage of approach and takeoff (FATO), the lights of the landing and separation zone (TLOF).

The results of the development of a helicopter pad layout with lighting equipment and an onboard optical-electronic positioning system in the landing zone are presented. The algorithm for filtering the visible and IR range and determining the labels of the light-signaling equipment in the image obtained through the camera is substantiated.

The results of image processing obtained during laboratory and flight tests are presented.

**Keywords:** aircraft landing, helicopters, helicopter-type UAVs, multicopters, signal beacons, optoelectronic positioning.



## **Введение**

В последнее время для решения вопросов навигации и управления воздушных судов стали активно применять оптико-электронные системы и алгоритмы распознавания изображений. Оптико-электронные системы открывают новые возможности в области систем посадки вертолетного типа. Оптико-электронные системы способны измерять параметры относительных перемещений воздушных судов, сканировать профиль подстилающей поверхности, определять координаты относительно заданных ориентиров и направление на заданные объекты.

К преимуществам можно отнести относительно меньшие габариты, массу и потребляемую мощность по сравнению с радиотехническими средствами. Если сравнивать автоматическую посадку с ручным управлением, то можно выделить следующие преимущества:

- возрастание точности и надежности посадки;
- исключение человеческого фактора;
- исключение риска, связанного с ухудшением пропускной способности или потери передачи данных.

Оптико-электронные системы применяются в современных космических, авиационных и наземных разработках. Могут служить источниками информации при автоматическом решении задач распознавания, навигации или наведения.

К недостаткам оптико-электронных систем относится множество технических трудностей внедрения зрительного информационного канала в контуры систем управления мобильными объектами, также отсутствие универсального алгоритма решения задач.

В случае применения оптико-электронных систем в системе посадки воздушных судов вертолетного типа БПЛА вертолетного типа (мультикоптеры, вертолеты) стоит отметить наличие высоких требований к посадочным площадкам.

## **Построение программно-аппаратной части**

Для улучшения показателей безопасности полетов БПЛА вертолетного типа и выполнения задач по автономному позиционированию и посадке на вертолетную площадку предлагается использовать оптико-электронные системы со светотехническим оборудованием [1].

Разработана система автоматизированного оптико-электронного позиционирования, состоящая из бортового и наземного оборудования, представленная на рис. 1.



Рисунок 1 – Комплект наземного и бортового оборудования системы оптико-электронного позиционирования

К бортовой части относится комплекс автоматизированного оптико-электронного позиционирования в зоне посадки. К наземной части относятся система светотехнического оборудования посадочной площадки и система контроля процесса посадки оператора БПЛА. Функционально бортовой комплекс автоматизированного оптико-электронного позиционирования в зоне посадки делится на две обособленные части, систему видения с микро ЭВМ и систему контроля процесса посадки. Обе они объединены в одном подвесном контейнере для защиты от внешних воздействий, представленном на рис. 2.



Рисунок 2 – Бортовой комплекс автоматизированного оптико-электронного позиционирования

Для реализации предложенного способа точной посадки БПЛА на вертолетную посадочную площадку со светотехническим оборудованием используется система, состоящая из камеры видимого и ИК спектров, а также микро ЭВМ с возможностью дальнейшей программной обработки изображения подстилающей поверхности и определение на нем наземных световых маяков зоны посадки.

Работа системы бортового комплекса заключается в следующем:

- выполняется нахождение и выделение на изображении светосигнального оборудования (маяков зеленого или красного цвета) зон *FATO* и *TLOF*;
- производится вырисовка контура посадочной зоны *TLOF*, основываясь на обнаруженных маяках;
- вычисляется центр контура посадочной зоны *TLOF*;
- обеспечивается позиционирование БПЛА относительно центра посадочной зоны *TLOF*;
- определяются значения курса, крена, тангажа, высоты нахождения БПЛА над посадочной площадкой, площади зон *FATO* и *TLOF*.

Результаты тестовых испытаний бортового комплекса автоматизированного оптико-электронного позиционирования показали положительные результаты по выполнению этапов автоматической посадки в простых и сложных метеоусловиях.

### **Обоснование алгоритма фильтрации системы позиционирования в зоне посадки**

Бортовой компьютер БПЛА формирует сигналы управления на основании данных о векторе смещения БПЛА, определенного бортовым компьютером БПЛА.

Алгоритм фильтрации необходим для обнаружения контуров светосигнальных маяков на посадочной площадке с целью улучшения точности посадки БПЛА [1]. Методика определения положения точечных источников системой технического зрения представляет собой определенную совокупность операций обработки цифрового изображения в реальном времени, которая нужна для постоянного определения точных координат ориентиров посадочной площадки.

Предлагается порядок фильтрации изображения с камеры:

- получение изображения с камеры;
- перевод изображения в цветовую модель;
- фильтрация по цвету;
- оценка гауссова размытия;
- выполнение бинаризации;
- выполнение дилатация;
- получение обработанного изображения с выделенными световыми маяками;

– дополнительное применение оператора обнаружения границ изображения Кэнни (*Canny*).

Преобразование изображения в цветовую модель необходимо для дальнейшего извлечения объекта определенного цвета на изображении.

Алгоритм фильтрации реализован с использованием открытой библиотеки *OpenCV* и программного кода на языке *Python*. Работа заключается в следующем:

- выполняется нахождение и выделение на изображении светосигнального оборудования (маяков) определенного цвета;
- выполняется вырисовка контура посадочной площадки, основываясь на обнаруженные маяки;
- находится центр контура посадочной площадки;
- рассчитывается позиционирование БПЛА относительно центра площадки;
- обеспечивается вывод всей необходимой информации на экран.

Исходное изображение, передаваемое с камеры, представлено на рис. 3а.

Результаты обработки изображения по алгоритму фильтрации изображения приведены на рис. 3б.

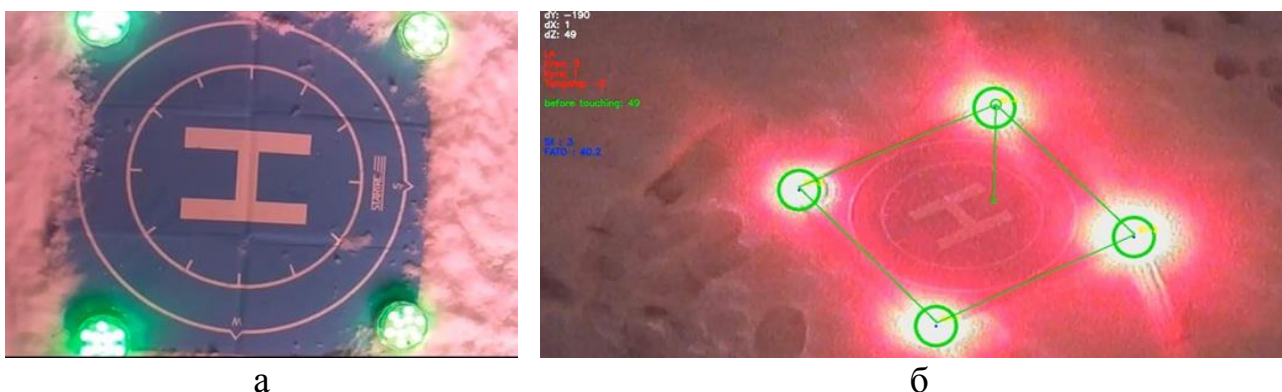


Рисунок 3 – Изображение посадочной площадки: а – исходное изображение, б – изображение в ночное время после обработки с помощью программного кода

После проведения испытаний получены следующие результаты. При просмотре с камеры визуальной посадки система определяет и отображает светосигнальные маяки в ночное время, но не определяет в дневное время суток, очень большие засветки. Так как при переводе через *HSV* маяки отображаются белым цветом, появляется очень много ложных меток, также на определение влияет качество изображения.

При просмотре с камеры с ИК- фильтром система определяет и отображает в ночное и в дневное время суток светосигнальные маяки, практически без появления ложных меток. Есть возможность фильтровать маяки по цвету и определять как красные, так и зеленые маяки. Система

безошибочно определяет и вычисляет как необходимые значения для передачи в полетный контроллер, так и визуальные данные для посадки.

### **Заключение**

Полученные результаты показывают работоспособность предложенных подходов по оптико-электронному позиционированию для систем посадки вертолетного типа с применением светосигнальных маяков. Разработанная программа на языке *Python* по алгоритмам определения местоположения позволяет обработать регистрируемые изображения светосигнальных маяков и получить информацию местоположения. Произведена проверка работы алгоритма в лабораторных и реальных условиях с последующим анализом результатов.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Степанов Д. Н.* Методы и алгоритмы определения положения и ориентации беспилотного летательного аппарата с применением бортовых видеокамер // Программные продукты и системы. 2014. № 1. С. 150-157. – EDN TFCUJT.
2. Патент N 2 724 908 Российская Федерация, МПК В64С 13/00(2006.01). Способ посадки БВС самолетного типа на взлетно-посадочную полосу и использованием оптических приборов различного назначения: N 2019118613 : заявл. 17.06.2019 : опубл. 26.06.2020 / Целовальникова Н. Е. 16 с.
3. *Бондарев В. Г.* Автоматическая посадка летательных аппаратов / В. Г. Бондарев, Д. В. Лопаткин, Д. А. Смирнов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2018. № 2. С. 44-51. – EDN XWPNXV.
4. *Gorbunov A. L.* Stereoscopic augmented reality in visual interface for flight control / A. L. Gorbunov // Aerospace Science and Technology. 2014. Vol. 38. P. 116-123. – DOI 10.1016/j.ast.2014.08.002. – EDN UEXXTZ.
5. *Каримов А. Х.* Возможности беспилотных авиационных систем следующего поколения / А. Х. Каримов // Труды МАИ. 2011. № 47. С. 1-11. – EDN OJJOPN.
6. *Логвин А. И.* Алгоритмы автоматического распознавания взлетно-посадочной полосы на видеоизображениях / А. И. Логвин, А. В. Волков // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 213(3). С. 115-117. – EDN TONRZB.
7. *Голован А. А.* Математические основы навигационных систем. Ч.1. Математические модели инерциальной навигации / А. А. Голован, Н. А. Парусников. М. Изд. МГУ, 2011. С. 131-136.
8. *Стукалов С. Б., Болелов Э. А., Гаврюшин Р. С.* Исследование применения оптико-электронных технологий в управлении техническими системами. Отчет о НИР №07-19 № госрегистрации АААА-А19-119092490053-7. Москва: МГТУ ГА, 2022. 86 с.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ГЛОНАСС ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ЧАСТОТНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ К КОДОВОМУ

Туринцев С. В.<sup>1</sup>, канд. техн. наук

Туринцева М. С.<sup>1</sup>

Чигвинцев А. А.<sup>2</sup>, канд. техн. наук

<sup>1</sup>*Иркутский филиал МГТУ ГА*

<sup>2</sup>*Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ»*

*(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются сигналы, принятые и обработанные с помощью комплексов МК ОЭХ (Метрологический комплекс измерений энергетических характеристик радионавигационных сигналов, основу которого составляет крупноапертурная двухзеркальная антенная система, построенная по схеме Кассегрена, с диаметром основного рефлектора 12 м) и УИК-М (универсальный измерительный комплекс модернизированный, с частотой дискретизации АЦП равной 56,25МГц). Цель работы – оценить преимущества перехода спутниковой системы навигации ГЛОНАСС на кодовое разделение сигналов.

**Ключевые слова:** частотное разделение сигналов, кодовое разделение сигналов, коды дальности, корреляция, частота дискретизации, спутниковая навигация.

## FEATURES OF THE FORMATION OF SIGNALS FROM THE GLONASS SATELLITE NAVIGATION SYSTEM DURING THE TRANSITION FROM FREQUENCY DIVISION OF SIGNALS TO CODE DIVISION

Turintsev S. V.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences

Turintseva M. S.<sup>1</sup>

Chigvintsev A. A.<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences

<sup>1</sup>*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch*

<sup>2</sup>*East Siberian branch of FSUE "VNIIFTRI"*

*(Irkutsk)*

**Abstract.** The article discusses signals received and processed using the MK OEX complexes (Metrological complex for measuring the energy characteristics of radio navigation signals), which is based on a large-aperture two-mirror antenna system built according to the Cassegrain scheme, with a main reflector diameter of 12 m) and UIK-M (a modernized universal measuring complex, with the ADC sampling frequency equal to 56.25 MHz). The purpose of the work is to evaluate the advantages of switching the GLONASS satellite navigation system to code separation of signals.

**Keywords:** frequency division of signals, code division of signals, range codes, correlation, sampling frequency, satellite navigation.

## **Введение**

На протяжении всей истории развития спутниковой радионавигации основной задачей была и остаётся задача повышения точности навигационных определений, которая решается как за счет совершенствования аппаратных и программно-алгоритмических средств, так и развития систем функционального дополнения ГНСС [4].

Федеральная целевая программа ГЛОНАСС на 2021-2030 годы предусматривает повышение точности российской спутниковой навигационной системы. Из открытых источников следует, что повышение точности реализуется за счет оснащения спутниковой системы "ГЛОНАСС-К2" высокоточными водородными часами, которые в 10 раз точнее рубидиевых и цезиевых предшественников, а также за счет интеграции с новыми технологиями, например навигацией на базе аномалий гравитационного поля земли и магнитных аномалий [2]. Осуществляемый переход системы ГЛОНАСС от частотного разделения сигналов к кодовому также приводит к повышению точностных характеристик навигационной системы за счет повышения однозначности определения времени прихода кодов дальности. Сравнительный анализ алгоритмов формирования и обработки кодов дальности для частотного и кодового разделения сигналов был проведен при помощи комплексов МК ОЭХ и УИК-М.

## **Материалы и методы решения задачи**

На сегодняшний день космическая группировка системы ГЛОНАСС работает в составе 26 космических аппаратов. Используются по целевому назначению 24 аппарата, 2 аппарата находятся на этапе ввода в систему (это спутники ГЛОНАСС-К, запущенный 10.10.2022 г., и ГЛОНАСС-К2, запущенный 07.08.2023 г.) [5].

Спутники Глонасс-К, кроме навигационных сигналов с частотным разделением в диапазонах L1 и L2, передают сигнал с кодовым разделением в диапазоне L3, а спутник, запущенный 10.10.2022г и находящийся на этапе ввода в эксплуатацию, передает сигнал с кодовым разделением и в диапазоне L2 [1; 3]. На спутник ГЛОНАСС-К2, на текущий момент, целеуказание не выдается.

Процедура обработки сигналов спутников в диапазонах L1, L2 и L3 проводилась в несколько этапов. На первом этапе был осуществлен перенос спектра принятого входного сигнала на нулевую частоту с подстройкой по фазе, на втором этапе в соответствии с описанными в ICD алгоритмами сформированы коды дальности для частотного и кодового разделения в диапазонах L1, L2 и L3.

Коды дальности при частотном разделении сигналов в диапазонах L1 и L2 формируются с использованием единого полинома  $G(x)=1+x^5+x^9$ . Длительность сформированного кода дальности составляет 511 символов, длительность одного символа  $\tau=1,957\text{мкс}$ , период повторения кода дальности составляет 1мс. За время действия одного информационного символа данных

формируется двадцать периодов дальномерного кода. Результат вычисления корреляционного интеграла входного сигнала в диапазоне L1 с сформированным кодом дальности представлен на рисунке 1 (результат интегрирования в диапазоне L2 дает такой же результат).

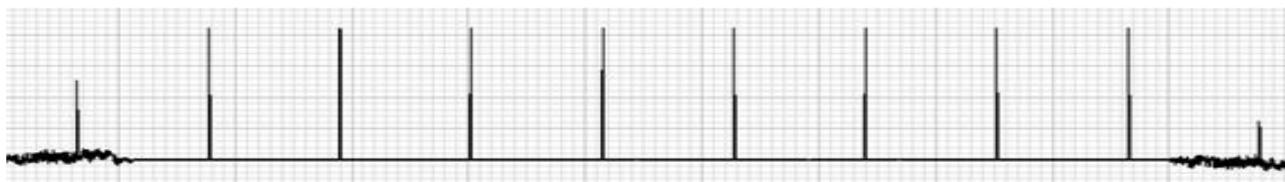


Рисунок 1 – Сигнал на выходе коррелятора

Формирование дальномерного кода в диапазоне L3 (рисунок 2.), при кодовом разделении, существенно отличается от формирования кода дальности при частотном разделении [6].

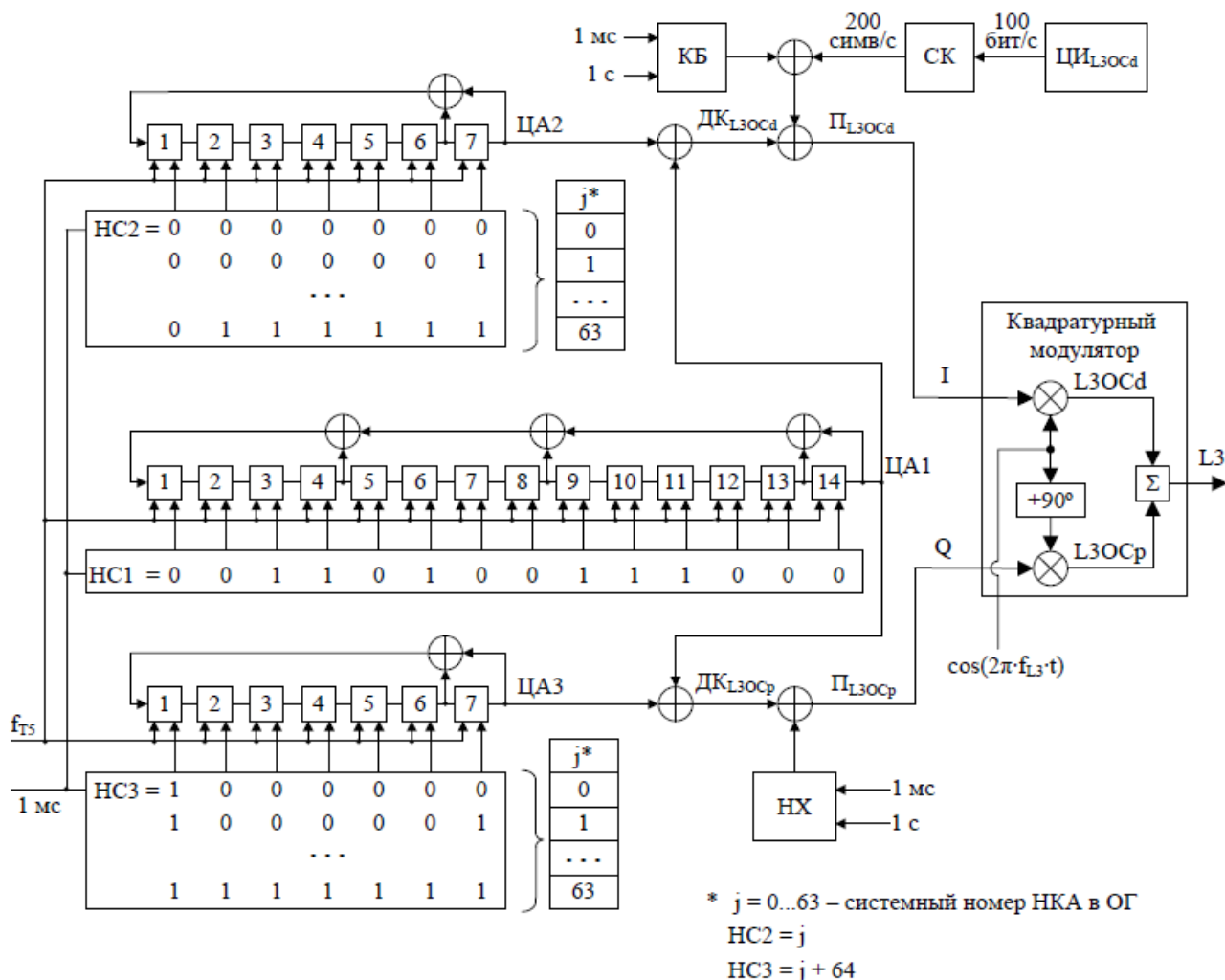


Рисунок 2 – Схема формирования кода дальности и сигнала L3 в целом на борту спутника



Длина сформированного кода дальности составляет 10230 символов, длительность одного символа  $\tau=9,775E-8c$ , период повторения кода дальности, как и для частотного разделения, составляет 1мс. За время действия одного информационного символа данных формируется десять периодов дальномерного кода.

Результат выполнения корреляционной свертки входного сигнала в диапазоне L3 с сформированным кодом дальности представлен на рисунке 3.

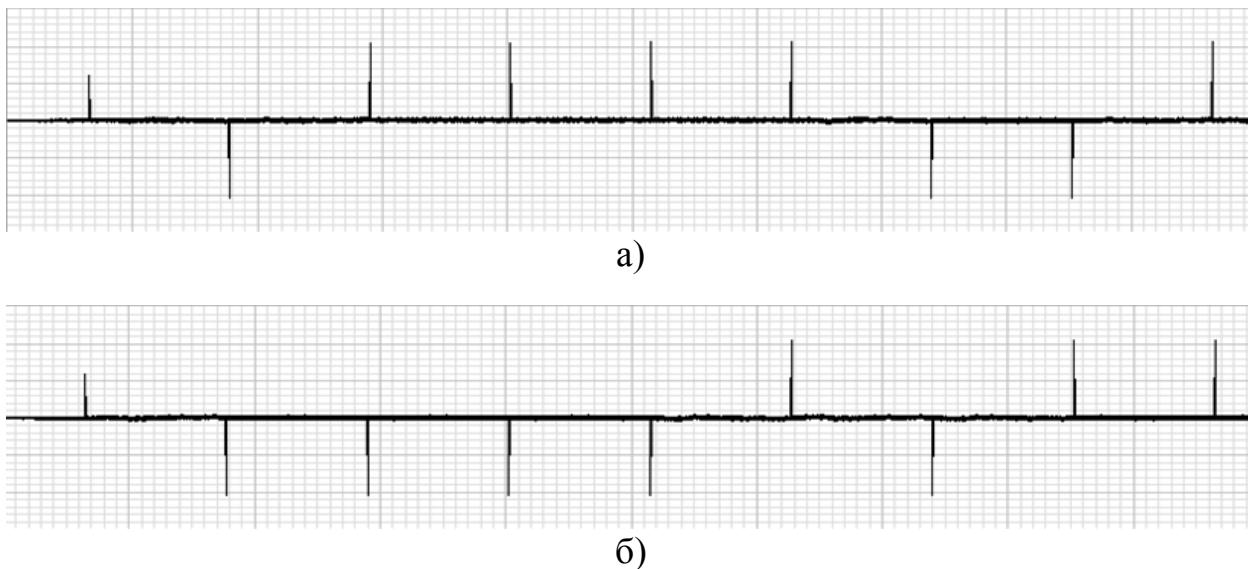


Рисунок 3 – Сигнал на выходе коррелятора: а – по мнимой компоненте, б – по реальной компоненте

Результат сравнения корреляционного отклика при кодовом и частотном разделении показан на рисунке 4.

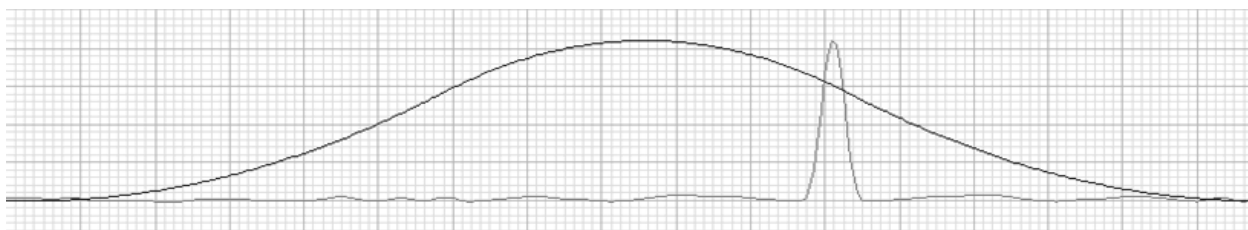


Рисунок 4 – Результат сравнения корреляционных откликов

Из рисунка 4 видно, что при частотном разделении сигналов корреляционный отклик имеет более плоскую вершину, что приводит к снижению точности нахождения временных интервалов.

При сравнении алгоритмов формирования сигналов при кодовом разделении в диапазонах L2 и L3 можно найти общие закономерности только при формировании дальномерного кода. В диапазоне L2 формирование дальномерного кода аналогично формированию кода ДК<sub>L30Ср</sub> на рисунке 2. Встраивание дальномерного кода в передаваемый сигнал поясняет рисунок 5 [7].

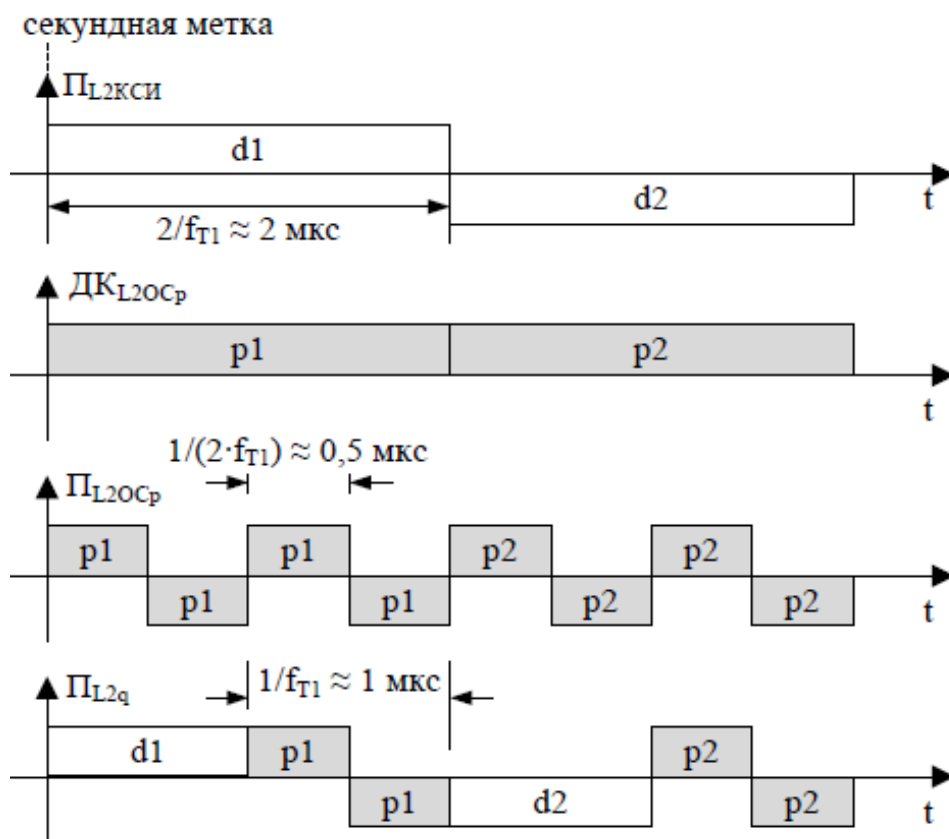


Рисунок 5 – Временные соотношения формирования сигнала L2q мнимой компоненты излучаемого спутником сигнала



Рисунок 6 – Сравнение корреляционных откликов: 1 – частотное разделение L1, 2 – кодовое разделение L3, 3 – кодовое разделение L2

### Заключение

Частота дискретизации АЦП, используемого при оцифровке входного сигнала, равняется 56.25МГц, следовательно точность определения максимального значения корреляционного пика на временной оси в диапазоне L1, при частотном разделении сигналов составляет, 5.333E-8 (график 1 на рисунке 6), точность определения максимального значения корреляционного пика на временной оси в диапазоне L3, при кодовом разделении сигналов составляет, 1.778E-9 (график 2 на рисунке 6), точность определения максимального значения корреляционного пика на временной оси в диапазоне L2, при кодовом разделении сигналов составляет, 2.489E-8 (график 3 на рисунке 6).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алгоритмы управления траекториями беспилотных авиационных комплексов при полете в составе группы / А. К. Ермаков, Т. Ю. Портнова, Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXIV Международной научной конференции. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 31 мая – 04 2021 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. С. 62-69. EDN YIEIWM.
2. *Арефьев Р. О.* Исследование фактических точностных характеристик приемника спутниковой навигации БПЛА на основе натурного эксперимента / Р. О. Арефьев, В. В. Ерохин, В. А. Караченцев // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 8-14. EDN NKMT0Z.
3. *Ерохин В. В.* Оценка параметров траекторного движения БПЛА при различной конфигурации источников навигационной информации / В. В. Ерохин, Б. В. Лежанкин, Э. А. Болелов // Успехи современной радиоэлектроники. 2023. Т. 77, № 6. С. 35-49. DOI 10.18127/j20700784-202306-04. EDN MVHGGW.
4. *Скрыпник О. Н.* Возможности использования воздушных судов как источников навигационной информации в локальном навигационно-временном поле / О. Н. Скрыпник, В. В. Ерохин // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2008. № 136. С. 78-85. EDN KVVHPF.
5. Космические аппараты ГЛОНАСС. Сайт прикладного аналитического центра Госкорпорации «Роскосмос». URL: <http://ppc.center19.space/main/sputnik/glonass/glonass1>, (дата обращения 03.10.2023г)
6. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L3. Интерфейсный документ, 2016г. URL: <https://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2016/08/IKD-L3-s-kod.-razd.-Red-1.0-2016.pdf> (03.10.2023г)
7. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L2. Интерфейсный документ, 2016г. URL: <https://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2016/08/IKD-L2-s-kod.-razd.-Red-1.0-2016.pdf> (03.10.2023г)

**СЕКЦИЯ**  
**«ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ НА ТРАНСПОРТЕ.**  
**ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА»**

---

*Председатель – Волосов Е. Н., декан факультета СТ, д-р истор. наук, доцент*

**УДК 629.421.2**

**К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЕЗДОК  
ПО ДАННЫМ СКОРОСТЕМЕРНОЙ ЛЕНТЫ**

Аблялимов О. С., канд. техн. наук

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

**Аннотация.** Предлагается методика по определению параметров энергетических показателей перевозочной работы локомотивов и показателей режимов ведения поезда с учётом тормозных сил его по данным скоростемерной ленты для реальных условий эксплуатационной деятельности железных дорог. Приводится пример реализации указанной методики для локомотивов дизельной тяги на одном из реальных участков Узбекской железной дороги. Рекомендуется специалистам цеха эксплуатации локомотивного комплекса железных дорог.

**Ключевые слова:** тепловоз, перевозочная работа, энергетические результаты, поездка, анализ, скоростемерная лента, локомотив, железная дорога.

**AN ASSESSMENT OF ENERGY RESULTS OF TRIPS  
ACCORDING TO DATA OF SPEEDMEASURE TAPE**

Ablyalimov O. S., Candidate of Technical Sciences

*Tashkent State Transport University  
(Uzbekistan, Tashkent)*

**Abstract.** A methodology is proposed for determining the parameters of the energy indicators of the transportation work of locomotives and the indicators of the operating modes of the train, taking into account its braking forces according to the data of the speedmeasure tape for real operating conditions of railways. An example of the implementation of this technique for locomotives of diesel traction on one of the real sections of the Uzbek railway is given. It is recommended for specialists in the railway locomotive complex operation workshop.

**Keywords:** diesel locomotive, transportation work, energy results, trip, analysis, speedmeasure tape, locomotive, railway.

Разработка мероприятий по повышению энергетической эффективности перевозочной работы локомотивов требует объективного анализа фактических условий работы на участках и достигнутых при этом энергетических показателей.

Исследование процесса движения поезда обычно ведут на основе решения дифференциального уравнения движения поезда, то есть

$$\frac{dV}{dS} = f(S, V, u), \quad (1)$$

где  $V$  – скорость движения поезда;

$S$  – путь (расстояние), проходимый поездом;

$u$  – позиция контроллера машиниста.

Результатом решения уравнения (1) являются зависимости скорости движения  $V(S, u)$  и времени хода  $t(S, u)$  поезда, расход энергии  $E(S, u)$  локомотивом и другие. Полученные теоретическими расчётами данные не всегда будут соответствовать фактическим результатам для данной, конкретной поездки, что объясняется как сложностью процесса, так и невозможностью в полной мере отразить в исходных данных все особенности такой поездки.

Зависимости  $V(S, u)$  и  $t(S, u)$ , моменты торможений и другие, записанные на скоростемерной ленте, представляют собой объективное отражение результатов практического решения машинистом указанного уравнения (1) в условиях поездки с учётом выбора режима ведения поезда на основе опыта работы машиниста и результатов энергетических преобразований процесса передвижения поезда. На скоростемерной ленте фиксируются и конкретные условия перевозочной работы локомотивов на участках железных дорог. Поэтому анализ данных, записанных на скоростемерной ленте, имеет большое практическое значение.

Методика выявления основных энергетических результатов поездок по данным скоростемерной ленты приводилась ранее [1; 2]. В настоящей работе изложены дополнительные рекомендации по определениям механической работы тормозных сил, а также методика и результаты анализа энергетических результатов ряда реальных поездок по данным скоростемерной ленты.

Для проведения такого анализа, поездки следует группировать по вариантам работы (ВР), характеризующим определенный вид работы (грузовая, пассажирская и другие), род поездов (гружёные, порожние и другие), серию локомотива, участок и направление, а также по конкретным номерам локомотивов, машинистам, что позволит выявлять состояние конкретных локомотивов и результаты работы того или иного машиниста.

Фактические условия конкретной поездки – масса состава  $Q$ , число вагонов (осей)  $m$ , время хода (движения)  $t$  поезда, время стоянок на промежуточных станциях и у сигналов  $t_{\text{с}}$ , число остановок  $z$  и временных предупреждений  $n$ , число проб тормозов в пути следования  $n_{\text{т}}$  устанавливаются по записям на скоростемерной ленте без особых затруднений.

Важный результат энергетических преобразований за поездку представляет значение механической касательной работы локомотива по передвижению поезда [1] на участке (Н км, кгс км):

$$A_{\text{п}} = A'_0 + A''_0 + A_y + A_{\text{т}} \quad (2)$$

где  $A'_0$  и  $A''_0$  – механическая работа сил основного сопротивления движению локомотива и состава;

$A_y$  – механическая работа сил дополнительного сопротивления движению поезда;

$A_{\text{т}}$  – механическая работа тормозных сил за поездку.

Величины  $A'_0$ ,  $A''_0$  и  $A_y$  можно найти, используя выражения, приведённые в [3]

$$A'_0 = PL\alpha'w'_T K_t \quad (3)$$

$$A''_0 = QLw''_{0s} K_t \quad (4)$$

$$A_y = (P + Q)Li_{\text{кс}} \quad (5)$$

где  $P$  и  $Q$  – масса локомотива и состава, т;

$L$  – длина участка, км;

$\alpha'$  – показатель режима по механической работе сил основного сопротивления движению локомотива;

$i_{\text{кс}}$  – средневзвешенный по пути приведённый подъём (уклон) на участке, ‰;

$w'_T$  – условное удельное основное сопротивление движению локомотива при средней технической скорости за поездку, Н/кН (кгс/т). Значение величины  $w'_T = 0,5w'_T + 0,5w_x$ , то есть равно сумме половины основных удельных сопротивлений движению локомотива при рабочем  $w'_0$  и холостом  $w_x$  ходе, которые берут согласно [4].

$w''_{0s}$  – удельное основное сопротивление состава при средневзвешенной по пути скорости за поездку, Н/кН (кгс/т);

$K_t$  – коэффициент, учитывающий влияние погодных условий. Можно принимать по данным [4].

Величина  $\alpha'$ , полученная на основе выполненных тягово-энергетических расчётов, мало отличается от фактической, найденной на основе расшифровки скоростемерной ленты. Поэтому величина  $\alpha'$  определяется с учётом технической скорости движения поезда и соотношения пути движения его с включенной тяговой машиной  $S_p$  к общей длине  $L$  рассматриваемого участка железной дороги.

Механическая работа тормозных сил за поездку  $A_T$  подразделяется на работу, связанную с соблюдением постоянных ограничений скорости, обязательной пробой тормозов после отправления с участковой станции и торможением при остановке на конечной станции  $A_{то}$ ; на тормозную работу по временным предупреждениям и по желтым сигналам  $A_{тп}$ ; на тормозную работу при остановках на промежуточных станциях и у сигналов  $A_{тз}$ , а также на тормозную работу по дополнительной пробе тормозов в пути следования, после длительных стоянок  $A_{тпт}$  и другие.

Таким образом,

$$A_T = A_{то} + A_{тп} + A_{тз} + A_{тпт} \quad (6)$$

Полученные значения  $A_{то}$ ,  $A_{тп}$ ,  $A_{тпт}$  позволяют затем найти по каждому варианту работы ВР затраты механической работы тормозных сил на одну остановку  $\Delta A_{тз}$ , на одно предупреждение  $\Delta A_{тп}$ , на одну пробу тормозов  $\Delta A_{тпт}$ , что уточняет оценку режима вождения того или иного машиниста, а также характеристику условий перевозочной работы на участке.

Найденные, согласно приведённым рекомендациям, слагаемые механической работы за поездку позволяют обоснованно определять общую её величину  $A_{п}$ , исключая какие-либо случайности в выявлении основной затраты энергии на участке по передвижению поезда. На величину  $A_{п}$  оказывает значительное влияние фактическое время хода поезда на участке  $t_x$ , а также затраты на торможение  $A_T$ , которые тесно связаны с фактическими условиями перевозочной работы и с режимом ведения поезда.

При известной величине  $A_{п}$  можно сделать анализ энергетических результатов поездок, оценивать использование локомотивов, режимы вождения, а также соответствие зафиксированного расхода энергии за поездку фактическим условиям перевозочной работы, обоснованность принятых в локомотивном депо норм расхода энергии на тягу поездов и др.

Необходимая затрата энергии на создание касательной механической работы за поездку

$$E_k = \frac{K_э \cdot A_{п}}{\eta} \quad (7)$$

где  $K_э$  – энергетический эквивалент механической работы [3], кг/Н км (кг/кгс км) или кВт-ч/Н км (кВт-ч/кгс км);

$\eta$  – средний за поездку коэффициент полезного действия силовой цепи локомотива [3; 5].

В табл. 1 представлены результаты проведённой обработки ряда скоростемерных лент, показывающие, что величина механической работы за поездку  $A_{п}$ , найденная по данным скоростемерной ленты, позволяет достаточно точно для конкретных условий поездки определять все основные результаты энергетической работы локомотивов.

По данным табл. 1 видно, что величина механической работы за поездку  $A_{п}$  и показатель силовой загрузки  $\mu$  значительно больше в нечётном направлении при примерно тех же величинах  $Q$ ,  $m$ ,  $t_x$  и при совершенно одинаковом линейном пробеге локомотивов. Износы же силовых агрегатов при этом будут различны, поэтому при уточнении межремонтных пробегов целесообразно учитывать фактическую силовую загрузку локомотивов на основе расшифровки скоростемерной ленты.

Таблица 1 – Результаты расшифровки скоростемерных лент для участка И – У железной дороги, длина участка  $L = 115$  км, тепловозы 2ТЭ10Л

№ п/п	№ тепловоза, машинист	Условия перевозочной работы			Энергетические результаты			Показатели режима ведения поезда		
		$Q$	$z, n$	$t_x$	$A_{п}$	$E$	$\mu$	$\alpha'$	$A_{то}$	$E_k$
		$m$	$n_T$	$t_c$	$A''$	$\eta_э$	$\beta''$	$\alpha''$	$A_T$	$\eta$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Направление И – У, чётное, $i_{кв} = - 1,39 \text{ ‰}$										
1	№ 1, Васильев	4435	3;1	138	511000	602,0	0,178	0,97	215000	402,0
		212	1	118	132000	0,198	0,258	1,04	318000	0,298
2	№ 1, Иванов	3328	5;1	182	494000	732,0	0,130	1,00	76000	468,0
		208	3	166	137000	0,158	0,278	1,06	310000	0,248
3	№ 2, Васильев	3410	4;1	178	457600	635,0	0,123	1,01	821000	413,0
		204	3	115	106000	0,169	0,232	1,04	300000	0,260
Направление И – У, нечётное, $i_{кв} = + 1,63 \text{ ‰}$										
4	№ 3, Титов	3721	1;0	155	1602000	1314	0,500	0,91	59300	1148
		196	0	10	1370000	0,286	0,856	1,03	85000	0,328
5	№ 4, Петров	1235	8;0	180	940000	1048	0,252	0,92	15000	771,0
		204	5	197	695000	0,210	0,736	1,08	113000	0,286

Сравнение результатов случаев 1 и 2 показывает, что на одном и том же тепловозе № 1 машинист Васильев добился лучших показателей за счёт рациональных режимов вождения, чем машинист Иванов. Тот же машинист Васильев на тепловозе № 2 в случае 3 при достаточно хорошем режиме ведения ( $\alpha'' = 1,04$ ) получил величину к.п.д. силовой цепи тепловоза  $\eta = 0,26$ , что свидетельствует об ухудшенном теплотехническом состоянии этого тепловоза.



В случаях 4 и 5 (нечётное направление) тепловозы № 3 и № 4 имеют удовлетворительное теплотехническое состояние силовых агрегатов, так как величины к.п.д. силовой цепи тепловоза равны, соответственно,  $\eta = 0,286$  и  $\eta = 0,328$ . В случае 5 имелось восемь промежуточных остановок, что, естественно, отразилось на значении величины к.п.д. силовой цепи тепловоза  $\eta$ . Если бы удалось организовать безостановочный ход этому поезду на участке, то имели бы величину механической работы за поездку  $A_{\text{п}} = 928\ 000$  кгс-км, а величину механической работы тормозных сил за поездку  $A_{\text{т}} = 15\ 000$  кгс-км и общий (полный) расход дизельного топлива  $E = 809$  кг при расходе его на касательную работу  $E_{\text{к}} = 703$  кг и к.п.д. силовой цепи тепловоза равным  $\eta = 0,31$ . В результате будет увеличена на 28 процентов техническая скорость движения поезда и достигнуто уменьшение расхода дизельного топлива на 23 процента, по сравнению со случаем 5. Улучшение организации перевозочной работы тепловозов, как показывает этот пример, позволит значительно поднять эффективность перевозочной работы локомотивов на участках железных дорог.

Анализ результатов перевозочной работы локомотивов на основе данных расшифровки скоростемерных лент позволит проводить объективную оценку, как условий работы, так и фактических результатов тягово-энергетической работы и силовой загрузки их, что необходимо для проведения обоснованных мероприятий и рекомендаций, направленных на повышение эффективности использования тягового подвижного состава железнодорожного транспорта.

Таким образом, результатом изложенного стали рекомендации по осреднению механической работы касательной силы тяги локомотива и тормозных сил поезда, а также показателей энергетической эффективности использования локомотивов с учётом записей на скоростемерных лентах, что обеспечит объективный и оперативный контроль энергетической работы локомотивов в условиях эксплуатационной деятельности железных дорог.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абляимов О. С.* Оценка энергетической эффективности перевозочной работы локомотивов в эксплуатации / А. В. Толкачёв, И. А. Смольков, О. С. Абляимов // Труды ТашИИТ. Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Ташкент. 1980. Вып. 165/12. С. 30-36.
2. *Толкачёв А. В.* Расчёты коэффициентов полезного действия перевозочной работы тепловозов на участках // Труды ТашИИТ. Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Ташкент. 1977. Вып. 144. С. 60-72.
3. *Абляимов О. С.* Оптимизация перевозочной работы локомотивов: вопросы теории, методы, расчёты, результаты: Монография. Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Ташкент: «Complex Print» nashriyoti, 2020. 488 с.
4. Правила тяговых расчётов для поездной работы / Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта. М.: Транспорт, 1985. 287 с.
5. *Толкачёв А. В.* Анализ энергетических результатов поездок по скоростемерным лентам // Тр. ТашИИТ. Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Ташкент. 1981. Вып. 169/16. С. 58-68.

## АВИАЦИОННЫЙ ЛИЗИНГ В РОССИИ: АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Кузьмина Л. В.  
Сычева Е. Г., канд. экон. наук

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова»  
(г. Санкт-Петербург)*

**Аннотация.** В начале 2022 года российские авиакомпании столкнулись со сложностями при лизинге воздушных судов, которые продолжают и в текущий момент, что подтверждает актуальность рассматриваемого вопроса. В данной статье рассмотрены в динамике основные показатели деятельности крупнейших лизинговых компаний России. Авторами проведен анализ статистических данных и синтез имеющейся информации. Сделаны выводы о перспективах развития авиационного лизинга в России.

**Ключевые слова:** лизинг, воздушный транспорт, авиационная лизинговая компания, лизингодатель.

## AVIATION LEASING IN RUSSIA: ANALYSIS OF THE STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Kuzmina L. V.  
Sycheva E. G., Candidate of Economic Sciences

*Saint-Petersburg State University of Civil Aviation named in honor of Air Chief  
Marshal A.A. Novikov  
(Saint-Petersburg)*

**Abstract.** At the beginning of 2022, Russian airlines faced difficulties in leasing aircraft, which continue at the moment. It confirms the relevance of the issue under consideration. This article examines the dynamics of the main performance indicators of the largest leasing companies in Russia. The statistical data and synthesized the available information are analyzed. Conclusions about the prospects for the development of aviation leasing in Russia are drawn.

**Keywords:** leasing, air transport, aviation leasing company, lessor.

Лизинговые соглашения активно применяются в различных отраслях экономики, в том числе воздушном транспорте. Лизинг дает возможность хозяйствующим субъектам экономики приобретать новейшее оборудование, а также использовать в производстве передовые инновационные технологии, поскольку приобретение имущества в лизинг происходит с отсрочкой платежа, что позволяет сохранить дополнительный объем оборотных средств субъекта экономики, снижая его затраты в определенный период времени [1]. Авиационный лизинг представляет собой финансовую модель, предусматривающую долгосрочную аренду воздушного судна авиакомпанией

(оператором самолетов) у другой авиакомпании или у лизинговой компании. Лизинг самолетов часто подразумевает получение в распоряжение не только техники, но и дополнительной инфраструктуры, комплектации и оборудования, а также сопутствующих услуг [2].

Цель данной статьи состоит в исследовании динамики основных показателей деятельности крупнейших авиационных лизинговых компаний России. Для достижения поставленной цели авторам необходимо решить следующие задачи: проанализировать статистические данные и по полученным результатам сделать выводы о возможных перспективах развития авиационного лизинга в России.

Авиационные лизинговые компании – это специализированные организации, которые занимаются арендой и лизингом воздушных судов разных типов (самолетов и вертолетов). Они могут предоставлять как финансовый, так и операционный лизинг. Кроме того, они могут предоставлять услуги по управлению и эксплуатации воздушных судов, а также по продаже и покупке бывших в употреблении самолетов.

До начала 2022 года в России эксплуатировались 515 воздушных судов, принадлежащих 67 иностранным лизингодателям. Самый крупный лизингодатель на российском рынке – ирландская *AerCap*, передала российским компаниям 152 воздушных судна общей стоимостью 2,4 миллиарда долларов США (около 5% всего портфеля активов компании). Воздушные суда российских авиакомпаний носят государственные и регистрационные знаки Бермудских островов, Ирландии и России. Некоторые воздушные суда, принадлежащие гражданам России, зарегистрированы примерно в 45 государствах. Так, например, в Австрии, Люксембурге и т.д. российские ВС составляют основу экономики транспорта или существенную её часть. Независимо от принимаемых РФ мер, они реквизируются и арестовываются на условиях «допустимого удержания» независимо от реестра страны регистрации [3].

Среди крупнейших Российских авиационных лизинговых компаний можно выделить следующие:

- ПСБ Лизинг;
- Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК) [4];
- Газпромбанк Лизинг;
- Регион Лизинг;
- Сбербанк Лизинг;
- ВТБ Лизинг;
- Кузбасс Финанс Лизинг.

О высокой активности и успешности лизинговой компании можно судить по объему лизингового портфеля. Лизинговый портфель – это совокупность объектов лизинга, которые находятся в собственности лизинговой компании и сдаются в аренду другим компаниям или организациям на определенный период времени. Лизинговый портфель является важным инструментом для финансовых компаний, так как позволяет им получать доход от аренды

имущества и управлять рисками, связанными с его эксплуатацией. На рисунке 1 представлена динамика объема лизингового портфеля крупных компаний в части авиационного транспорта за 2021-2022 гг.

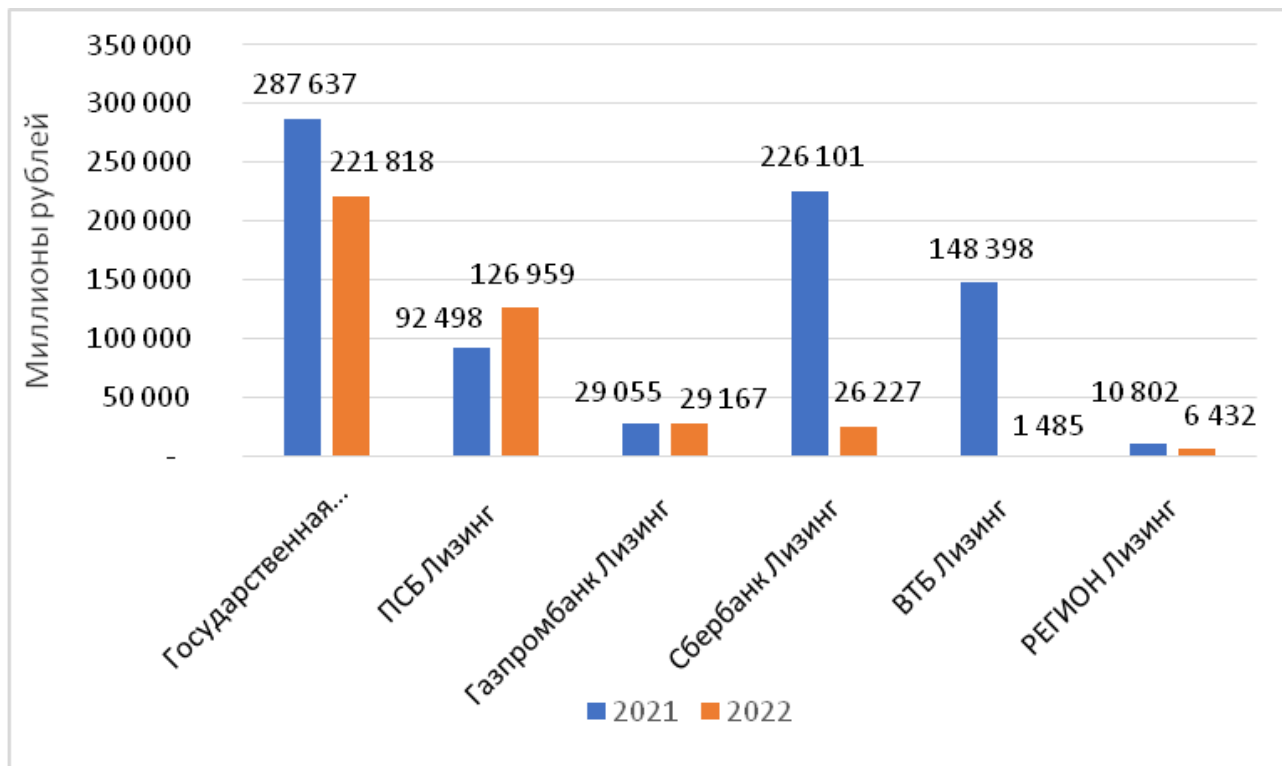


Рисунок 1 – Объем лизингового портфеля на примере авиационного транспорта за 2021-2022 гг. в млн руб.

Как видно на рисунке, у половины компаний произошло заметное снижение объема лизингового портфеля. Такое изменение может быть связано с влиянием геополитического кризиса и санкций. Более детально динамика объема портфеля лизинговых компаний (ЛК) рассмотрена в таблице 1.

Таблица 1 – Темпы прироста объема лизингового портфеля за 2020-2022 гг.

Наименование ЛК	Темпы прироста, %		
	2020	2021	2022
Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК)	9,23	-1,49	-22,88
ПСБ Лизинг	12,81	425,59	37,26
Газпромбанк Лизинг	116,98	11,37	0,39
Сбербанк Лизинг	5,02	16,63	-88,40
ВТБ Лизинг	2,03	-15,65	-99,00
Регион Лизинг	10,16	100,52	-40,45

Отметим, что отрицательный прирост в 2022 году имеют 4 компании из 6 исследуемых: Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК) – 22,88%, Сбербанк Лизинг – 88,40%, ВТБ Лизинг – 99,00% и Регион Лизинг-40,45%. Самый высокий положительный прирост у компании «ПСБ Лизинг» и составляет 37,26%. Газпромбанк Лизинг не имеет значительного прироста, тем не менее не уходит в отрицательные значения – 0,39%. По сравнению с 2021 годом в 2022 году отмечаются резкие снижения показателя у всех исследуемых лизинговых компаний, что подтверждает наличие кризисной ситуации в данной отрасли бизнеса.

Также важно учитывать развитие лизингового портфеля компаний в части бизнеса, складывающегося в новых геополитических и экономических условиях. Темп прироста лизингового бизнеса в сложных условиях в сфере авиационного транспорта по данным агентства «Эксперт Ра» отрицательный и составляет – 60,9% [5]. На рисунке 2 представлены крупные лизинговые компании в части бизнеса в условиях санкций в 2021 и 2022 гг.

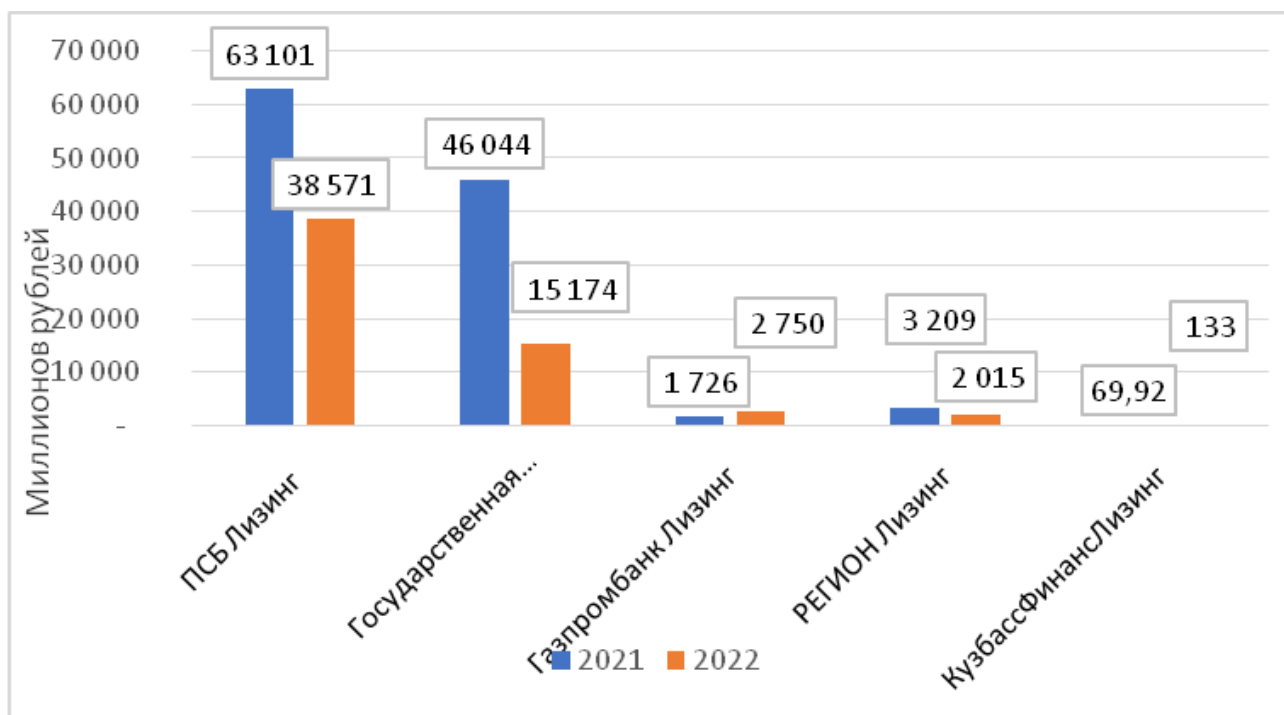


Рисунок 2 – Объем лизингового бизнеса в условиях санкций в части авиационного транспорта за 2021-2022 гг. в млн руб.

Такое снижение объема лизингового бизнеса в условиях санкционного давления связано с досрочным расторжением ряда крупных сделок, а также реформатированием договоров лизинга самолетов. Однако уход с рынка зарубежных лизинговых компаний может стать толчком для стремительного развития отечественного бизнеса. Рассмотрим темпы прироста объемов лизингового бизнеса в условиях санкций в таблице 2.

Лидирующую позицию по темпам прироста лизингового бизнеса в разрезе авиационного транспорта в 2022 году занял Кузбасс Финанс Лизинг – 90,43%, показатель у Газпромбанк Лизинг больше 50%. У остальных представленных в таблице лизинговых компаний отрицательные темпы прироста: ПСБ Лизинг – 38,87%, Государственная транспортная лизинговая компания – 67,04%, Регион Лизинг – 37,20%.

Таблица 2 – Темпы прироста бизнеса в условиях санкций за 2020-2022 гг.

Наименование ЛК	Темп прироста, %		
	2020	2021	2022
ПСБ Лизинг	1 113,21	160,19	-38,87
Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК)	-53,67	50,45	-67,04
Газпромбанк Лизинг	71,25	-84,39	59,36
Регион Лизинг	-80,14	403,71	-37,20
Кузбасс Финанс Лизинг	496,82	-20,84	90,43

Однако сектор авиационного лизинга стал сталкиваться с рядом проблем в последние годы. Так, после введения ограничений со стороны Евросоюза и США перед авиаперевозчиками появилась необходимость вернуть воздушные суда лизингодателям. Однако согласно оперативным решениям Правительства РФ (Постановление Правительства РФ от 19.03.2022 N 411 «Об особенностях государственной регистрации предназначенных для выполнения полетов гражданских воздушных судов в Государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации и особенностей государственной регистрации прав на воздушные суда и сделок с ними»), российским авиакомпаниям удалось ускоренно зарегистрировать самолеты на территории РФ и получить сертификаты летной годности. При этом от авиакомпаний не требовали документы о праве собственности для внесения в российский реестр, а также документы, подтверждающие исключение ВС из иностранного реестра, что позволило сократить время простоя провозных емкостей.

Одной из основных проблем является экономический кризис на фоне пандемии *Covid-19*, который снизил спрос на авиационные услуги и увеличил риски для лизингодателей. Вместе с тем, санкции со стороны западных стран также оказали негативное влияние на российский рынок авиационного лизинга. Ещё одной проблемой является высокая конкуренция на рынке, что приводит к снижению цен на лизинговые услуги и уменьшению прибыли для компаний.

В частности, в рамках реализации программы «Развитие транспортной системы с применением механизма льготного лизинга с государственным софинансированием» ГТЛК подписала договоры финансовой аренды (лизинга) с российскими авиакомпаниями на поставку четырех новых отечественных вертолетов Ми-8МТВ-1 по программе с государственным финансированием. Так, планируется, что до конца октября 2023 года ГТЛК поставит 3 вертолета авиакомпании «Комиавиатранс» и еще один борт – «Дальнереченск Авиа».

Таким образом, в результате решения поставленных в работе задач, авторами были сделаны следующие выводы о перспективах развития авиационного лизинга в России. Учитывая заметное снижение объема лизингового портфеля у ведущих лизинговых компаний, дальнейший прирост лизингового бизнеса может замедлиться в связи с расторжением договоров с Россией, но компании могут продолжать развиваться за счет расширения клиентской базы и поиска новых рынков. Также возможно увеличение конкуренции на уже существующих рынках, что может привести к снижению цен и уменьшению прибыли для лизингодателей. В целом, темпы прироста лизингового бизнеса в условиях санкционного давления будут зависеть от многих внешних и внутренних факторов, включая экономическую ситуацию в странах-партнерах, политические и правовые риски, конкуренцию на рынке и действия государственных органов власти в отношении лизинга.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мельникова Н. С.* Лизинг и перспективы его развития в РФ / Н. С. Мельникова, А. Р. Адаева // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71-3. С. 46-50. – DOI 10.18411/lj-03-2021-89. – EDN UWSTEU.
2. *Баева М. А.* Мировой рынок авиационного лизинга и участие в нем российских компаний / М. А. Баева, О. Д. Исмагилова // Экономическое развитие России. 2023. Т. 30, № 2. С. 4-15. – EDN JZJEEJ.
3. *Мавроди А. И.* Проблемы системы гражданской авиации, связанные с международными ограничениями ее функционирования / А. И. Мавроди, И. В. Зайцева // Актуальные проблемы социально-гуманитарных наук и межкультурной коммуникации: язык, культура, образование и экономика : материалы Третьей международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28–29 апреля 2022 года / Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, 2022. С. 359-366. – EDN XVEFWB.
4. Официальный сайт АО «Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК)» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gtlk.ru/> (дата обращения: 01.08.2023)
5. «Рэнкинг лизинговых компаний России по итогам 2022 года» от АО «Эксперт РА» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.raexpert.ru/rankings/> (дата обращения: 21.07.2023)

**СОЗДАНИЕ КРУПНЕЙШЕГО АЭРОПОРТА МИРА  
«ШЕЙХ САИД БИН МАКТУМ БИН ХАШЕР АЛЬ МАКТУМ»  
ПО ПРОГРАММЕ «ДУБАЙ-2040»**

Латышев О. Ю., п.д.н., к. филол. н., действительный член МАС, МАЕ, ЕАЕ, ISA, МОО АД ЮТК, членкорр. МАПН, профессор университета «Сайпресс», США,

профессор РАЕ, президент Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Латышева П. А., исполнительный директор Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Радаэлли М., вице-президент Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Милан, Италия)*

Луизетто М., д.ф.н., почетный вице-президент Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Пьяченца, Италия)*

Лофрано М., д.м.н., главный учёный секретарь Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Милан, Италия)*



**Аннотация.** В данной статье представляется рассматриваемая в пентаптихе докладов данной почтенной конференции, приуроченной к столетию российской гражданской авиации, программа построения дубайского крупнейшего аэропорта мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум», проект которого разрабатывает Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко, чему уделяется внимание в данном исследовании. После всесторонней экспертизы данного проекта со стороны Смарт Меджлиса Шейха Дубая Мохаммеда бин Рашида АльМактума, а также фонда будущего развития Дубая «Дубай Фьюче Фаундейшн», в случае успеха он может быть принят к реализации в Дубае относительно недалёкого будущего.

**Ключевые слова:** аэропорт, аэровокзал, авиаузел, терминал, конкурс, размах крыла, авиалайнер.

**CREATION OF THE LARGEST IN THE WORLD AIRPORT  
‘SHEIKH SAEED BIN MAKTOUM BIN HASHER AL MAKTOUM’  
UNDER THE DUBAI-2040 PROGRAM**

Latyshev O. Yu., Ph.D., D.Sc.h.c., full member of IAS, IANH, EANH, ISA, IACUTLL, corresponding member of IAPS, professor RANH, president of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Latysheva P. A., executive director of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Radaelli M., VicePresident of the International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Milan, Italy)*

Luisetto M., PhD, academician, honorary vicepresident of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko,  
(Piacenza, Italy)*

Lofrano M., Doctor of Medical Sciences, Chief Scientific Secretary of the International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Milan, Italy)*

**Abstract.** This article presents the program for building Dubai's largest airport in the world 'Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum', the project of which is being developed by the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, which is given attention in this study. After a comprehensive examination of this project by the Smart Majlis of Dubai Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum, as well as the Dubai Future Foundation, if successful, it can be accepted for implementation in Dubai in a relatively near future.

**Keywords:** airport 'Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum', air terminal, air hub, terminal, concourse, wingspan, airliner.

## **Introduction**

Currently, the needs of residents, guests of Dubai, as well as transit passengers are served simultaneously by three airports, which will potentially be connected by a new blue metropolitan line. Its introduction into operation will allow you to move from one air harbor to another without the risk of being stuck in a traffic jam for a long time. Taking into account the significant expansion of the residential area of Dubai under the Dubai 2040 program and the corresponding increase in the number of residents of this metropolis, we propose, in addition to the three currently operating airports, to build the world's largest non-class civil international airport capable of combining passenger and cargo air hubs. In this work, the project operates under the official name "Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum", as well as under the working title "The Sun". This name is explained by the arrangement of eighteen runways in a circle so that the angle between two adjacent strips is only 20°. This will eliminate the slightest possibility of an aircraft landing with a crosswind, which will significantly improve the operational characteristics of this airport. At the same time, the angle between the runway and the terminal building should not be straight in order to avoid emergency situations with airliners that could cause harm to the terminal building and the people in it. In order to correctly calculate the maximum "inclination" angle of the runway to the projection of the terminal building, additional experiments and approvals will be required.

## **Main part**

Just like highways in Dubai, the material basis for casting runways should be basalt, which is characterized by both high wear resistance and resistance to high air temperatures and direct pressure from sunlight. Despite the fact that the existing civil international airport in Dubai has paved runways, it seems advisable to take into account the prospect of heavier airliners and the load they place on the runways, as well as additional warming of Dubai's climate in line with global warming.

Each of the eighteen runways at Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport should have a length of fifteen thousand meters, not counting the length of the end safety strip, the area behind the displaced threshold and the threshold itself, with a corresponding number of taxiways of varying levels of complexity. The width of each of the eighteen runways should be five hundred meters based on the progressive increase in the carrying capacity of airliners, wing span, as well as their many other operational characteristics. One of them should be the use of these strips for landing reusable spacecraft, the fleet of which in Dubai will be progressively expanded. Already in 2019, a US-made aircraft carrier, Scaled

Composites Stratolaunch Model 351, designed by Elbert Leander (“Bertha”) Rutan with a wingspan of 117 meters, appeared, which is an element of the Stratolaunch aerospace air launch system. From this we can conclude that the further emergence of increasingly lighter and stronger structural materials will lead to a significant expansion of this characteristic in the foreseeable future.

This width of the runways will determine the circumference of eighteen kilometers, inside which a complex of air terminal buildings will be located under a common roof - the largest infinity pool in the world. At the same time, the walls of the airport terminal building will be a solar power plant.

Its operation will partially reduce the energy consumption traditionally spent on lighting, ventilation, operation of automatic security systems, computer passenger service systems, etc. An additional means of reducing ventilation costs will be provided by eighteen natural ventilation towers, simultaneously forming walls in pairs to secure canopies at the entrance of each of the eighteen passenger terminals, designed to accommodate thirty million passengers per year each, with the subsequent possibility of increasing throughput. The centers of the circles, which in the projection will represent ventilation towers, will be spaced over a kilometer distance. The ventilation towers will be distributed evenly along the entire circumference of the terminal building projection. In addition, they will also serve as a kind of “stiffening ribs” adjacent to the round outer wall of the world’s largest airport building, protruding up to half of their circumference beyond the boundaries of this wall. As in the case of the Burj Khalifa tower, the rather geometrically complex terrain of the terminal building will create the outlines of vertical waves on its outer surface, significantly changing the trajectory of natural flows of intensely moving air, and thereby preventing dust and sand storms from causing damage to the terminal building.

Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport must have parking for a total of three thousand aircraft, which will be evenly distributed over the area free of runways and terminal buildings out of a total of more than five hundred square kilometers that the airport is intended to occupy. .

The largest part of the terminal building, a kilometer in depth, will be located underground, which will significantly reduce the cost of cooling the complex. This will make it possible to accommodate an internal multi-storey underground parking lot for three hundred thousand spaces with combined natural-artificial ventilation, which not all ordinary Dubai parking lots currently have enough of.

In general, it is necessary to achieve, as far as possible in a rapidly changing climate, predominantly natural ventilation of the airport building to a kilometer depth in such a way that all services located above and below ground level constantly receive streams of fresh air, not burdened by air conditioning errors.

For calm weather, forced air conditioning is provided in the terminal building. On numerous underground floors there will be reservoirs with spring water and melt water formed as a result of the melting of ice prisms sawed off from Antarctic icebergs, in case of prolonged dust and sand storms that could disrupt the airport’s water supply for a sufficiently long period. The water supply will be replenished from the airport’s own well through a set of necessary multi-stage filtering systems, since

the construction of a water pipeline from the central part of Dubai will be expensive and quite problematic [1].

At the same time, the underground floors should contain extensive food warehouses, which will be required for the uninterrupted operation of restaurants, cafeterias in the terminal building, for retail trade in airport duty-free stores and grocery hypermarkets, evenly distributed throughout the underground area of each terminal in the terminal building.

In the event of a change in weather that does not allow flights to be sent on time, the widest possible choice of forms of employment should be provided for the forced additional time spent by passengers, so that the time spent at a given airport can be remembered by each flight participant exclusively with positive emotions. Cinemas, gyms, amusement parks, museums and exhibition halls must offer their services to passengers regardless of the class of flight and the length of time they will spend inside the terminal building. At earlier Dubai airports, it was customary to provide transfers for transit passengers who had a certain pause between flights to visit markets and hypermarkets in Dubai. In this case, it seems possible to create a multi-storey underground, the world's largest hypermarket "Carefoor", under the airport terminal building, many times larger in area than Dubai Mall. The cargo air hub of Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport will allow us to constantly update and expand the range of goods and services that can be found in this hypermarket [2].

Such an approach to organizing retail outlets will, to a certain extent, reduce overhead costs for transporting passengers throughout Dubai and parallel delivery of goods to the hypermarkets they visit in the center of Dubai.

Similarly, it is possible to significantly reduce the transportation costs of passengers arriving in Dubai to participate in conferences, symposiums, congresses, and other forums, regardless of duration. The presence of conference rooms with high-quality sound and vibration insulation in each of the eighteen terminals will allow uninterrupted holding of the most important global and regional events in the field of science, culture, education, business, technology, etc., without leaving the terminal building. In general, it should contain absolutely all the necessary services that passengers might need when traveling around the city. As for sightseeing in Dubai, the ideology of building an airport should provide for the maximum saturation of its truly immense areas from the point of view of ordinary human consciousness with the maximum number of all kinds of entertainment that a passenger with a fixed period of time will not have to look for in the center of Dubai. The same should apply to cognitive forms of passenger activity, so that every inquisitive passenger can find not only virtual, but at the same time real objects that meet the needs of all his senses [3]. This will be a clear step forward in comparison with the implementation algorithm for the Expo 2020 exhibition project, where the bulk of the area of the vast majority of pavilions of various countries was occupied by screens - on the walls, ceilings, floors, in shop windows and individual exhibits. In this case, a passenger who has recently experienced special sensations in flight, for whom the earth and everything connected with it has consciously or subconsciously become even closer and dearer, should receive in the internal space of the terminal building the maximum

number of emotions, feelings and sensations that additionally convince him is that, albeit for a short period of time, he is finally on earth.

The airport terminal building should become the embodiment of a high sound culture. It should not contain loudly inviting slot machines, the rather low-grade sounds of which are most often heard by passengers who never intend to play them. A foreign passenger intending to use the services of Dubai Airport must understand that he is flying to an Islamic country where gambling is prohibited. The widespread delivery of messages to passengers' smartphones will also eliminate the need for hours of listening to announcements that have nothing to do with it.

Transport connections will be provided to Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport through twenty lines of express buses, which should be supplemented by city bus routes providing for the delivery of passengers, meeting or seeing off persons to each district of Dubai, as well as to each city of every UAE emirate.

In addition, concourses of two stations "Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum" under the distinguishing names "South" and "North" of the underground line of the Dubai Metro should be built in the underground floor of the airport building. These names correspond to the southern and northern ends of the terminal building. This line should provide connections to metro lines going to all areas of Dubai and beyond.

In addition, helicopter connections should also be provided between the airport and the centers of Dubai and other emirates. It is intended for passengers who do not want or do not have the opportunity to use the services of the metro, taxis, buses and other modes of transport connecting the airport, the center of Dubai and other metropolitan areas of the UAE.

For the period between arrival and departure, passengers can use the services of automatic luggage storage facilities. Luggage check-in and check-out windows are located in each terminal to eliminate the need for passengers to make excessive movements between different terminals. In reality, the luggage deposited by them is chipped, placed on automatic conveyor belts and sent to underground storage facilities, from where it is then sent in the same way to the baggage claim window upon the passenger's first request. Each passenger's luggage barcode is sent to their smartphone or email, depending on the owner's wishes.

Eighteen helipads should be located at significant intervals between the start of two adjacent runways. Passengers are transported to the helipads through underground tunnels, the structure and location of which will be described in the following parts of the pentptych of reports on this airport.

The need for transit passengers to travel to the center of Dubai to receive various spa services should be completely or almost completely eliminated. To do this, branches of all spas should be opened in each of the eighteen terminals working in Dubai and other emirates in such a way as to take into account all possible character preferences quality, consistency and volume of spa treatments received, which each passenger can choose for himself.

Crew members of aircraft that undergo repairs, painting or preventative maintenance by Dubai Airport employees can also benefit from a wide range of

airport services along with passengers, but there should be bonus programs for them. They may provide for the provision of a fixed list of services to pilots and flight attendants completely free of charge, while outside this list, crew members can receive numerous services with significant discounts. Since their appearance at the airport is regular, this category of persons should be considered as regular users of its services who can qualify for participation in discount programs. In turn, their long stay at the airport guarantees many services a certain number of regular customers in the form of pilots and flight attendants. Thanks to this, the risk of a wide range of services not being in demand is significantly reduced, which also makes it possible to reduce prices for using these services.

Traditionally, for the tourist flow, the airport is a place of short-term pastime. However, in the case of this airport the situation changes dramatically. Due to its simultaneous occupancy of many lines in the Guinness Book of Records, this airport is an independent attraction that actively participates in increasing the level of tourist attractiveness of Dubai as a tourism center of global importance. In addition to numerous quantitative indicators that make this airport an architectural structure unprecedented in world practice, it differs significantly from every other airport in the world in the number of high-quality functional units. Moreover, they are either rarely found at airports in principle, or not found at all. Moreover, such a wide range of shopping, entertainment, recreational, educational and many other objects of passenger attention is not found not only in any other airport in the whole world, but also in no other individual institution or organization. Over time, an increasing number of potential passengers, choosing a flight direction, will focus their attention on this particular airport due to the significant number of services it is possible to use while staying within its borders, either free of charge or at the lowest prices in the world without damage to quality.

Even those who have no other needs in Dubai can fly here, but intend to thoroughly get acquainted with this miracle of the third millennium, and experience a sense of involvement in the fate of a unique structure that responds to a dizzying number of the most diverse human requests.

In order to make acquaintance with the widest possibilities of the airport as exciting and lasting as possible for such users, animation programs can be organized by airport staff and volunteers. During their implementation, each passenger takes part in a multi-level game with a well-thought-out hierarchy of prizes, bonuses, meetings with fairy-tale characters, heroes of legends and fantasy series.

At the same time, he is constantly presented with exclusive souvenirs, he receives numerous autographs of his idols and favorites, and is invited to test himself in many theatrical performances that are completely unexpected for him. The passenger's participation in such performances is recorded by video cameras, and at the end of the program he is given a video disc about his travels into the unknown.

Paying for such animation programs generally frees the passenger from exploring the possibilities of the airport on his own, and does not require him to think about where to go and what to do here himself, since numerous algorithms for comprehending the beauty and revolutionary technologies collected at one airport are already well written in advance scriptwriters, directors and approved by producers.

Passengers less inclined to participate in theatrical performances can limit themselves to a guided tour of the numerous underground and above-ground floors. And in the event of a fundamental climate change, if the territory of Dubai is subject to flooding by rising waters of the world ocean, they will also be able to enjoy the views from the windows of the underwater floors of the airport terminal building.

Individual passengers or entire families of passengers can take a guide, which will introduce them to the aesthetic riches of the airport terminal building, the technological innovations and advanced architectural solutions used during its construction to give this largest building in the world greater stability, reliability, fundamentality, and at the same time, emphasized elegance of form.

Finally, the passenger who is inclined to independently explore all the airport facilities he needs will be provided with an audio guide upon request, as well as use numerous signs, boards and tips from the kind employees of this multifunctional organization.

In the second part of the pentaptych of reports, we intend to consider the possibilities of servicing passenger traffic at Dubai's largest airport in the world, Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum. These opportunities are based on traditions and algorithms that already exist at the moment, with the expectation of making the necessary adjustments and additions if, during the period separating us from the construction of this airport, innovations are introduced that allow us to optimize work with passengers in accordance with the new requirements of the time.

In turn, we plan to rely on deep knowledge about human nature, his primary needs and ways to properly satisfy them, which helped us gain Doctor of Medical Sciences Nasir Javad Hamad Al Mukhtar, academician, professor at the University of Babylon in Al-Hillah, Iraq, as well as Ghulam Rasool Mashori, Academician, Professor at People's University of Medicine and Women's Health Sciences, Islamabad, Pakistan.

Thanks to this, we will build the third report of the pentaptych in the order of considering individual technical and technological solutions that the authors believe are possible to implement at Dubai, the largest airport in the world. Each such solution will make using the airport's facilities as comfortable and completely safe as possible.

Further, based on the rich life experience accumulated by Italian doctors of medical sciences Massimo Coppolino, professor of forensic genetics at the State University of Rome-Cosenza and Riccardo Benzi Cipelli, director of the dental clinic "BENZI Studio", Vigevano, we propose to consider ways to increase competitiveness through the functioning of a public council "Aeromejlis", which the authors believe is possible to implement at Dubai, the largest airport in the world.

The final, fifth report of the pentaptych will also help us to correctly complete the knowledge of two doctors of medical sciences. This is Giulio Tarro, President of the T&L de Beaumont Bonelli Cancer Research Foundation, Naples, Italy, Head of the Virology Center and Academician of the International Mariinsky Academy. M.D. Shapovalenko, Naples, Italy, and Farhan Ahmad Khan, Professor, Department of Pharmacology, Medical College. Jawaharlal Nehru, Aligarh, Uttar Pradesh, India.

It is safe to say that at the same time we will be able to consider issues not covered in the previous four reports by the Mariinsky Academy team, directly related to the construction and operational work that the authors believe can be implemented at Dubai's largest airport in the world, Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum. .

But our entire team of authors is fully aware that the project for the construction and organization of the operation of this airport can be presented exclusively in abstract terms, requiring additional years of research to bring it to the required state.

### **Conclusion**

It is planned that this airport should become the largest in the world and will be able to serve 540 million passengers annually. The initial number of destinations that Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport will serve will exceed 400, with a subsequent increase in their number as new destinations open around the world, until its capacity is reached.

Further details of this topic will be revealed in the pentaptych of reports at the conference dedicated to the centenary of Russian civil aviation. In addition, they can also become the subject of discussion and joint design if your interest arises, dear reader. We will be happy to receive your letters at: papa888@list.ru.

In conclusion, let me thank the staff of the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, starting with the organizing committee of this conference, for invaluable help and support in preparing the material for this work.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Латышева П. А.* Ключевые креативные индустрии в развитии Дубая / П. А. Латышева, О. Ю. Латышев, М. Луизетто // Культурные индустрии в пространстве открытого города: материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 24–25 ноября 2022 года / Екатеринбургская академия современного искусства. Екатеринбург, 2022. С. 541-547. – EDN KETRKH.

2. *Латышев О. Ю.* Влияние деятельности современных российских архитекторов и дизайнеров на облик Дубая / О. Ю. Латышев, М. Э. Радаэлли, М. Луизетто, Н. Дж. Х. Альмухтар, Г. Р. Машори // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 336-341. 369 с. – ISBN 9785248010653

3. *Латышев О. Ю.* Влияние российских изобретений на развитие евроазиатских стран / О. Ю. Латышев, М. Луизетто, Дж. Тарро, П. А. Латышева, А. Х. Фархан // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 134-140. 369 с. – ISBN 9785248010653.



**ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В КРУПНЕЙШЕМ  
АЭРОПОРТЕ МИРА «ШЕЙХ САИД БИН МАКТУМ БИН ХАШЕР  
АЛЬ МАКТУМ» ПО ПРОГРАММЕ «ДУБАЙ-2040»**

Латышев О. Ю., п.д.н., к. филол. н., действительный член МАС, МАЕ, ЕАЕ,  
ISA, МОО АД ЮТК, член-корр. МАПН, профессор университета «Сайпресс»,  
США,

профессор РАЕ, президент Международной Мариинской академии  
имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко (г. Москва)*

Латышева П. А., исполнительный директор Международной Мариинской  
академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко (г. Москва)*

Радаэлли М., вице-президент Международной Мариинской академии  
имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко (г. Милан, Италия)*

Луизетто М., д.ф.н., почетный вице-президент Международной Мариинской  
академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко (г. Пьяченца, Италия)*

**Аннотация.** В данной статье предлагается рассмотреть возможности обслуживания пассажиропотока в дубайском крупнейшем аэропорте мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум», проект которого разрабатывает Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко, чему уделяется внимание в данном исследовании. После всесторонней экспертизы данного проекта со стороны Смарт Меджлиса Шейха Дубая Мохаммеда бин Рашида Аль-Мактума, а также фонда будущего развития Дубая «Дубай Фьюче Фаундейшн», в случае успеха он может быть принят к реализации в Дубае относительно недалёкого будущего.

**Ключевые слова:** аэропорт, аэровокзал, авиаузел, терминал, конкорс, размах крыла, авиалайнер.

# PASSENGER SERVICE ORGANIZATION AT DUBAI'S MAJOR AIRPORT OF THE WORLD "SHEIKH SAEED BIN MAKTOUM BIN HASHER AL MAKTOUM" UNDER THE DUBAI-2040 PROGRAM

Latyshev O. Yu., Ph.D., D.Sc.h.c., full member of IAS, IANH, EANH, ISA, IACUTLL, corresponding member of IAPS, professor RANH, president of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Latysheva P. A., executive director of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Radaelli M., Vice-President of the International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy  
named after M.D. Shapovalenko  
(Milan, Italy)*

Luisetto M., PhD, academician, honorary vice-president of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy  
named after M.D. Shapovalenko,  
(Piacenza, Italy)*

**Abstract.** This article proposes to consider the possibility of servicing passenger traffic in the Dubai largest airport in the world “Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum”, the project of which is being developed by the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, which is given attention in this study. After a comprehensive examination of this project by the Smart Majlis of Dubai Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum, as well as the Dubai Future Foundation, if successful, it can be accepted for implementation in Dubai in a relatively near future.

**Keywords:** airport “Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum”, air terminal, air hub, terminal, concourse, wingspan, airliner.

## **Introduction**

The authors of this paper tend to understand the fact that in the foreseeable future, three Dubai airports will no longer meet the needs of the growing passenger traffic and cope with the volume of cargo transported by international airlines. We have already reported in the first article about the world's largest airport "Sheikh

Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum" in Dubai, bearing the name of the Sheikh, in which Dubai received significant opportunities for rapid and unprecedented development. This airport, in our opinion, needs to be built for the successful implementation of the Dubai-2040 program. It will take advantage of all currently available passenger traffic capabilities and then adjust to the latest inventions that may take place during the implementation of the seventh development plan of Dubai.

### **Main part**

Taking into account that the area that the airport is intended to occupy should be 500 kilometers<sup>2</sup>, it is necessary to consider the possibility of including a non-operating automated system for transporting passengers and their luggage in this air hub in order to quickly connect the terminal building with different areas of the airport.

In addition to the 300,000 parking spaces described in the above paper, attention should also be paid to those passengers arriving in Dubai who did not leave their cars in this parking lot and whose stay in Dubai includes leaving the terminal building. To this end, it is planned to place in the underground tiers of the terminal also the capacities of numerous agencies specializing in renting cars from various manufacturers in order to meet the taste and special needs of each individual customer and large families in general who decide to visit Dubai.

In addition to transit passengers, to meet the diverse needs of which the wide-screen capabilities of the terminal building should be sufficient, despite its wide functionality, however, a special audience of airport service users will be formed. It is for its short-term or final movement that a sixteen-lane special-purpose highway will be required, which will have no other destinations except for the terminal building and downtown Dubai [1].

Passengers arriving in Dubai on international flights, for which this metropolis is the final destination, have the opportunity to receive baggage in one of several ways. For those who will be heading to the center of Dubai by the airport terminal property bus, luggage will be loaded into the special trunks of this vehicle.

All those who come to meet relatives or friends in their own vehicles can get their luggage at the exit from the airport. Those who left their car in the parking lot in the underground floors of the airport terminal will receive it along with the car from special airport employees.

For those who decide to rent a car from one of the agencies in the terminal building, the luggage will be delivered by the staff of Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport, which has the short working name "Sun" according to the form of its plan, to the place where the rented vehicle is received at the moment prior to the boarding of passengers.

Those who wish to use the Dubai Metro services can collect their luggage on a conveyor belt, which will be carried directly to the wide and fairly spacious metro station boarding platform under the terminal building.

In each of the eighteen terminals, in terms of the vertices of equilateral triangles converging to each other in the terminal building, it is possible to get into

the atrium called the "Meeting Point". This large open area under a beautiful stained-glass ceiling will be designed specifically for passengers of various flights who want to see their relatives, friends or acquaintances directly at the airport, and, possibly, continue their journey together.

Numerous benches, cafeteria tables where you can organize a long-awaited meeting, ATMs of all banks operating in the United Arab Emirates will be located on the territory of the atrium. Travelators and escalators, as well as elevators for ascending to the above-ground and descending to the underground floors of the terminal, will be sent to all 18 directions from the atrium.

Also, it is in the atrium that the main checkpoint is located, allowing those meeting, seeing off and the passengers themselves to pass control immediately before the meeting in the atrium. In case of accumulation in the atrium of the number of people exceeding the sanitary and hygienic standards and preventing the normal movement of the users of its services staying in this room, it is possible to use additional levels of the atrium in the underground floors of the terminal building.

This redistribution will not discriminate against natural light, since natural sunlight will be delivered to each level of the building through oversized fiber optics. It should be noted that the atrium will not be overloaded with passengers, seeing off and meeting, who need to move from one terminal to another, because continuous travelators passing through the entire diameter of the atrium hall will not be designed.

At the same time, in order to get from one travelator to the next, going in the same direction, one would have to move around along an absolutely unfavorable trajectory. Instead, the triangular-shaped halls of all 18 terminals are interconnected by an underground transport corridor, which is located on the "minus first" floor of the terminal building. In this transport corridor, you can go down the escalator, which has a common canvas with the travelator, and return to the first floor of the diametrically opposite terminal along the same escalator connected in one chain with the travelator.

Such a combined design "escalator-travelator-escalator" allows you to quickly and without additional risk on the descent from the escalator and the ascent to the next speeds up the process of movement of passengers and their accompanying persons from one terminal to another. Also on the "minus first" floor there is also a circular transport corridor, along which you can move between any neighboring terminals in a similar way.

For an unmistakable entry into the transport corridor of passengers and their accompanying persons, it passes under the center of each of the 18 triangular halls [2]. There are also short passages between the adjacent halls of all 18 terminals, which allow passengers and their accompanying persons to pass without returning to the center of the hall to enter the transport corridor.

Before landing in Dubai, the passenger can indicate his future direction of travel when buying a ticket, which will allow him to use the services of an automated passenger transportation system in the building of the Dubai Air Terminal. After passing through the screening in the center of the atrium, this system allows the passenger to get to any of the terminals he needs without additional actions on his part.

This international airport "Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum" in Dubai is a hub airport, as it is used by numerous airlines in the world as a transfer point for passengers, and, accordingly, has the highest percentage of "connecting" flights on the entire globe.

The transportation complexes are designed for location in the directions of the settlement of Saruq Al Hadid of the emirate of Dubai itself - with subsequent access to the intersection with the E75 highway, and in the direction of the settlement of the emirate of Abu Dhabi - Al Faqa' - with access to the intersection with the E66 highway.

Each of these transportation complexes will be located around the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum airport and will be designed to deliver passengers meeting and seeing off from the terminal building directly to the city center of Dubai, as well as other cities of the emirate of the same name and all other emirates of the UAE. The location of the new Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport to the southeast of the current Al Maktoum International Airport will allow the use of a much larger portion of the as-yet undeveloped area, while the possibility of a significant expansion of Al Maktoum International Airport to the scales stipulated by us is already quite limited. This is due to the large-scale plans for nearby civilian buildings under the Dubai 2040 program, which the city needs in view of the massive influx of new population due to well-known modern events.

Each of the transportation complexes surrounding the territory of the airport should include five lines designed for cars of various types, buses owned by the airport, as well as taxis of various departmental affiliation and private vehicles, allowing to make the flow of passengers in both directions uninterrupted.

Shuttles are planned to be used to transport passengers to the territory of each of the transportation complexes. They will follow the land route. Their path must be laid between two divergent adjacent runways. And in each case, where it seems unacceptable for one reason or another, the shuttle passes through underground transport corridors - tunnels built exclusively for the needs of passengers, as well as those accompanying them. This shuttle or shuttle free route does not involve any intermediate stops, which significantly speeds up the delivery of its users to the required point.

The baggage handling system, as well as in other ultra-modern airports in the world, must be equipped with carts with individual codes, allowing at any stage of their journey through the territory of the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum airport to track the route of baggage. More than a thousand video cameras and monitors must be used in the baggage area to maximize the efficiency of this segment of the airport.

Passengers should be able to check in their luggage several hours and even days before the flight, which will allow them, bypassing the time spent on visiting luggage rooms and the additional costs of paying for them, to begin to get acquainted with the terminal building, its many attractions and revolutionary recreational advantages.

The passenger also saves time to get acquainted with the territory of the airport "Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum" as a whole due to the ascent to

the observation deck, organized on the top floor of the terminal building, towering over the fantastic "mirror" of the world's largest infinity pool .

This pool occupies the rest (minus the foundation of the observation deck) area of the roof of the terminal, allowing around the clock to admire the indescribable beauty of thousands of multi-colored lights on the territory of the airport and nearby settlements. In addition, those who visited the pool can imprint in the memory of the ever-changing colors of the sky, the smooth outlines of the dunes in the desert approaching the airport from the side of the emirate of Abu Dhabi, as well as from the part of the emirate of Dubai that is still being developed.

The electronic system introduced at the airport allows its employees to correctly place all pieces of baggage and subsequently transfer them either to the desired aircraft or to the shuttle that brings passengers to the transportation complex. In the event that the passenger and his accompanying persons decide to use the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum airport bus to the end point of their journey, the baggage route is also programmed based on this circumstance.

The direction of the successive narrowing of the walls of the terminal halls serves to indicate the direction from the drop-off point to the atrium with the main checkpoint and a meeting place with relatives and friends.

The winter garden is arranged in an ascending spiral along the inner walls of the atrium hall to the glass vaulted roof, and includes a set of alternately flowering trees and shrubs in such a way that for a long period of time every year, visitors to the atrium can enjoy the reproduction of the riches of wildlife directly in the middle of the desert outside the window.

In the tunnels, through which the shuttles bring passengers and their accompanying persons to the transportation complexes, along the entire 15-kilometer route of their journey, an underground garden is "broken", which is able to create a feeling of abundance and well-being for the emirate of Dubai and the UAE generally. Passengers can consider its landings during their short trip.

The plans of the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum airport administration are to make the prices for food and industrial goods at the Airport correspond to the minimum prices that exist for them in the shops of Dubai. She also intends to equate the prices of the entire range of dishes of cafes and restaurants in general, located on the territory of the airport, to the prices corresponding to the status of public catering establishments in this metropolis.

In addition to catering facilities, each terminal of the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum airport has a 10,000 m<sup>2</sup> shopping area. In addition, there is also a duty-free zone - also with an area of 10,000 m<sup>2</sup>. Finally, there is also about 10,000 m<sup>2</sup> of services of various profiles and diverse institutions that are widely demanded by passengers. Among them are full-fledged representations of all banks operating in the UAE, business centers, broadband Internet access points, etc.

Ten underground floors, from minus three to minus twelfth, will house the world's largest Carrefour Hypermarket, which will sell the freshest products from farms and food factories from around the world around the clock, delivered by cargo planes through the cargo terminal of the airport.

For small wholesale buyers of this "Carrefour Hypermarket" there is a unique opportunity to attach purchases made here to the luggage of each client. If the weight of purchases in Carrefour Hypermarket exceeds the weight allowed for transportation on civil aviation liners, delivery by cargo aircraft to the country of destination of this passenger can be issued.

The commercial area in each terminal thus covers a total of 30,000 m<sup>2</sup>. And all terminals at the same time - 540,000 m<sup>2</sup>. This, in terms of each square meter of area, gives a thousand served visitors to the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum airport during the year, with a total throughput of this air hub of 540 million passengers per year.

The World Trade Center occupies five underground floors of the terminal building. This will make it possible to carry out commercial transactions in a timely manner with agents of the world's trading corporations flying to Dubai without having to move them to the center of Dubai to complete transactions, and to regularly re-export goods with a relatively short shelf life, and even perishable products, thanks to the significant capacity of the airport. Numerous contracts will also be concluded here for the supply of food and industrial products of UAE enterprises in various fields of production to foreign countries.

Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum Airport Exhibition Center includes five underground and five overground floors. Many exhibits of exhibitions, such as paintings, graphics, arts and crafts, can be exhibited here directly for sale. The exhibition of marine animal shells at the airport exhibition center should also provide an opportunity for departing travelers to purchase any exhibit they like as a keepsake. At the same time, each shell will be beautifully and safely packaged for long-distance transportation, provided with special information about the place of origin of marine animals - the owners of the purchased shells.

The axial zone of each floor of the exhibition center is occupied by a cylindrical aquarium, which contains numerous species of fish, crabs, octopuses, hermit crabs, corals, other marine animals, as well as algae of various colors, shapes and sizes. Aquariums not only decorate the premises of the exhibition center, but also allow trade in its inhabitants, who are not subject to a ban on export from the UAE, since they are not representatives of the wild fauna.

For the transportation of "live" purchases, special unbreakable containers are designed to allow a marine animal or plant to stay in it for a short period of time, equivalent to the time of a flight from the UAE to its native or another country.

Twenty underground floors of the terminal are reserved for hotels of various companies from two to five stars. They are intended for transit passengers who have a significant gap between connecting flights, or those who have a significantly delayed departure of the flight. In addition, if desired, participants of various forums taking place directly in the conference halls of the airport terminals can also be accommodated in them, if they have not chosen hotels that are widely known around the world in the center of Dubai or another city of the UAE.

The terminal building also provides a significant number of amenities for passengers that are not exclusive to this airport. For complete clarity, it should be pointed out that here, as in many advanced airports in the world, traditional three-pole

electrical Euro sockets with grounding for 220 and 127 volts are also installed at each seat in the waiting room.

At the same time, under each seat there are USB sockets for recharging various gadgets, as well as Internet sockets for using unlimited wired Internet directly in the seat of the waiting room. To access high-speed Internet, as already mentioned above, the passenger will have to contact the access point to this airport service.

The airport terminal is served by one thousand two hundred elevators. A third of them is intended only for airport employees and the movement of goods and luggage. Another third serves only underground floors, the area of which is much wider than that of the above-ground floors of the terminal. Two hundred elevators, the shafts of which are surrounded on all sides by 18 ventilation towers, are intended to move along the above-ground floors. And finally, only the remaining two hundred elevators, located in the central part of the airport complex, connect all floors of the terminal - from the lowest underground to the highest above ground.

Ascending and descending escalators are structured in such a way that in order to move several floors in a row, their users do not need to make a large number of steps from the previous escalator to the next [3].

In turn, along the central axis of each of the 18 terminals there are travolators moving in opposite directions. They allow passengers to move along the entire length of the terminal. Of course, each restroom provides a special room, which is intended for a mother and child, or for a single father and child. Here, diapers can be changed, ointments, sprays, creams and other materials necessary for treating the skin and mucous membranes of the child's body can be used. For passengers who are characterized by limited physical health, special rooms are also provided. On the other hand, if such passengers prefer an inclusive type of stay on the territory of the terminal, they have the right to choose it, being in any area of this architectural structure.

## **Conclusion**

The limiting volume provided for this work does not allow any full coverage of various aspects of the functioning of the construction of the world's largest airport "Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum" in Dubai proposed by its authors. Therefore, above, we were able to dwell only on the features of passenger service, which clearly do not exhaust all areas of activity of airport services. Therefore, in the future, with the invitation of additional specialists from among the full members of the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko is also invited to highlight the technical and technological aspects of the above-mentioned airport. It is planned to pay special attention to the issue of the use of unmanned vehicles for the delivery of passengers and persons accompanying them, luggage, cargo, etc. to the territory of the airport and to various cities of the UAE. In conclusion, let me thank the staff of the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, starting in the organizing committee of this conference, for invaluable help and support in preparing the material for this work.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латышева П. А.* Ключевые креативные индустрии в развитии Дубая / П. А. Латышева, О. Ю. Латышев, М. Луизетто // Культурные индустрии в пространстве открытого города: материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 24–25 ноября 2022 года / Екатеринбургская академия современного искусства. Екатеринбург, 2022. С. 541-547. – EDN KETRKH.
2. *Латышев О. Ю.* Влияние деятельности современных российских архитекторов и дизайнеров на облик Дубая / О. Ю. Латышев, М. Э. Радаэлли, М. Луизетто, Н. Дж. Х. Альмухтар, Г. Р. Машори // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 336-341. 369 с. – ISBN 978-5-248-01065-3.
3. *Латышев О. Ю.* Влияние российских изобретений на развитие евроазиатских стран / О. Ю. Латышев, М. Луизетто, Дж. Гарро, П. А. Латышева, А. Х. Фархан // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 134-140. 369 с. – ISBN 978-5-248-01065-3.

**УДК 656.7.022.1, 656.71**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КРУПНЕЙШЕГО АЭРОПОРТА МИРА «ШЕЙХ САИД БИН МАКТУМ БИН ХАШЕР АЛЬ МАКТУМ» ПО ПРОГРАММЕ «ДУБАЙ-2040»**

Латышев О. Ю., п.д.н., к. филол. н., действительный член МАС, МАЕ, ЕАЕ, ISA,  
МОО АД ЮТК, член-корр. МАПН, профессор университета «Сайпресс»,  
США,

профессор РАЕ, президент Международной Мариинской академии  
имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Латышева П. А., исполнительный директор Международной Мариинской  
академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Альмухтар Насир Джавад Хамад, д.м.н., академик, профессор Университета Вавилона, Аль-Хилля

*Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Аль-Хилля, Ирак)*

Машори Гулам Расул, д.ф.н., академик, Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко, Исламабад, Пакистан, профессор Народного университета медицины и здравоохранения для женщин, Исламабад

*Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Исламабад, Пакистан)*

**Аннотация.** В данной статье предлагается рассмотреть отдельные технические и технологические решения, которые авторам представляется возможным в дубайском крупнейшем аэропорте мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум», проект которого разрабатывает Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко, чему уделяется внимание в данном исследовании. После всесторонней экспертизы данного проекта со стороны Смарт Меджлиса Шейха Дубая Мохаммеда бин Рашида Аль-Мактума, а также фонда будущего развития Дубая «Дубай Фьюче Фаундейшн», в случае успеха он может быть принят к реализации в Дубае относительно недалёкого будущего.

**Ключевые слова:** аэропорт, аэровокзал, авиаузел, терминал, вертикальный завод, цех, ангар, авиалайнер.

**TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FUNCTIONING OF  
THE LARGEST AIRPORT IN THE WORLD  
"SHEIKH SAEED BIN MAKTOUM BIN HASHHER  
AL MAKTOUM" UNDER THE PROGRAM "DUBAI-2040"**

Latyshev O. Yu., Ph.D., D.Sc.h.c., full member of IAS, IANH, EANH, ISA, IACUTLL, corresponding member of IAPS, professor RANH, president of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Latysheva P. A., executive director of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Almukhtar N. J. H., MD

*University of Babylon  
(Al Hillah, Iraq)*

Mashori Ghulam Rasool, MD

*Peoples University of Medical and Health Sciences for Women  
(Islamabad, Pakistan)*

**Abstract.** This article proposes to consider individual technical and technological solutions that the authors consider possible at the Dubai largest airport in the world "Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum", the project of which is being developed by the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, which is given attention in this study. After a comprehensive examination of this project by the Smart Majlis of Dubai Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum, as well as the Dubai Future Foundation, if successful, it can be accepted for implementation in Dubai in a relatively near future.

**Keywords:** airport, air terminal, air hub, terminal, vertical plant, workshop, hangar, airliner.

## **Introduction**

To describe the nature of the technical and technological solutions that can be applied in the construction of the terminal building by 2040, one should have a much clearer idea of what path the development of each technology of interest to the authors of this study will take. Since the period from 2023, when it is planned to publish this work, until 2040, when the terminal building should receive the first passengers, is quite large, the presentation should be more methodological than methodical in nature in order to maximize the degree of objectivity of the proposed judgments and the conclusions that follow from them.

## **Main part**

Integral blocks of the underground floors of the terminal building must be allocated for the organization of a center for the repair and maintenance of aviation equipment. It belongs to both the owners of the airport and partner airline companies. In our opinion, workshops for the manufacture of analogues of licensed spare parts for engines and other structural elements of aircraft should be attached to them. To do this, it seems necessary to conclude appropriate agreements with aircraft manufacturers in each country of the world and transnational corporations associated with this field of activity.

Parts manufacturing conveyors are an integral part of vertical factories in the underground floors of an airport, and can be elevator shafts in which a product moves smoothly from one assembly phase to the next. The filtration of gaseous and liquid wastes at such enterprises has been brought to perfection in such a way that the same water and any other liquid necessary for production in the production cycle can be used almost endlessly.

Various underground facilities should also be set aside to accommodate multidisciplinary service units that will be ready to approach aircraft maintenance with the highest possible level of skill, regardless of the nature of the damage that has occurred along the way. When sending an aircraft on a flight, each airline cooperating with Dubai airport in the world must be sure that if the aircraft gets into a storm or other emergency situations after landing in Dubai, it will be completely returned to its original state according to the full list of technical characteristics initially put into it by the developers.

The engineering service of each such airline should rely on the fact that upon arrival at the Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum International Airport in Dubai, it should expect that its liner will pass all the necessary diagnostic, preventive and repair measures in this case on corresponding stand (polygon).

Such a site should be intended primarily for maintenance of aircraft engines and their associated repairs, as well as the provision of the widest possible range of technical services that may be required for preventive maintenance and current scheduled maintenance of all long-term aircraft landing at the airport.

The current infrastructure, which should be dedicated to aircraft maintenance at Dubai Airport, consists of fifty-four aircraft hangars, initially adapted to the dimensions of the Airbus A380 with a certain amount of horsepower and height, in order to further meet the ever-increasing dimensions of more and more new airliners [1].

In addition, hangars should also be built at the airport, which should be intended for painting aircraft, including those belonging to partner companies that, for one reason or another, are not provided with such equipment.

Along with this, the structure of the airport provides for the construction of industrial assembly shops, which should be designed for quick replacement of deformed fuselage parts or other structural elements when an airliner hits a snowstorm or other extreme conditions during a flight.

A stand for maintenance of aircraft engines of aircraft making a long stop at the Dubai airport can be intended primarily for liners that are involved in servicing the longest flights [2].

The service for carrying out a full cycle of aircraft technical inspection procedures after each flight and their corresponding maintenance, in addition to the underground floors of the terminal, may also use underground rooms under some of the least used runways.

The aircraft engine test chamber should be suitable for both the airport's own aircraft and those making long stops at the airport. This structural unit of the airport infrastructure can be used in case of doubts about the expediency of continuing the flight in conditions of deviations from the standard characteristics of the operation of one or another aircraft engine.

Another of the organic components of the airport architecture should be called a constantly replenishing warehouse of spare parts for aircraft engines and other structural elements of each liner landing at the airport in this way. In order to promptly replace the non-conforming part with a new one that has passed the proper test procedures without postponing the flight [3].

The transition between all eighteen terminals is carried out in such a way that it should not require passengers and their accompanying persons to leave the so-called "safe" zone in order to then again undergo inspection at the destination terminal, which can significantly speed up the process of servicing passengers at the airport.

Dr. Fateh Mebarek Udina presented at the international scientific-practical conference "Energy and Materials Science 2022" at the University of Skikda, Algeria, our joint report, which highlights our proposals for energy supply of the Dubai airport building using multiple energy-saving technologies at the same time. In rethinking in relation to the building of this terminal, they look as follows.

Project "Sunshine House" Strategically, every square centimeter of the terminal building area in the exterior and interior, as well as the roofs of the autobahns, along which passengers and cargo are brought to the airport, as well as any other structures,

should generate electricity through solar panels transformed into cladding, decor and all hard surfaces. In preparation for finishing the terminal building, a competition should be held among companies that specialize in the production and installation of solar panels, attached inventory, batteries and other components. Solar panels need to be of various sizes and configurations to make efficient use of every square decimeter of a building to generate solar energy for lighting, cooling, and a variety of electrical appliances. At the same time, solar panels must be placed on the internal and external walls, floors of internal premises and sidewalks in the territory adjacent to the building, as well as, as it is legally fixed and should be carried out by 2030 in Dubai, on the roofs. Windows, in which electric glass will be placed instead of ordinary glass, should also perform the functions of solar panels. Despite the fact that at the moment the efficiency of electric windows is still significantly inferior to wall-mounted solar panels, the key principle in this case is the full use of the building area for energy generation, and all components of its design, regardless of the level of efficiency achieved, are included into a common energy chain. At the same time, electric windows can completely replace the outer skin of the building, due to which the required amount of light will enter it, although part of it will be taken away by the electric windows. Their rather low efficiency is compensated by the fact that they take on part of the energy flow of sunlight. This will be all the more effective as the electric windows will be fixed at an angle to further reduce the level of natural overheating of the building. This reduces the natural heating of the building structure during particularly hot months of the year. At the same time, electricity for the operation of air conditioners and fans will be consumed to a much lesser extent. Although the efficiency of using electric glass at the moment traditionally does not exceed 7%, this will not prevent the entire building from being a solar power plant at the same time. In the years that will separate from the implementation of this project, it will be necessary to find the best ways to increase the efficiency of electric windows so that not only the building itself, but also the electric cars of its users can be recharged in the underground parking of the terminal building while the owners are not going anywhere.

Project "Mighty Wind". Wind generators should be included in all structural elements of the terminal building and other airport facilities, the presence of which allows maintaining the proper level of safety for workers, passengers and the comfort of their stay in this building. Another important component of the energy supply, which is designed to serve as compact wind turbines installed on roofs and any other suitable surfaces. To do this, it is necessary to find an elegant architectural solution, as a result of which the wind turbines will not only not spoil the original architectural design, but will also add a piquant interesting addition to it. For example, the shape and design of an air terminal building can imitate a certain aircraft, and wind turbines, respectively, can be propellers on its surface. Since the abundance of wind turbines on the surface of the building will cause significant noise, as the project is introduced into the metropolitan urban environment, it will be necessary to find sufficiently effective means of noise reduction.

Project "Green Noise". Special membranes will collect the energy of noise emitted by the human voices of employees and passengers, as well as artificial noise

sources, and will allow this energy flow to be used for human needs. Quite a wide application in a modern energy-saving project for the terminal building will find the use of noise flow, for example, emitting a lot of noise landing and taking off airliners as an energy source. To do this, special membranes are installed near wind turbines, in conference halls, cinemas of the airport terminal, its production workshops, on highways leading to it and other objects whose operation is accompanied by noise, the impact of the noise effect on which leads to the generation of electrical energy.

Project "Green Light". Sunlight and the light of lamps in the terminal building is intended to become a secondary resource, which at the moment is mostly not used in any way. But built into all surfaces of its interior, solar panels of various colors and configurations allow the same light to be used repeatedly. Sunlight that has penetrated inside the terminal building, as well as the light of electric lamps operating inside it, is captured by the now opaque solar panels placed on the internal walls, doors, floors and ceilings of each room of this building. At the same time, it should be noted that the usual appearance of solar panels placed in the interior of the terminal building would hardly have been able to arouse enthusiasm among its users. Therefore, during the implementation of this project, it will be necessary to achieve a highly aesthetic performance of solar panels, capable of pleasing the eyes of all those who are in this room due to the appropriate design solution. At the same time, in the future it will be necessary to find a type of solar panels that will meet the environmental requirements for non-residential premises, along with this, solar panels must be durable, especially those located on the floor, so that their service life increases the profitability of this material, given the significant the amount of passenger traffic. Also, according to the intention of the authors, furniture and household appliances in the building are also sheathed with solar panels. Household electrical appliances are designed to at least to some extent provide their own need for electricity, and the furnishings of hotel rooms inside the airport terminal will have to transfer the energy they have accumulated to batteries.

The project "Air terminal asset" or "Air terminal plus energy". Ideally, this project should use the entire range of renewable energy sources - both directly and indirectly. It is possible, for example, not in every room of a hotel, cafe or restaurant of an airport terminal, a station for obtaining biofuel can be installed. The raw material for its work will be the numerous wastes remaining as a result of serving hundreds of millions of passengers annually. But in this case, all the missing fuels must come from centralized stations located on underground floors of the terminal building specially equipped for this purpose. The new regulation on energy saving and energy efficiency of buildings in operation will allow commissioning, at a minimum, only zero-energy consumption buildings - 0 kW/m<sup>2</sup> per year. And ideally, "active houses", or "house plus energy", which will be designed to generate electricity not only for their own needs, but also for extraneous needs. A natural addition to the zero-energy house, as well as the active terminal building, will be each highway leading to it, equipped with Capture Mobility wind turbines combined with solar panels, the author of which was the winner of the UN Prize Sanwal Muneer. They are driven by the wind generated by fast-moving cars on the roads, as well as by fast takeoffs and landings of airliners. In addition to this, every square meter of

highways is covered with transparent concrete, under which solar panels are laid. Given the significant length of roads leading to the terminal building, it should be noted that this is a significant contribution to the emirate's clean energy strategy.

The Road to the Airport project involves rethinking the world's best practices for building roads capable of generating electricity. Thus, scientists believe that the revolutionary projects of Solar Roadways, Qilu Transportation Development Group and others should be significantly improved. This should be done in such a way that between the layer of transparent concrete proposed in such projects and the insulating underlying layer, solar panels are installed at an optimal angle of inclination. For each geographical area, this angle is specific, and is directly dependent on the latitude of the area for which the roadway is made. In the section, this structural layer will be a series of equilateral triangles, the value of equal angles in which will also be determined by the expediency of the angle of inclination of the solar battery for a given geographic latitude. It is also desirable to develop an appropriate device that allows you to create a change in the angle of the solar panel, depending on the time of year. For example, from 30-40 degrees in summer to 70 or more in winter. Regarding the project developed for the Chinese city of Jinan by the Qilu Transportation Development Group, the authors of this study consider it their duty to provide the following impressive data: "a kilometer section with two lanes can generate up to 1 million kWh of electricity per year. This volume is enough to feed 800 residential buildings. The resulting electricity is used to light the highway, illuminate billboards, power CCTV cameras and toll machines. Unlike numerous high-profile projects, it is much better not to place solar panels under the wheels of cars, where they will quickly become unusable, but to make the roofs of the autobahns leading to the terminal building with an adjustable angle of inclination, for which the solar panels placed on them must be significantly more lightweight design. On the road, only a rail should be left for recharging cars and electric vehicles while driving.

Vibrolight project. Noise is often either accompanied by vibration or is its consequence. It can also be used to obtain vibrational energy for the power supply of the terminal building and convert it into electrical energy. It seems possible to attach energy to solar panels, wind generators and recuperators thanks to the generator of electricity from vibration. The membranes of such devices, as well as noise absorption membranes, can be included in the decoration of the walls and ceiling of the terminal halls. In this concept, wind has already been presented twice as a source of energy. The third time it is mentioned is in connection with the significant vibration that it produces, which means that it can also serve as a source of vibrational energy. Such an energy source will increasingly deserve attention as more devices are developed for the maintenance of the terminal, requiring minimal power consumption. In this case, we are not talking about the transfer of energy over any significant distance, but at the same time it can be fully used at the same place where it was received. Just like cars moving on the road can "recharge" economical LED traffic lights.

Project "Light of human steps". Pedestrians walking along the sidewalk, as well as on the ground, underground or elevated pedestrian crossing of the terminal building, can induce the sidewalk, the pedestrian crossing, as well as economical

LED traffic lights to shine with the energy of their steps (cumulative source - vibration and pressure). From these achievements of modern invention, a new culture of using the terminal building can grow. It is necessary to saturate this building with the maximum number of devices and devices that will not be powered from the central electrical network of the airport terminal, but will be limited by the efforts of passengers produced at the time of using these devices.

The Sandstorm Energy project overlaps with the Mighty Wind and Vibrolight projects, and can, if necessary, form a single whole with them. Heat from the hot sand that surrounds the airport complex in abundance and friction from the surface of the terminal building can heat water for steam turbines, and noise and vibration energy can be converted into electrical current. Modern technologies will make it possible to withstand sandstorms, an increase in the level of water in the world's oceans, and the level of maximum air temperature. Moreover, none of these factors will have to be resisted. Each of them will be rationally used by all architectural structures of the airport to convert the totality of natural influences into electrical energy. It will be transformed into wind pressure on the walls of buildings, and hot air through the transformation of thermal energy into electric current, and air vibration into outdoor and indoor lighting.

Biolight project. The combination of primary and secondary energy flows becomes possible due to the introduction of a cycle of the most complete processing of raw materials, as well as the direction of the steam leaving the plant to steam turbines. During this period, biogenerator stations in the basement of the airport terminal can be significantly improved, so that the result of processing biological fuel in them can be attached to additional processing to such a stage when none of the biological waste can adversely affect the environment. Very fine filtration is required so that only water vapor is produced at the outlet. And he, too, can produce electricity by building a combined power plant that combines its biological nature with the nature of a steam power plant. In addition, the need to expend any amount of energy for garbage disposal will automatically be exhausted. The almost endless flow of passengers and accompanying persons remaining after servicing, given the uninterrupted round-the-clock nature of the airport's work.

The structure of the airport should also include a so-called business aviation center with a special infrastructure designed to provide services to passengers and crews of private jets, including a separate waiting room, in which they will not interfere in any way with users of the traditional common airport services.

The infrastructure of the business aviation center also includes separate offices, bathrooms and showers, a separately serviced business center, aircraft maintenance that does not overlap with the general flow, its own baggage service for the center, a separate gas station, a specially trained and prepared security service, its own customs, and finally, its own flight planning service. The airport also initially provides hangars intended for private jets for the needs of the business aviation center.

In order to properly handle the progressive increase in passenger traffic, the operator of this airport is also adopting a so-called "push and pull through" strategy. The latter, however, significantly contributes to attracting more and more new



sources of passengers and cargo. This happens even despite a certain discordant image of the proposed action. At the same time, they do not go into alternative competing networks, which ultimately make such competition meaningless for opponents.

The airport management is actively engaged in the constant attraction of more and more new passenger and cargo flows from fast-growing markets throughout the globe. The regular improvement of transport links with all the emirates and neighboring countries includes the opening of new bus stations, as well as automatic capsule delivery systems for passengers in vacuum tubes.

Linear maintenance carried out on the territory of this airport involves not only urgent, but at the same time also calendar maintenance of aviation equipment. At the same time, maintenance is carried out in accordance with a wide range of requirements that exist in relation to each specific type to which this or that aircraft belongs. Basic maintenance of aviation equipment involves a complete and, at the same time, a fairly extensive range of works.

The complex, located in the center of the airfield, is directly responsible for air traffic control. It employs more than a thousand air traffic controllers and employees of the complex, who, despite the fairly high level of automation of the vast majority of production processes, ensure safe air traffic.

The control tower of the newly built Dubai International Airport is programmed to operate 24 hours a day, seven days a week, all year round, regardless of the season. The only thing that can change depending on the size of the tourist flow is the ratio of passengers carried and accompanying cargo. If the passenger flow is large enough, then the airliner only takes on board the luggage of each passenger. But as soon as the size of the passenger flow decreases, cargo can appear in the cargo compartments of aircraft that is not correlated with the first-time passengers. The second control tower, which serves as a backup in the event of a sudden increase in airport capacity to its limits, may come into use if the first control tower is unable to operate normally. However, the task of the existence of the second control tower is not limited to the backup function, since this tower is also used for the professional training of air traffic controllers.

The airport fire department also performs the function of a rescue service. At the same time, 75 uniformed employees are on duty at each of the nine fire stations, as well as 75 at each of the nine search and rescue stations for 24 hours a day. They have 150 units of fire equipment at their disposal. Each brigade is able to respond to the news of a fire in 2 minutes in case of normal visibility. This indicator complies with ICAO requirements.

Of course, the technical and technological solutions presented in this paper in the construction of the newest Dubai airport far from exhaust all the possibilities of building an innovative architectural complex. It seems that the development of this topic in various perspectives can still take place in the future.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латышева П. А.* Ключевые креативные индустрии в развитии Дубая / П. А. Латышева, О. Ю. Латышев, М. Луизетто // Культурные индустрии в пространстве открытого города: материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 24–25 ноября 2022 года / Екатеринбургская академия современного искусства. Екатеринбург, 2022. С. 541-547. EDN KETRKN.
2. *Латышев О. Ю.* Влияние деятельности современных российских архитекторов и дизайнеров на облик Дубая / О. Ю. Латышев, М. Э. Радаэлли, М. Луизетто, Н. Дж. Х. Альмухтар, Г. Р. Машори // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 336-341. 369 с. ISBN 978-5-248-01065-3.
3. *Латышев О. Ю.* Влияние российских изобретений на развитие евроазиатских стран / О. Ю. Латышев, М. Луизетто, Дж. Тарро, П. А. Латышева, А. Х. Фархан // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 134-140. 369 с. ISBN 978-5-248-01065-3.

УДК 656.7.022.1, 656.71

### **«АЭРОМЕДЖЛИС» КАК ПУТЬ ПОДДЕРЖКИ ВЫСОКОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КРУПНЕЙШЕГО АЭРОПОРТА МИРА «ШЕЙХ САИД БИН МАКТУМ БИН ХАШЕР АЛЬ МАКТУМ» ПО ПРОГРАММЕ «ДУБАЙ-2040»**

Латышев О. Ю., п.д.н., к. филол. н., действительный член МАС, МАЕ, ЕАЕ, ISA, МОО АД ЮТК, член-корр. МАПН, профессор университета «Сайпресс», США,

профессор РАЕ, президент Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Латышева П. А., исполнительный директор Международной Мариинской академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Копполино Массимо, доктор медицинских наук, профессор судебной генетики

*Государственный университет Рима-Козенцы  
(Козенца, Италия)*

Чипелли Риккардо Бенци, доктор медицинских наук, директор  
Стоматологической клиники «Студия БЕНЦИ»

*Стоматологическая клиника «Студия БЕНЦИ»  
(Вижевано, Италия)*

**Аннотация.** В данной статье предлагается рассмотреть пути повышения конкурентоспособности посредством функционирования общественного совета «Аэромеджлис», которые авторам представляется возможным реализовать в дубайском крупнейшем аэропорте мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум». Данный проект разрабатывает Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко, чему уделяется внимание в данном исследовании. После всесторонней экспертизы данного проекта со стороны Смарт Меджлиса Шейха Дубая Мохаммеда бин Рашида Аль-Мактума, а также фонда будущего развития Дубая «Дубай Фьюче Фаундейшн», в случае успеха он может быть принят к реализации в Дубае относительно недалёкого будущего.

**Ключевые слова:** аэромеджлис, аэропорт, аэровокзал, авиаузел, терминал, конкурентоспособность.

**AEROMAJLIS AS A WAY TO SUPPORT HIGH COMPETITIVENESS  
OF THE LARGEST AIRPORT IN THE WORLD  
"SHEIKH SAEED BIN MAKTOUM BIN HASHHER  
AL MAKTOUM" UNDER THE PROGRAM "DUBAI-2040"**

Latyshev O. Yu., Ph.D., D.Sc.h.c., full member of IAS, IANH, EANH, ISA,  
IACUTLL, corresponding member of IAPS, professor RANH, president of  
International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Latysheva P. A., executive director of International Mariinskaya Academy named  
after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Coppolino Massimo, MD, Professor Of Forensic Genetics

*Public University of Rome-Cosenza  
(Cosenza, Italy)*

Cipelli Riccardo Benzi, MD, director of the "Studio BENZI Dental Clinic"

*"Studio BENZI Dental Clinic"  
(Vigevano, Italy)*

**Abstract.** This article proposes to consider ways to increase competitiveness through the functioning of the Aeromajlis public council, which the authors find it possible to implement at the Dubai largest airport in the world, Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum. This project is being developed by the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, which is given attention in this study. After a comprehensive examination of this project by the Smart Majlis of Dubai Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum, as well as the Dubai Future Foundation, if successful, it can be accepted for implementation in Dubai in a relatively near future.

**Keywords:** Aeromajlis, airport, air terminal, air hub, terminal, competitiveness.

AeroMejlis is the public council of the airport, and the airport administration carefully monitors not only compliance with the rules of passenger service in each structural unit of its organization. At the same time, they regularly review the lists of initial and newly introduced services at all airports in the world in such a way as to adopt best practices in every worthy case. Moreover, they strive to bring the implementation of such experience to an even higher level, practically unattainable for any airport in the world. The key to success in constantly improving the competitiveness of the airport should be called not so much the formal copying of other people's services, but their qualitative rethinking until the complete processing of the unsurpassed high level of service culture offered to passengers, accompanying persons and carrier companies using the airport's capabilities, providing them with the undivided long-term disposal of everything required inventory, machines and mechanisms. Along with this, in support of carrier companies, the airport also offers specialists of the highest level of qualifications who can help use the material and intellectual benefits of the airport with the greatest efficiency. At the same time, the key guiding line is also to comprehensively study the shortcomings in the design and operation of all other airports in the world, prompting carrier companies to refuse cooperation with them and reorient themselves to using other airports. All such cases receive collegial consideration, after which a wide range of mutually agreed measures are taken to prevent such errors in the operation of this airport. Representatives of all the major passenger airlines of each continent are invited to constantly interact with the airport administration and work in its public council "aeromajlis" in order to jointly improve daily not only the appearance of the airport, but also all the organic components of the working atmosphere at each site of its operation. It is thanks to this, in many respects, that for any such company this airport is a world-class hub, which every day becomes more and more modern in terms of the widest range of indicators. Dubai Airport does not seek to compete with any of the airports in the world in terms of any list of indicators, but is initially inaccessible and moving away from all the others into an increasingly tangible gap in the competitive distance.

The AeroMejlis is considering a plan to build an air city encircling a circle along the end safety strips of the runways, in which all airport staff can live, as well as the entire range of social infrastructure facilities, reflecting its diverse needs.

In order for airport employees and passengers using it to quickly and comfortably travel to the center of Dubai, by decision of the Aero Mejlis, a magnetoplane route is being built, which is also known as maglev - from the English phrase "magnetic levitation", which translated into Russian means "magnetic

levitation”. Improved magnetic trains on this line should reach speeds of more than five hundred km/h, making communication with the historical center of Dubai as fast as possible. The magnetic levitation train is connected by the Aero Majlis to the previously agreed upon combination of a fifteen-lane highway in each direction and Dubai Metro stations at opposite terminals. A train and tram combined in a magnetoplane must be held above the road surface thanks to the force of the electromagnetic field, which is the source of its movement and control. This composition, which is important for the desert zone, unlike conventional trains and trams, does not touch the surface of the rail when moving.

According to the decision of the Aero Mejlis, it is advisable to equip the terminal building with eighteen bridge crossings, which will allow passengers and their accompanying persons to move between all the terminals they need without leaving the selected level of movement. Another means to reduce the energy costs and time of airport users should be the double gates that the Aero Mejlis proposes to make to accommodate double-decker airliners, the number of which is increasing every year.

Well-equipped recreation areas in each of the eighteen terminals, by decision of the Aero Mejlis, are equipped with televisions, a library, a music library, a video library, as well as a multi-functional playroom for children, which helps increase the tourist attractiveness of the terminal building and convenience for passengers.

The airport's retail areas, including the world's largest Carrefour hypermarket, are used by travelers, crew members and residents of the airport, each of whom has permanent passes to the airport as a whole, and the retail area is in the public area and does not require a pass system. If prices at airports around the world are usually much higher than store prices, in this case they are much lower than store prices, since trade at the airport occurs without intermediaries, on its own territory, and goods are delivered by its own planes.

Our own post office allows passengers to send parcels and parcels if they do not want to carry with them items and products purchased at the airport that have a fairly long shelf life. The airport is assigned a special ZIP code; all necessary public services operate on its territory. We offer the widest range of household services, from repairing shoes, clothes, bags, watches, to washing clothes and outerwear. You can also use dental prosthetics services at the airport clinic.

This is the only airport in the world that is equipped with two control towers. Given the record size of each runway, one control tower is responsible for servicing only two runways at a time. And only in case of force majeure can they start working with a limited number of additional runways, provided that they are located to the left or right of one of the two runways that traditionally serve as their main area of responsibility. This is due to the high frequency of aircraft arriving and departing from the same runways to maintain the airport's ultra-high capacity at the most advanced global standards. Also, everything has been done at the airport to minimize the time it takes to process personal documentation, check luggage, and carry out anti-terrorism prevention.

Along with this, the abundance of taxiways of various levels of complexity allows aircraft to be taken away from runways at high speed in order to make room in

advance for the next airliner to land and to eliminate the possibility of aircraft collisions under any circumstances. This is all the more important because due to frequent fog, some planes are forced to linger on the runways, while return flights, which could also be handled by Dubai airport, are forced to be completed by pilots at other airports.

However, the Aero Majlis has a significant resource of influence on the situation, and through joint efforts with environmentalists they are able to largely counteract the transformation of fog into smog by minimizing harmful emissions into the sky of Dubai. The main measures include the total introduction of free filling stations for electric vehicles, which encourages residents and guests of the metropolis to switch to electric vehicles and stop polluting the air with the exhaust of their cars, especially those often stuck in traffic jams.

As we have previously reported, the tradition of combining office, residential and retail space in one skyscraper is strengthening in Dubai in order to minimize the need to spend time, effort, money and personal transport capabilities of company employees crossing significant distances within the city.

Placing the above and broader opportunities directly in the airport terminal frees the vast majority of transit passengers from the need to travel to the center of the metropolis. Moreover, this airport may well deserve the title of the fastest growing in the world, since the airport management is very attentive to all technologically advanced solutions that can help make the work of their brainchild faster and more efficient. Therefore, despite the initial full staffing with all the necessary structural elements, services and highly qualified personnel, the airport administration regularly replaces outdated equipment and accepts the world's most advanced equipment that has just appeared for experimental testing in the daily activities of the airport in agreement with manufacturing companies. Each manufacturer of advanced technical products from among the partner companies considers it a great honor to test all their new products at this airport, because all its innovations are instantly visible - both to reputable employees and influential users.

Each of the 18 terminals has its own color scheme, which from terminal to terminal inherits in turn all the successive colors of the rainbow and their traditional halftones. Also, a unique aromatic composition has been developed for each of them, designed to evoke inspiration and high spirits among arriving passengers and wonderful memories among departing passengers.

It was decided to build all the runways of this airport in such a way as to significantly minimize the distance that usually exists between a car carrying passengers and an airplane, which can significantly reduce the movement of these vehicles around the terminals.

The AeroMejlis Airport Public Council has a vested interest in the success of each stage of development of carrier companies cooperating with the airport. Therefore, they are making all the necessary efforts to create most favored nation treatment for each such company, the opportunity to pay for airport services at the lowest prices through the conclusion of cooperation agreements for significant periods. Carrier companies, represented by their own management, are clearly aware of the level of unsinkability of this airport and understand that they will never need to

transfer their flights from here anywhere in the future. On this basis, they can pay for airport services in advance, while significantly saving their own resources, and at the same time investing in the constant development of the airport's capabilities, which they themselves will use as proactively as possible in the first place.

The fate of many airports around the world has a certain similarity, which is expressed in the fact that expensive areas for residential development, surrounding the airport on all sides, are very quickly built up, depriving the airport of the opportunity for further extensive development. Despite the fact that the airport in question has numerous initial characteristics that are significantly ahead of the modern needs of the international community in their broad totality, nevertheless, the possibility for its subsequent development is also provided for by the Aero Majlis. But the areas adjacent to the modern outlines of the airport are not reserved. They are filled with low-rise, diverse technical structures that do not interfere with the takeoff and landing of aircraft. These structures are ready for quick and inexpensive reconstruction in case of emergency. Thus, the airport has significant potential for reconstruction, which does not require its complete closure and the construction of a new airport due to the lack of free space surrounding it for expansion.

Such areas, for example, thanks to the construction of quickly rebuilt prefabricated building structures, can be occupied by so-called catering enterprises, so named after their anglicism, derived from the word "catering", which is translated into Russian literally as "catering" or, somewhat less the commonly used option is "banquet service".

Thus, the land that the airport may at any time require for the consistent expansion of its capacity can be temporarily occupied by numerous catering enterprises belonging to the same airport.

This will make it possible to provide services to passengers in a timely manner and with consistently high quality, delivering food directly to aircraft, and to provide contract catering services to employees of all enterprises and services involved in the airport, both in the terminal building and on flights.

Events for various purposes held in restaurants and cafeterias of the airport terminal can also be served by catering companies, simultaneously carrying out retail sales of finished culinary products in each cafeteria. Catering companies can be responsible not only for preparing food and its timely delivery on board each airliner, but also for serving and decorating tables during coffee breaks, banquets and buffets held during conferences, symposiums, congresses and other events in conference rooms of terminals air terminal. At the same time, such enterprises undertake the bottling and serving of drinks to each conference participant.

Each of the eighteen terminals will have over 100 check-in counters, 50 jet bridges, 10 aircraft stands, 75 immigration control points, as well as 25 x-ray areas to speed up the service for passengers at this stage of their stay at the airport. The more immigration control capacity can be put into operation, the more quickly the airport's maximum capacity will be reached, which will significantly increase the level of impact from each of its structural units and allow for a faster transition to a comprehensive upgrade.

Also, as the return from the airport increases from the moment it is put into operation, it will be possible to allocate as many terminals as possible to low-cost airlines, which will increase the turnover of funds, since the number of gold card holders can never be infinite, and in return they will need to invite passengers from other social strata.

Considering the location of this airport in a Muslim state, a special terminal should be allocated for pilgrims. Considering the special respect that exists in Islam for the number “7,” it seems appropriate to allocate terminal No. 7 specifically for pilgrims. In this case, one should be guided by the fact that the very First Sura, which reveals the wisdom of the Great Quran to everyone ready to comprehend it, bearing the name “Al Hamd”, which is translated from Arabic as “The Opening One”, consists of seven ayats, as the Revelations of the Almighty are called here. “We have given you seven frequently recited verses and the reading (!) of the Great Quran” (18:77), this is what this Holy Book says.

For pilgrims who go to Hajj every year, the Aero Majlis invites all partner airlines to land their planes at a special seventh terminal, which will allow the flow of pilgrims to in no way intersect with passengers of other religions. Terminal No. 7, as well as any other terminal operating at full capacity, should have a capacity of up to thirty million passengers per year who, in addition to the pilgrimage to Mecca, also want to see the Muslim shrines of the United Arab Emirates.

The cargo terminal of this airport is designed to serve all cargo operations, having an impeccable and most precise organization of the cargo handling system throughout the world. The airport terminal building as a whole, in terms of the total area of premises, can take first place in the list of the largest buildings and structures in the whole world. As its configuration is rethought in the future according to the growth of passenger traffic needs, as well as possible changes in global standards of its service, this building may become even larger. Since, as already mentioned above, for its extensive development, quite significant prospects are initially created and areas are provided that are used for another purpose until such a need arises. With the emergence of the need for additional space for the airport complex, the catering enterprises belonging to it are completely painlessly moved to free territories, and new functional divisions of the airport appear in their place.

However, the Aero Majlis considers it its duty to provide not only for the extensive development of the airport, but also for the redistribution of the areas of the terminal building and separately located ground services according to the updated list of needs of passengers and staff. For example, in the future, during pandemics, the number of passengers may significantly decrease, as well as in the event of hostilities in regions of the world with which Dubai Airport has regular connections.

In this case, short-term or long-term changes in the functionality of various structural divisions of the airport become possible. In individual terminals, given their high and versatile equipment, as well as compliance with the highest sanitary and hygienic requirements, fire and anti-terrorist safety requirements, etc., temporary hospitals can be set up for victims of pandemics or wars.

In addition, centers for professional training and retraining of junior and mid-level medical workers from among volunteers can also be temporarily deployed here



if the existing staff of hospitals and clinics turns out to be insufficient to cope with the constantly worsening epidemiological situation in the world. Medical teams trained here can directly from this airport, as a gesture of goodwill, go to help residents of friendly powers who, for one reason or another, are not yet able to quickly, highly qualifiedly and within an acceptable time frame solve the problems facing them in improving the health of their population.

At the same time, if necessary, in terminals that are vacated due to the lack of flights to warring countries, peacekeeping brigades can be trained to support law and order and security on the territory of friendly powers by volunteers from the United Arab Emirates and other countries expressing sympathy for the victims of military conflicts.

The significant size of each such terminal makes it possible to recreate with sufficient accuracy the conditions in which local acts of assistance can be carried out to countries suffering a humanitarian catastrophe and capable of maintaining their sovereignty with support from the UAE and other friendly states.

Also important is the ability to use suddenly empty passenger terminals as additional cargo terminals intended for completing shipments of humanitarian aid to citizens of countries suffering from the consequences of pandemics, military operations, natural disasters, crop failures, etc.

To this end, in freed passenger terminals, production facilities suitable for rapid dismantling can be urgently assembled, designed for careful handling of cargo, their correct sorting at destination and the order of dispatch to the addressee, as well as maintaining the entire set of control standards for cargo leaving the airport.

On the contrary, if the terminals operate with full direct efficiency in normal mode, and at this time another world-class event is taking place in the UAE, the sharply increased volume of passenger traffic can lead to certain difficulties in the timely service of each flight and its forced delay for this reason. To prevent the occurrence of such disruptions to the airport's operating regime, it is proposed to strengthen in advance the most critical areas in terms of overload in passenger traffic. In our opinion, this should be done through the attraction and timely training of volunteers from among UAE citizens and foreign employees of companies who express their willingness to temporarily release a certain number of their employees from performing their main job duties to provide support to the airport in receiving passengers. To do this, employees of various airport services responsible for this training go to enterprises and organizations, carry out the necessary explanatory work among employees there, appropriate trainings, and at the final stage of preparation, teams of volunteers arrive at the airport before the start of an event of global significance. Here they learn to navigate the terrain, operate equipment and devices that could not, for one reason or another, be made available to them during volunteer training, pass exams and are enrolled in a volunteer detachment at the location where they need support from them [1].

In turn, the Dubai police and paramilitary units also conduct retraining courses to participate in high-quality enhanced security of such a strategic facility, which is the airport. This allows traditional airport security to continue working as usual even during special public events in the country. In general, taking into account the special tourist

appeal of the UAE and specifically Dubai almost throughout the world, it seems possible to say with confidence that the Aero Majlis will be able to make high-quality and far-sighted decisions in each such case. They will allow the airport staff to meet and conduct even the largest flows of guests and participants in mass events in the UAE with honor and dignity.

In technical terms, the increase in the load on the airport in terms of passenger traffic and higher than traditional flight intensity, high-speed basalt taxiways, which are also called high-speed taxiways, which can allow each new aircraft to quickly clear the runway, will help cope with the situation. landing strip at high speed. This will ensure the smooth landing of the next aircraft, which will require a relatively short period of time [2].

If in the coming decades, world interest in Dubai and the UAE as a whole continues to increase, there will be a gradual intensification of the development of this airport, where construction and upgrades will not stop literally for a minute. However, even at the same time, all rules for passenger service will continue to be observed throughout the entire airport, and being at the airport under any circumstances will allow each passenger to be in a zone of mental and physical comfort all this time.

Essentially, this is what ultimately boils down to the main tasks of the functioning of such a well-coordinated, highly qualified team, which should be called the “Aero Majlis”. If its work is successful over a long period of time, training may be organized to disseminate the experience of similar public councils to other leading airports in the world. From our point of view, this should happen with the consistent delegation of representatives of the Dubai Airport Aero Majlis to other airports to organize their activities according to the proven algorithms of the work of this public council [3].

It is quite possible that in the future the work of the Aero Majlis will become a model for organizing the most highly qualified, well-coordinated team at every airport in the world, which will require constant visits of their representatives to the Dubai airport, in addition to the fact that representatives of carrier companies whose flights also land will continue to work at the Aero Majlis at other partner airports around the world. In this case, it will become possible for the emergence of an integral, harmonious system of professional training for work in the air mejlis of each airport that has chosen a similar model for managing its business as the most acceptable option for further existence and maximum successful development.

This will allow the very fact of the existence of the airport to impart branding characteristics to this airport and help raise the standards of passenger service around the world to a qualitatively new level.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латышева П. А.* Ключевые креативные индустрии в развитии Дубая / П. А. Латышева, О. Ю. Латышев, М. Луизетто // Культурные индустрии в пространстве открытого города: материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 24–25 ноября 2022 года / Екатеринбургская академия современного искусства. Екатеринбург, 2022. С. 541-547. – EDN KETRKH.

2. *Латышев О. Ю.* Влияние деятельности современных российских архитекторов и дизайнеров на облик Дубая / О. Ю. Латышев, М. Э. Радаэлли, М. Луизет-то, Н. Дж. Х. Альмухтар, Г. Р. Машори // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 336-341. 369 с. – ISBN 978-5-248-01065-3.

3. *Латышев О. Ю.* Влияние российских изобретений на развитие евроазиатских стран / О. Ю. Латышев, М. Луизетто, Дж. Тарро, П. А. Латышева, А. Х. Фархан // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 134-140. 369 с. – ISBN 978-5-248-01065-3.

**УДК 656.7.022.1, 656.71**

**РАБОТЫ ПО ПОСТРОЙКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КРУПНЕЙШЕГО  
АЭРОПОРТА МИРА «ШЕЙХ САИД БИН МАКТУМ БИН ХАШЕР  
АЛЬ МАКТУМ» ПО ПРОГРАММЕ «ДУБАЙ-2040»**

Латышев О. Ю., п.д.н., к. филол. н., действительный член МАС, МАЕ, ЕАЕ,  
ISA, МОО АД ЮТК, член-корр. МАПН, профессор университета «Сайпресс»,  
США,

профессор РАЕ, президент Международной Мариинской академии  
имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Латышева П. А., исполнительный директор Международной Мариинской  
академии имени М.Д. Шаповаленко

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Москва)*

Тарро Джулио, д.м.н., президент Фонда исследований рака T&L de Beaumont  
Bonelli, Неаполь, Италия, руководитель центра вирусологии и академик  
Международной Мариинской академии им. М.Д. Шаповаленко.

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(г. Неаполь, Италия)*

Фархан Ахмад Хан, Профессор кафедры фармакологии Медицинского колледжа им. Джавахарлала Неру, Алигарх, Уттар-Прадеш, Индия

*Международная Мариинская академия  
имени М.Д. Шаповаленко  
(Алигарх, Уттар-Прадеш, Индия)*

**Аннотация.** В данной статье предлагается рассмотреть не освещенные в предыдущих четырех докладах коллектива Мариинской академии вопросы по проведению строительных и эксплуатационных работ, которые авторам представляется возможным реализовать в дубайском крупнейшем аэропорте мира «Шейх Саид бин Мактум бин Хашер Аль Мактум». Данный проект разрабатывает Международная Мариинская академия имени М.Д. Шаповаленко, чему уделяется внимание в данном исследовании. После всесторонней экспертизы данного проекта со стороны Смарт Меджлиса Шейха Дубая Мохаммеда бин Рашида Аль-Мактума, а также фонда будущего развития Дубая «Дубай Фьюче Фаундейшн», в случае успеха он может быть принят к реализации в Дубае относительно недалёкого будущего.

**Ключевые слова:** аэромеджлис, аэропорт, аэровокзал, авиаузел, терминал, конкурентоспособность.

**CONSTRUCTION AND OPERATION WORKS  
OF THE LARGEST AIRPORT IN THE WORLD  
"SHEIKH SAEED BIN MAKTOUM BIN HASHHER  
AL MAKTOUM" UNDER THE PROGRAM "DUBAI-2040"**

Latyshev O. Yu., Ph.D., D.Sc.h.c., full member of IAS, IANH, EANH, ISA, IACUTLL, corresponding member of IAPS, professor RANH, president of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Latysheva P. A., executive director of International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy named after M.D. Shapovalenko  
(Moscow)*

Tarro Giulio, MD, President of the T&L de Beaumont Bonelli Cancer Research Foundation, Naples, Italy, Head of the Virology Center and Academician of the International Mariinskaya Academy n.a. M.D. Shapovalenko.

*International Mariinskaya Academy  
named after M.D. Shapovalenko  
(Naples, Italy)*

Farhan Ahmad Khan, Professor, Department of Pharmacology, Medical College.  
Jawaharlal Nehru, Aligarh, Uttar Pradesh, India, and Academician of the  
International Mariinskaya Academy n.a. M.D. Shapovalenko

*International Mariinskaya Academy  
named after M.D. Shapovalenko  
(Aligarh, Uttar Pradesh, India)*

**Abstract.** This article proposes to consider issues related to construction and operational work that were not covered in the previous four reports by the Mariinsky Academy team, which the authors consider possible to implement at Dubai's largest airport in the world, Sheikh Saeed bin Maktoum bin Hasher Al Maktoum. This project is being developed by the International Mariinsky Academy named after M.D. Shapovalenko, what attention is paid to in this study. After a comprehensive examination of this project by the Smart Majlis of Sheikh of Dubai Mohammed bin Rashid Al Maktoum, as well as the Dubai Future Foundation, if successful, it can be accepted for implementation in Dubai in the relatively near future.

**Keywords:** Aeromajlis, airport, air terminal, air hub, terminal, competitiveness.

The authors of this study, as well as the entire pentaptych, the individual five parts-reports of which are interconnected according to an initially defined compositional and general thematic principle, understand that the report offered to the reader's attention should only conditionally be called final. Firstly, scientific research in this direction is still ongoing, which daily offers new constructive solutions in the field of preparation of design and estimate documentation, as well as innovative approaches to the implementation of the world's largest airport project.

Secondly, regardless of this research, there is a rapid development of technology throughout the world, which will radically change the vision in the field of aeronautics, aviation and the numerous ground-based structures that serve its interests. Thanks to this, many solutions will become less expensive, the speed of construction and its reliability will increase many times, and the operating life of the airport in Dubai will become significantly longer than the real need for such buildings and their accompanying infrastructure.

And finally, thirdly, the reaction of the world scientific community with numerous comments, wishes and suggestions will make it possible to present to the grateful reader at the next conference a qualitatively new vision of the issues raised in this pentaptych of articles. Nevertheless, even after the four previous works, it seems possible to polish certain aspects of solving some previously raised problems, as well as propose to illuminate a series of new ones. For example, all 18 terminals should be directly connected to a common transit area for all users of the terminal building so that passengers do not have to go through immigration control multiple times just because they want to visit a cafe or cinema in a neighboring terminal rather than in terminal where they will be served. We have already begun to touch on this issue earlier. Therefore, the possibility of unhindered movement of passengers between terminals, provided in advance, will significantly expand the range of goods and services offered to them in the terminal building, giving the opportunity to numerous services here to increase their own attractiveness and level of profitability.

Each terminal has its own cinema, which has an individual repertoire, which allows passengers to choose films at their own request from a fairly wide repertoire list, and watch an almost unlimited number of films if they have the time, means and desire for this.

Inside each terminal there should be laid out not only the kind of garden that was previously reported in connection with the description of the structure of the central atrium hall, but also a garden traditional for premises with a wide glazed surface of the walls and ceiling. In terms of the composition of trees and shrubs, it does not resemble any of the other seventeen gardens in other terminals. Each terminal would feature one of the world's largest series of plasma displays, which would provide each user with a full understanding of the wide, if not exhaustive, range of services available to them.

In order to sufficiently compensate for the "technological" impression created by the predominant materials in the construction of each terminal, such as steel and glass, walls of natural greenery organically complement the impression that gardens with numerous fountains, as well as floors in the terminal building, can give to visitors of the terminal building. natural natural tones. The roof of the terminal building, which is also the bottom of the world's largest infinity pool, must be constructed of organic glass or a material that is significantly more advanced at the time of construction. It is expected that such material will be widely available and more durable in the near future. This way, the roof could let in as much natural light as possible. The light, refracted in the water of the pool and acquiring unusual shades when passing through its thickness, will be moderately bright, which for a building built in an arid desert climate will best meet the initially set objectives of the designers. The figures of people swimming in the pool will be an absolutely fantastic sight for every user of the terminal building services if he has the time and energy to look up. In reality, floating people may appear to those looking at them from below to be literally flying, and in this case, without the help of aircraft. This will allow the infinity pool to add to the symbolism of the airport.

The departure terminal, along with the arrival terminal, should always be determined by the destination of the flight, based on the wind rose traditional for the area. If the wind direction at the time of arrival turns out to be unconventional and requires a prompt change of the runway to accept the flight, the number of the arrival terminal must be confirmed at least two hours before the arrival of the airliner so that sudden changes cannot cause any inconvenience to passengers .

In accordance with the concept of "Fast and Smooth Travel" (FAST), which is quickly and widely spreading throughout the cultural and civilized world, the terminal building will necessarily provide options for self-check-in, which can be quickly mastered by almost every passenger, or, in extreme cases, an accompanying passenger with disabled person.

In addition to this, automated baggage drop-off systems should be universally implemented in the airport terminal building, and along with this, also immigration clearance and boarding systems, if such independence does not contradict the passenger's ideas about the level of impeccable airport service. For passengers who are ready to take on the maximum degree of independence and engage in self-service in most functional areas of the terminal building, an incentive program for providing

bonus cards will be provided. Thanks to it, each most independent passenger will save his money, since he will actually independently perform part of the work of several airport employees at the same time. Such programs will allow passengers to significantly save time on interacting with airport employees, and in a large number of cases, also remove the language barrier. Also, the growing degree of independence of passengers will allow the airport administration to increasingly repurpose its employees from providing traditional services to passengers to providing fundamentally new services that passengers cannot yet use at their own discretion and absolutely independently.

The interior of each terminal should use items of cultural and historical heritage characteristic of the groups of countries from which passengers traditionally arrive at the terminal. This will help each passenger initially feel in familiar conditions, and make the atmosphere of his service more “homely”, as comfortable as possible.

Kindergartens and schools at the airport are designed both for the children of numerous employees of this enterprise, and for the children of passengers who fly to Dubai for official needs, and at the same time do not have the opportunity to leave their children at home in the care of family and friends. The educational cycle for such children can continue at both the preschool and school levels. At the same time, the issue of synchronizing the study of material at the airport school with the study of material at the child’s home school must be resolved. Which seems to many to be a rather difficult undertaking that requires coverage in separate articles, which our team of authors may appear in the foreseeable future.

In order to significantly reduce the size of landing fees, service charges and fees accepted at a given airport, the opportunities that open up for the airport due to its broadband passenger traffic are used. All purchases of office consumables, food, fuels and lubricants, medicines and many other substances required to serve passengers are carried out at large wholesale prices. At the same time, their distribution to passengers at retail outlets and service centers at the airport is carried out at retail prices, which do not need to be artificially inflated. Thanks to relatively low prices for goods and services, many passengers can choose this airport to fulfill their many needs, and on a regular basis. It is also possible to introduce bonus programs for passengers who decide to use the services of this airport again, and an additional reduction in the cost of service for anyone who wants to return here a third time, etc.

Each terminal, identical in size and design to all the other seventeen, will be designed to ensure efficient processing of diverse passenger requests for various forms of service and, at the same time, a sufficiently rapid turnaround of aircraft.

The terminal building, as has been discussed many times, has an exclusive infrastructure designed to provide every passenger with the maximum number of amenities, including fields for playing football, basketball, volleyball, golf, many other sports games, and the world's largest training center. In addition, passengers have access to a therapeutic gymnastics center, a physiotherapy department, rooms for classical, reflex-segmental and other numerous types of massage, healing mineral baths, etc.

All gates of this airport must serve not only the currently existing double-decker Airbus A380, but also provide for the possibility of further increasing the carrying

capacity of airliners and their ability to take on board an increasing number of passengers and an increase in the number of “decks”.

In each terminal, in order to maximize the speed of passenger service, it is planned to construct ten counters for individual security checks, 2 quarantine and biological control zones. The structure of each terminal should also include five stationary and fifteen mobile quarantine counters, one hundred passport control counters and ten security zones, which are intended for checking arriving passengers.

For each of the eighteen terminals, there are also twenty-five security zones, which are necessary for checking passengers before the departure of the airliner, two hundred check-in counters and one hundred and fifty passport control counters for departing passengers.

One of the features of each terminal, given the construction of the terminal building in the hottest, arid climate, is the so-called “cold floor” system. This will significantly reduce the load on existing air conditioning systems, since cold water pipes must be laid under the stone floor slabs without additional insulation.

The flight control tower rises above the roof of the airport terminal building, located in the center of the infinity pool, and is included in the Guinness Book of Records as the tallest in the world - five hundred meters. The terminal building’s own water treatment facilities are capable of processing up to three thousand cubic meters of water per day, which is subsequently redistributed to all airport air conditioning systems, and is also supplied for drip irrigation of winter gardens and lawns in front of the terminal building.

An additional source of cold water supply to the terminal building should be its direct and constant involvement in the implementation of our project, well known in the scientific literature under the working name “traveling iceberg”. As we have previously reported, numerous controversial proposals to tow icebergs for further processing off the coast of the Arabian Gulf in order to obtain drinking water from them require significant improvements. It seems more expedient to load on board airliners returning from flights to Australia, South Africa and the countries of the southern tip of South America, parts of icebergs that were initially lifted aboard the ship off the coast of Antarctica, pre-sawed off at special enterprises in these countries. The surface layers of iceberg fragments can provide water that requires significant processing due to their certain contamination, and is suitable mainly for technical purposes, of which there are quite a lot in the work of the world's largest airport. Deeper layers of the iceberg can be unloaded from aircraft into large containers located in the underground floors of the airport terminal building. During the process of gradual melting, these ice prisms will be able to cool the air, floors, and other parts of the terminal building. The melting water will be filtered and then filled into tanks for later use. At the same time, the natural ice of these blocks can be useful for medical purposes, the restaurant industry, etc.

When constructing an airport terminal building, it seems advisable to take advantage of the capabilities of another project we previously outlined, to which we gave the name “3D-printer-train”. Combining the functions of a 3D printer and a short but maneuverable train will significantly simplify the process of installing and dismantling industrial construction 3D printers. In addition, this will immediately lead



to a significant acceleration of the process of printing construction projects on the airport premises. Moreover, such a 3D printer can carry out its work on several objects located within the radius of the airport, alternately.

If the texture of the building mixture, which is used in the process of construction 3D printing, requires a certain time for hardening and shrinkage, and the 3D printer has not yet reached a state of “fatigue” of the structural elements of the materials included in its composition, then it can move to a new area of the airport for that period of time while hardening and shrinkage of the building mixture occurs in the previous section. In addition, he can move away from the constructed fragment of the construction site at a respectful distance until the gaps between the lattice structural elements he has built are completely filled with filler as desert sand. Unless the 3D printer is transported a significant distance, even minimal winds can lift desert sand into the air and clog the 3D printer's structural components, requiring significant time, effort, and material costs to restore it to working order. The rails on which the 3D printer will move will also have a 3D character, since first the 3D printer will have to rise above the section of the construction site it has built, move above it to free space, driving along the upper or perpendicular rails, depending on the configuration of the construction site airport. And then, returning to the starting position, move along the lower rails to the next area of work. When the initial construction project no longer requires the participation of a 3D printer, it will move to the next airport construction site, and will move in this way until it reaches a state of complete material and moral wear and tear of its structural elements, or until it has built everything. what needs to be built at this airport in this way. The “cars” of this composition will be containers with elements of building mixtures, since further improvement of the practice of 3D printing will involve the connection of such elements immediately before the moment of 3D printing. Otherwise, a chemical reaction will occur between the individual elements of the building mixtures, leading to their premature hardening inside the tank, and not on the plane of the building structure. This “3D railway train” should also include “concrete mixers”, since even individual elements of building mixtures will also be able to harden prematurely in difficult desert conditions. The rails that remain after the completion of 3D printing on the airport premises are not dismantled, but become elements of the “exoskeleton” of the terminal building, given that significant wind loads during desert sandstorms will continue to be a serious challenge for such a large building. Despite the fact that in Dubai, over time, desert sand can be preserved only as an element of ethnography in a desert landscape reserve, in the surrounding emirates, and even more so in other Arab countries, deserts will not only continue to exist, but their area may expand due to a sharp progressive climate warming [1]. Moreover, this can happen if the above-mentioned “iceberg-traveler” project is not quickly implemented, the indirect result of which will be some mitigation of the very hot arid climate of the UAE and neighboring countries. One of the serious scientific and inventive tasks for the implementation of this mobile “3D-printer-train” project should include the development of such construction mixtures, where, in order to avoid their premature hardening, a hardener or a chemical reaction catalyst can be added and evenly distributed on the eve of 3D printing , signifying timely hardening of the building mixture [2].

The general compositional structure of the pentptych of reports at the venerable conference dedicated to the centenary of Russian civil aviation requires the introduction of an extensive set of explanations, clarifications and the presentation of detailed models of the airport complex proposed for construction. However, many of them will require additional research, experiments, approvals within the international team of authors, as well as an invitation to participate in its work of new doctors of sciences, postdocs, and holders of other academic degrees. The composition of the authors should also expand in relation to the totality of areas of scientific specialization, since at the moment the coverage of socio-political, economic, medical, chemical, physical and many other scientific issues, one way or another related to the need for the flawless functioning of the world's largest airport, seems completely insufficient [3].

Summing up only intermediate results, since the airport construction strategy must be consistently deepened until the end of its construction, you should pay attention to the obvious shortcomings of each part of the pentptych brought to your attention, independently identified by the authors.

The prologue report should have clarified the height of each of the eighteen basalt runways above sea level, since as the climate warms there is still no guarantee that Dubai, especially its famous Downtown, will not be flooded by the waters of the Persian (Arab) Gulf . Therefore, not only the runways themselves, but also the key characteristics of the basement and first floors of the terminal building should be calculated based on the possibility of fairly rapid and inevitable climate changes.

Let's assume that the organic component of the airport project, which should be called the "traveling iceberg" project, begins to be implemented, and many Antarctic icebergs, instead of uncontrolled chaotic melting in the world's oceans, will be able to be processed in a timely manner in Dubai. However, it should be assumed that the production capacity of the UAE alone may not be enough to maintain the previous water level in the world's oceans, unless other countries of the world follow the example of this state in this regard and begin to transport and process iceberg fragments in their direct interests. Therefore, if the threat of flooding of at least part of the territory of Dubai continues, it is necessary to introduce an underwater segment between its underground and ground sectors into the design of the airport's ground services.

In addition, it is necessary to experimentally calculate the most acceptable angle at which the runways will be "tangentially" in relation to the terminal building in the event that untimely braking of at least one of the airliners arriving at the Dubai airport could cause significant physical damage to it . This angle must be calculated simultaneously for all eighteen basalt runways in such a way as to completely eliminate the possibility of intersection of at least two runways. This is all the more relevant because individual airports in the world currently need to be rebuilt for the sole reason that when an aircraft lands on one of its runways, none of the intersecting runways can be safely used at the same time as the first one.

In the second part of the pentptych of reports, it is proposed to consider the possibilities of servicing passenger traffic at Dubai, the largest airport in the world. However, by the time of its possible inclusion in the conference program, it becomes clear that amendments to the peculiarities of serving passengers according to their

religious affiliation have not yet been taken into account to a completely sufficient extent. Despite the fact that all terminals at this airport are structurally identical, the religious feelings of each airport user should be respected in such a way that he can experience psychological comfort throughout his entire stay at the airport. The same applies to issues of age, gender, race and nationality, political preferences, commitment to certain sports clubs, public associations, etc. One way or another, the operation of the terminal building must be designed in such a way that a passenger with any combination of the above and other preferences feels equally at home at the Dubai airport.

Refinement and even complete reworking of the entire set of technical and technological solutions set forth in the third part of the pentaptych may be required long before the project is implemented, since the emergence of any new revolutionary material, technology, problem-solving algorithm, etc. can qualitatively change the entire strategy of actions proposed by our team.

Assuming that we have found the most optimal ways to increase competitiveness through the functioning of the public council "Aeromejlis", which are reflected in the previous, fourth part of the pentaptych, its entire team of authors must also be aware of the fact that the work of such a self-government body will only be possible if that all airlines currently using the services of Dubai airports will express a desire to continue cooperation with the aviation administration of this venerable emirate and with the advent of a qualitatively new airport. In turn, this will become possible only if in the foreseeable future, separating the present moment in time from the moment of construction of the airport, it is possible to overcome the consequences of smog, which often makes it difficult for planes to land at Dubai airports. To do this, in the short term, it is necessary to transfer the maximum number of Dubai transport to electric traction, introduce finer filtration of waste from industrial enterprises of this emirate, up to the introduction of total closed cycles for the production of any product and the provision of any services, regardless of the breadth of their list.

The above allows us to conclude that the success of the project to create a new airport in Dubai will directly depend on the quality and timeliness of solving modern environmental and socio-economic issues. Their fast and highly qualified permitting will make Dubai Airport an excellent opportunity for the emergence of qualitatively new environmental and socio-political initiatives in this emirate.

Expressing hope for continued cooperation with the organizing committee of the venerable conference and its wonderful participants in the new seasons of its holding, the team of authors thanks for your attention to our scientific and social quests, and hopes to receive questions, wishes, comments and suggestions for the maximum correct implementation of the project proposed here.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латышева П. А.* Ключевые креативные индустрии в развитии Дубая / П. А. Латышева, О. Ю. Латышев, М. Луизетто // Культурные индустрии в пространстве открытого города: материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Екатеринбург, 24–25 ноября 2022 года / Екатеринбургская академия современного искусства. Екатеринбург, 2022. С. 541-547. – EDN KETRKH.

2. *Латышев О. Ю.* Влияние деятельности современных российских архитекторов и дизайнеров на облик Дубая / О. Ю. Латышев, М. Э. Радаэлли, М. Луизетто, Н. Дж. Х. Альмухтар, Г. Р. Машори // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 336-341. 369 с. ISBN 978-5-248-01065-3.

3. *Латышев О. Ю.* Влияние российских изобретений на развитие евроазиатских стран / О. Ю. Латышев, М. Луизетто, Дж. Тарро, П. А. Латышева, А. Х. Фархан // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество: материалы Пятой международной научно-практической конференции «Большая Евразия: национальные и цивилизационные аспекты развития и сотрудничества». Ч. 2. Ежегодник. Вып. 6. Ч. 2 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2023. С. 134-140. 369 с. – ISBN 978-5-248-01065-3.

УДК 656.7.025

## СПОСОБ ПРИВЛЕЧЕНИЯ НОВЫХ КЛИЕНТОВ К УСЛУГАМ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ

Максимов В. В.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные вопросы рынка грузовых перевозок и текущая ситуация данного рынка. Поднимаются вопросы логистических задач в грузовых перевозках по поиску и внедрению новых способов и методов по привлечению клиентов. Проводится сравнительный анализ логистических подходов к вопросам перевозки грузов в современных условиях российской экономики.

**Ключевые слова:** транспорт, логистика, реклама, экономика, грузоперевозки.

## WAYS TO ATTRACT NEW CLIENTS TO SERVICES OF TRANSPORT COMPANIES

Maksimov V. V.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article discusses current issues of the freight transportation market and the current situation of this market. Issues of logistics tasks in freight transportation are raised regarding the search and implementation of new ways and methods to attract customers. A comparative analysis of logistics approaches to the issues of cargo transportation in the modern conditions of the Russian economy is carried out.

**Keywords:** transport, logistics, advertising, economics, cargo transportation.

В статье затрагиваются актуальные вопросы привлечения клиентов транспортными компаниями. Решаются основные задачи по подбору различных средств и методов, необходимых для поиска клиентов.

На современном этапе развития рыночной экономики наблюдается рост интенсивности товарооборота и увеличение скорости движения товаров, в связи с чем возрастает роль логистики, как главного элемента в механизме перемещения ресурсов до конечного потребителя. Не так давно под перевозкой понимался исключительно сам процесс перемещения из точки А в точку Б. Но все изменилось. В эпоху глобализации ко всем услугам предъявляются требования комплексности и завершенности. На современном этапе грузоперевозок транспортная услуга исключает одну только перевозку грузов и пассажиров, в эту услугу сегодня входит и любая операция, которая не входит непосредственно в перевозочный процесс, но связана с его подготовкой и осуществлением. Анализ и обобщение научной литературы показывает, что логистика представляет собой инструмент менеджмента, который применяется для достижения оперативных, тактических и стратегических целей предприятия путем эффективного управления материальными, информационными, финансовыми и сервисными потоками [1].

С развитием логистической системы транспортные компании стали развивать спектр своих услуг, дополняя их услугами, предшествующими перевозке или завершающими её, освобождая потребителей от таких задач, как упаковывание, складирование и т.д. И именно правильное использование транспортной логистики позволяет предприятию рационально распоряжаться имеющимися у него ресурсами [2].

Возможности транспорта во многом определяют перспективы развития национальных экономик. Для их развития существует транспортная стратегия РФ, одной из целей которой является наращивание объема и скорости транзита грузов и продвижение мультимодальных логистических технологий. Опираясь на текущее положение, можно обозначить следующий курс развития транспортного комплекса Российской Федерации: а именно, в части обеспечения грузовых перевозок: увеличение скорости, надежности и большого количества услуг по выполнению грузовых перевозок, и в том числе создание условий для повышения и развития новых продуктов грузовых перевозок, обеспечивающих нужды грузовладельцев, соответствующих по уровню сервиса для различных категорий грузов; сокращение сроков доставки грузов, входящих в нормативы; в части развития технологий, включая цифровые: увеличение уровня технологического развития транспортного комплекса, в том числе уровня цифровизации пассажирских и грузовых перевозок, для снижения издержек, повышения надежности, безопасности инфраструктуры и транспортных средств, а также экологичности транспортного комплекса; развитие новых цифровых решений для обслуживания клиентов и их информационного обеспечения.

Непосредственными пользователями услуг грузового транспорта являются грузовладельцы, как физические, так и юридические лица, которые осуществляют разовые или регулярные отправки грузов по территории Российской Федерации. И уже сегодня, главным условием на рынке становятся условия доставки товара: в нужное время, в нужном месте, с хорошими

потребительскими характеристиками, в достаточном количестве. Ярким примером тому является «Контейнерный кризис». В начале 2020 года, во время пика эпидемии, в США, как в основном потребителе товаров из Азии, скопилось большое количество контейнеров из-за обеспечения мер безопасности. Спрос на импортные товары сохранялся и даже вырос в то время, как не было реальной возможности принять миллионы контейнеров. Как итог – грузы непрерывно направлялись из Азии в Америку, но обратно контейнеры не возвращались. Уже в августе в Китае началась нехватка контейнеров. Чтобы как-то уменьшить последствия кризиса, Китай стал доплачивать транспортным компаниям за ускоренную перевозку пустых контейнеров из Америки. Подобные действия привели к тому, что шиппинговые компании потеряли интерес к другим видам доставки товаров из Америки, так как выгода за перевозку пустых контейнеров была значительно больше. Принцип «в нужное время, в нужном месте» проявил себя как нельзя ярче.

Подобные ситуации выдвигают на первый план выбор оптимального способа доставки. В современном мире, где все процессы становятся все быстрее, транспортным компаниям необходимо уметь так же быстро реагировать на постоянно меняющиеся запросы и требования. Поэтому, транспортной компании для того, чтобы развиваться и оставаться конкурентоспособной, нужно эффективно организовывать свою деятельность и предлагать актуальные на сегодняшний день услуги.

Транспортная услуга является особым видом товара. Все участники транспортного процесса не могут накапливать и сохранять продукцию транспорта, так как она неотделима от самого транспортного процесса. Таким образом, транспортная услуга не может иметь материальную оболочку в отличие от любого другого товара.

Чтобы успешно реализовать транспортную услугу, как любую другую услугу, требуется её продвижение, которое имеет свои отличительные черты и особенности, т.к. должно воздействовать не только на целевую аудиторию, но и на потенциальных потребителей.

Привлечение клиентов к услугам транспортной компании является такой же важной составляющей, как и сама перевозка.

Для поиска новых клиентов мало размещать рекламу, поскольку это дорого и нецелесообразно. В настоящее время более эффективным становится анализ конкурентов, изучение их сильных и слабых сторон, методов работы и цен, а также изучение способов продвижения, которые они применяют. Исходя из этого, создаются свои собственные уникальные предложения, которые подчеркивают преимущества компании и выделяют ее среди прочих.

После создания уникального продукта необходимо составить продающееся коммерческое предложение. Для этого может использоваться метод заимствования из других сфер деятельности, интернета и СМИ, с дальнейшей адаптацией под свою нишу.

На рынке транспортных услуг выделяют несколько основных видов продвижения:

1. Одним из немаловажных является реклама.

Да, успех любого бизнеса зависит от рекламной деятельности, а её наполненность и степень воздействия зависят от опытности в продвижении.

В области грузоперевозок трудно угадать, когда, кому и на каком этапе понадобится такой вид услуги. Поэтому в рекламных предложениях используются данные, которые позволяют потребителю сравнивать между собой рекламные обращения разных коммерческих организаций. Как сказал Ф. Котлер, «реклама должна способствовать самостоятельному решению потребителя приобрести товар или услугу, а не заставлять его насильно совершить покупку». Транспортные компании на современном этапе развития маркетинговых технологий с помощью инструментов SEO-оптимизации могут существенно увеличить приток новых клиентов и способствовать корректной популяризации бренда. Для продвижения транспортной компании, которая работает в определенной нише рынка, процесс продвижения значительно облегчается. Крупным компаниям по грузоперевозкам необходимо использовать инструменты раскрутки в комплексе и продвигаться в условиях высокой конкуренции. Для получения доступа к новым клиентам важное внимание должно быть уделено грамотной структуре, дизайну и функционалу сайта и поисковой оптимизации. Остальные методы продвижения внедряются в качестве сопутствующих.

2. Следующим продвижением является стимулирование сбыта.

Естественно, стимулирование сбыта, в отличие от рекламы, является быстродействующим средством и побуждает потребителя к немедленному действию: приобрести услугу именно здесь и сейчас, а не в более позднее время. Различные средства стимулирования потребительского сбыта используют большинство организаций. Ежегодные расходы таких организаций оцениваются примерно в \$100 млрд и в последние годы очень быстро растут. Раньше соотношение расходов на рекламу и стимулирование сбыта было приблизительно 60:40. В настоящее время стимулирование сбыта, как правило, составляет 60 или 70% всех расходов на маркетинг. Стимулирование сбыта считается наиболее эффективным, если использовать одновременно рекламу и персональные продажи. В сфере грузовых перевозок, вероятнее всего, бывает достаточно действующих скидок за увеличение объема перевозок. Однако, надо иметь в виду, что в стимулировании сбыта необходимо соблюдать меру. Стимулирование сбыта совместно с рекламой образуют достаточно мощную комбинацию: реклама дает объяснения потребителю, почему ему следует купить тот или иной товар или услугу, а стимулирование побуждает его сделать это немедленно.

3. Важным продвижением является прямая продажа.

Чтобы организовать личные продажи, необходимо основываться на использовании двух основных подходов:

– Одним из первых является ориентация на продажи (метод агрессивных продаж, который предусматривает дискредитацию конкурентов, преувеличение достоинств собственных товаров и скидки за немедленную покупку);

– Следующим является ориентация на клиента (метод участия в решении проблем клиентов, выявление их нужд и предложение способов их удовлетворения).

Однозначно личные продажи наиболее эффективны при выявлении потенциальных клиентов, сбора информации о рынке и естественно позволяют более продуктивно осуществлять контакты с потребителями и как можно быстрее реагировать на любые изменения рыночной ситуации. Умение продавать грузоперевозки правильно – а это значит, с выгодой для перевозчика, что важно для него не в последнюю очередь. Любая сделка по продаже логистических услуг, несомненно, должна быть высокодоходной для компании исполнителя или продавца. Традиционно, индустрия грузовых авиаперевозок была сосредоточена на одном, относительно простом канале продаж своих грузовых емкостей – через экспедиторские компании, которые предлагали возможности авиаперевозчиков грузоотправителям. Авиакомпании продолжают пытаться изменить эту схему, выходя напрямую к грузоотправителю, авиаперевозчики хотят перейти от оптовых продаж к более розничной модели продаж, имея дело непосредственно с грузоотправителями. Стремясь добиться более высокой удельной доходности, авиакомпании уже отчасти меняют свою маркетинговую политику.

4. Ну и наконец, такой способ привлечения, как пропаганда.

Данный вид привлечения клиентов имеет следующие характерные качества:

1) полная достоверность (информационный материал считается потребителями более достоверным и правдоподобным по сравнению с рекламным объявлением);

2) огромный охват целевой аудитории (пропаганда может достичь большого количества потенциальных покупателей, которые, возможно, пытаются избегать контактов с продавцами и рекламой, потому что обращение к ним приходит в виде новости, а не в виде коммуникации торгового характера);

3) яркость и броскость (подобно рекламе, пропаганда обладает большими возможностями для эффектного и броского представления коммерческой организации или товаров и услуг).

Таким образом, пропаганда, очень тщательно спланированная и глубоко продуманная, может оказаться исключительно эффективной.

Огромный ассортимент услуг, которые предоставляются в рамках логистического сервиса, необыкновенно разнообразен и оказывает влияние на конкурентоспособность транспортной компании и величину издержек. И характерной особенностью является то, что все услуги носят системный характер. И поэтому, транспортной компании необходимо наиболее точно определить стратегию в области логистического обслуживания потребителей. Основной идеей продвижения транспортных услуг на рынке перевозок остается развитие бизнеса в условиях конкуренции, удержание наиболее выгодных для компании позиций на рынке транспортных услуг [3].

На современном этапе успешное развитие транспортного рынка услуг и повышение его конкурентоспособности возможно только при выполнении



условий, при которых высокий уровень предложения высококачественных транспортных услуг превышает уровень потребительского спроса на эти услуги. При всем при этом появляется необходимость обеспечения публичности и информационной открытости рынка по ценам и качеству услуг. Эти мероприятия позволяют обеспечить потребителям возможность свободного выбора транспортных услуг, заставят работать механизм «цена-качество» и естественно, сделают и цену, и качество предметом конкуренции. Таким образом, данный механизм способствует процессу самокупаемости транспортных предприятий, так как направлен на постоянное повышение их эффективности.

Согласно Концепции национальной политики России в области качества продукции и услуг, основной задачей российской экономики в XXI в. является увеличение конкурентоспособности за счет роста качества. В связи с этим основной целью отечественных транспортно-экспедиционных компаний на современном этапе должно стать привлечение дополнительного объема перевозок за счет предоставления наиболее качественных услуг, комплексного обслуживания, ускорения доставки грузов с освобождением грузовладельцев от огромного числа операций по сдаче и приему грузов к перевозке, оформлению перевозочной документации и других операций по организации перевозки. При этом экспедиторы должны соблюдать как интересы клиентов, так и владельцев транспорта. Эффективный подход к процессу управления качеством предоставляемых услуг служит основой организации работы логистических центров, включающих в себя и транспортно-экспедиционные услуги [4]. Таким образом, современные тенденции на рынке ТЭО обуславливают необходимость принятия мер по повышению качества услуг отечественных транспортно-экспедиционных организаций для привлечения новых клиентов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Квашина О. Н.* Специфика управления логистическими процессами в современной производственной системе / О. Н. Квашина // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 1-1(55). С. 26-29. – DOI 10.23670/IRJ.2017.55.189. – EDN XQUUPF.
2. *Ходоскина О. А.* Роль транспортной логистики в деятельности промышленного предприятия / О. А. Ходоскина, В. Д. Анасович, А. И. Хилькевич // Наука та прогрес транспорту. 2019. № 2(80). С. 49-59. – DOI 10.15802/stp2019/164942. – EDN XYPNWV.
3. *Цалко Т. В.* Проблема использования маркетинговых инноваций в продвижении транспортных услуг / Т. В. Цалко // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2022. Т. 11, № 2. С. 99-107. – DOI 10.24412/2225-8264-2022-2-99-107. – EDN ZMIIKQ.
4. *Власова Н. В.* Прогнозные значения обращений по наиболее прогрессивным каналам привлечения клиентов с учетом влияния транспортного рынка / Н. В. Власова, В. А. Оленцевич, Н. П. Асташков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2021. № 4(72). С. 169-178. – DOI 10.26731/1813-9108.2021.4(72).169-178. – EDN LMCHUL.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. ИНТЕРЕСЫ РАБОТОДАТЕЛЕЙ

Максимова И. А.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(Иркутск)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы профессионального образования, тесно связанные с практическими навыками, которые обучающиеся должны получить в процессе обучения. Производственные практики дают возможность получить такие навыки и умения. Сложность в организации подобного рода практик сегодня является вопросом актуальным, но решаемым. До настоящего времени в Иркутском филиале МГТУ ГА очень сложно решались вопросы организации производственной практики обучающихся. Не было возможности провести практики более, чем на одном предприятии, а на этом предприятии не было возможности предложить практикантам больше производственных объектов. Не было заинтересованности со стороны работодателей. Сложившиеся современные условия в гражданской авиации, закрытие некоторых аэропортов по вполне объективным причинам и непомерная нагрузка на другие аэропорты позволили частично решить вышеуказанные проблемы. В настоящее время организация производственной практики для Иркутского филиала стала вполне решаемым вопросом. Увеличение объема перевозок позволило Иркутскому аэропорту по-новому, как на специалистов, взглянуть на обучающихся филиала, и привлечь их к работе, как специалистов. Данный подход помог решить аэропорту кадровый вопрос, а выпускникам филиала получить бесценный опыт работы.

**Ключевые слова:** производственная практика, профессиональное образование, образовательная программа, производственные обязанности, практическая подготовка, трудоустройство.

## RESEARCH OF CURRENT PROBLEMS OF PROFESSIONAL EDUCATION. INTERESTS OF EMPLOYERS

Maksimova I. A.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article discusses issues of professional education that are closely related to the practical skills that students must acquire during their education. Industrial internships provide an opportunity to acquire such skills. The complexity of organizing such practices today is a topical issue, but can be solved. Until now, the Irkutsk branch had a very difficult time in resolving issues related to students' practical training. It was not possible to conduct an internship at more than one enterprise. And this enterprise was not able to offer students more production facilities. There was no interest from employers. The current conditions in civil aviation, the closure of some airports and the excessive load on other airports, make it possible to partially solve our problems. Currently, organizing industrial practice for the Irkutsk branch has become a completely solvable problem. The increase in traffic volume at Irkutsk airport attracts our college students and specialists in a new way and also attracts them as future specialists. This approach helped to resolve the staff issue at the airport, and our graduates gained valuable work experience.

**Keywords:** industrial practice, vocational education, educational program, work responsibilities, practical training, employment.

Процесс модернизации системы профессионального образования является сегодня одним из необходимых условий развития мощного экономического государства. Руководство нашей страны в настоящее время проявляет особое внимание к поиску процессов взаимодействия образовательных организаций с различными хозяйствующими субъектами [1].

На современном этапе российское общество видит в системе профессионального образования совершенно новые задачи. На данном этапе результатами освоения основной образовательной программы являются приобретаемые выпускниками компетенции, т.е. готовность выполнять производственную деятельность на основе полученных знаний, умений, навыков для решения задач, общих для разных видов деятельности.

Опираясь на различные исследования, можно с уверенностью говорить, что в процессе учебной подготовки молодых специалистов основную роль играют практические навыки, приобретаемые в процессе обучения. В большом количестве и многообразии изучаемых дисциплин обязательно необходимо, чтобы будущие специалисты получали практический опыт, который впоследствии можно было применить в профессиональной деятельности. Чтобы достичь данной цели, в учебный процесс внедрена производственная практика обучающихся. Данный вид практики является важным этапом в подготовке молодых специалистов. Основными целями производственной практики являются:

- закрепление теоретических знаний;
- возможность приобретения профессионального опыта в своей деятельности путём личного участия в работе;
- развитие социально-личностных компетенций, необходимых для выполнения работы в профессиональной сфере [2].

В процессе прохождения производственной практики перед обучающимися стоят следующие задачи: показать на практике применение знаний, полученных на лекциях; проявить способности в решении профессиональных задач, соответствующих видам профессиональной деятельности; получить опыт в выбранной профессиональной деятельности.

Исходя из сказанного, производственная практика является составной частью основной образовательной программы среднего профессионального образования и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся на базах практики (авиационных предприятиях, аэропортах, авиакомпаниях).

Производственная практика для средне-специальных учебных учреждений – это уникальная возможность объединить теоретические знания с формированием практических профессиональных навыков у обучающихся для наиболее легкого выхода их на рынок труда, а также возможность получить обратную связь о качестве обучения от организаций и компаний, которые принимали обучающихся на практику. Полученные результаты на производственной практике – своеобразный барометр соответствия выпускников современным требованиям рынка труда. Для этого очень важно

для обучающихся уже с первого курса колледжа поставить правильно будущие цели их карьерного развития и роста.

Анализ условий проведения производственных практик в системе среднего профессионального образования и анализ показателей получения практического обучения в современных образовательных организациях СПО требуют повышения роли производственной практики в подготовке специалистов, т.к. это является одной из основных задач среднего профессионального образования, а именно усиление его практической составляющей.

Как уже было сказано, производственная практика для обучающихся СПО всегда являлась важнейшей составной частью основной образовательной программы. В настоящее время актуальность производственной практики возросла еще больше. И это возрастание заключается как в формировании готовности выпускников к выполнению непосредственной профессиональной деятельности на предприятиях и их скорейшей адаптации к реальным производственным условиям, но и формированию профессионально важных качеств личности специалиста, которое невозможно без тесной связи образовательной организации с работодателями, без создания ими педагогических условий для успешной реализации программы производственной практики на предприятии.

Производственная практика организуется и проводится в соответствии с рабочей программой, в которой определен основной перечень вопросов, необходимых для выполнения производственных заданий на предприятиях, сторонних учреждениях, организациях, или в структурных подразделениях университета, обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Производственная практика в учреждениях, организациях, на предприятиях осуществляется на основе договоров между университетом и соответствующими структурами этих предприятий о прохождении практики обучающимися [2]. В период прохождения производственной практики, на предприятии обучающиеся выполняют производственные задания, выдаваемые руководителем практики, заполняют дневник и собирают материал для отчета. Производственное предприятие, предоставляющее место практики, назначает руководителя практики из числа своих работников, обладающих необходимой квалификацией.

Контроль знаний, умений и навыков по окончании производственной практики осуществляется в виде дифференцированного зачета. Далее, после проведения зачета проверяется дневник практики, письменный отчет и осуществляется защита индивидуального задания. Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса на соответствующий учебный год.

Очень часто образовательные организации СПО сталкиваются со сложностями в организации производственной практики на предприятиях [3]. К сожалению, все это сказывается на качестве профессиональной подготовки специалистов со средним техническим образованием, конкурентоспособности

выпускников на рынке трудовых ресурсов, их профессиональной мобильности и социальной защищенности. Производственная практика должна проводиться в организациях, способных обеспечить квалифицированное руководство практикой.

Из имеющегося опыта руководства организацией производственных практик обучающихся и проведенного анализа результатов удалось выявить ряд проблем, имеющих в данном вопросе:

1. Очень сложно найти места для прохождения практики, т.к. большинство руководителей предприятий крайне неохотно выделяют работников для проведения практики с обучающимися.

2. На многих режимных предприятиях нет возможности выдать в полном объеме информацию и документацию о деятельности предприятия, ссылаясь на коммерческую тайну. Действительно, в соответствии с законодательством, документы по безопасности представляют собой коммерческую тайну.

3. Обучающимся очень сложно работать в трудовом коллективе, взаимодействовать с руководством и работниками служб, отстаивать свои интересы и потребности в виду отсутствия производственного опыта.

4. В виду огромной загруженности работников на современном авиационном предприятии, высокого темпа и сложности работ возникают ситуации, когда руководители практик со стороны предприятия просто физически не могут уделить достаточного внимания и времени практикантам.

5. Слабая юридическая проработанность договорных отношений между образовательной организацией и работодателями [4, 5].

Данный список проблем можно было бы продолжить, но далеко не все так безнадежно. Жизнь постоянно вносит свои коррективы, меняются программы обучения и программы производственных практик, раскрываются новые перспективы образовательного процесса.

В Иркутском филиале МГТУ ГА готовят специалистов по организации сервиса на воздушном транспорте. Производственная практика для будущих специалистов очень важна. Еще не так давно организация прохождения производственной практики для выпускников филиала была достаточно сложным процессом. Иркутский аэропорт неохотно принимал на практику обучающихся, ссылаясь на большую загруженность персонала, недостаток площадей для проведения теоретической части подготовки выпускников, невозможность задействовать обучающихся на производственных местах, входящих в программу производственной практики, и многое другое. Все эти обстоятельства значительно мешали получению положительных результатов от прохождения практики.

Однако, положительные примеры были и существуют в настоящее время. Так, в международном аэропорту Пулково разработана целая программа по работе с практикантами «Взлетная полоса», являющаяся уникальной возможностью посмотреть, как работает аэропорт изнутри, получить практические навыки и бесценный опыт. Программа включает в себя участие 25 подразделений аэропорта, способных и желающих принять более 300

практикантов в год. Практикантам предлагается гибкий график прохождения практики (по согласованию с руководителем), предлагается выбор места стажировки, а это не только аэропорт, но и представительства авиакомпаний, бизнес центры и многие другие площадки. Естественно, аэропорт имеет партнеров – учебные заведения, осуществляющие программу обучения по авиационным специальностям, а также готов принять практикантов из других регионов.

Еще одним положительным примером может служить Международный аэропорт Алматы, заключивший договор с авиационным колледжем при Академии гражданской авиации в Алматы и предоставляющий места для прохождения практики в службах ИАС, СОПП и СОГП. Работники данных служб самостоятельно разрабатывают программы стажировки, назначают руководителей практики из числа опытных работников, желающих делиться своим опытом и знаниями с молодежью.

Буквально, каких-то пару лет назад вопрос прохождения производственной практики стоял очень остро для нашего учебного заведения. Ежегодно выпуская порядка 100 специалистов, для руководства было проблемой организовать практику, соответствующую всем требованиям рабочей программы. Иркутский аэропорт не мог или не хотел решать проблемы филиала, постоянно ссылаясь на неудобное время проведения практик (весна – начало работы аэропорта в весенне-летний период, что влечет за собой увеличение рейсов, но не персонала), отсутствие свободного времени у работников, отсутствие четкого понимания целей и задач производственной практики. С целью повышения эффективности производственных практик пришлось пересмотреть подход к организации практик, расширению географии проведения практик, а также увеличению и разнообразию мест проведения практик, не ограничиваясь только одним Иркутским аэропортом.

Сегодня уже положено начало новому этапу в организации производственной практики, в котором основная роль отведена самостоятельному поиску и взаимодействию с аэропортами, предлагая им для прохождения практики обучающихся филиала. Многие аэропорты с удовольствием отвечают согласием, но опять приходится сталкиваться с непреодолимыми препятствиями. Не многие обучающиеся в состоянии оплатить проезд и проживание, хотя желание поехать и поработать есть у многих. Поэтому, из 100 выпускников больше 80 остаются в Иркутске и естественно пойдут на практику в аэропорт.

Однако, огромную помощь в проведении производственной практики оказал международный аэропорт Сочи. Вот уже второй год подряд, в рамках проведения практики, аэропорт трудоустраивает обучающихся, причем официально, что подразумевает обучение, сдачу экзаменов и выдачу сертификатов, допускающих до выполнения производственных обязанностей на объектах транспортной инфраструктуры.

Нельзя не сказать и про Иркутский аэропорт. В этом году, испытывая затруднения в кадрах, руководство аэропорта обратилось с предложением о

проведении производственной практики для обучающихся. Таким образом, проблема проведения производственной практики, существующая до этого времени, стала менее актуальной.

И опять возвращаясь к проблеме заинтересованности работодателей в предоставлении рабочих мест для прохождения производственной практики выпускниками. Заметьте, рабочих мест (как это делает САБ аэропорта), а не экскурсий. Как заинтересовать работодателей? Как сделать, чтобы в аэропорту проявили неподдельный интерес к выпускникам, а вернее сказать к специалистам? Может необходимо заинтересовать и работников аэропорта?

Например, кроме оплаты руководителю практики на производстве предусмотреть совместную разработку программы производственной практики, в которой будут отражены реальные вопросы, необходимые для получения достоверных практических навыков.

Или, в течение обучения, работнику аэропорта провести несколько семинарских занятий или «круглых столов» с обучающимися, темой которых должна обязательно быть практическая составляющая, дающая более полное представление о предмете будущей практики.

Проводить экскурсии на производстве, заранее знакомя обучающихся с производственным процессом, с коллективом работников, будущими производственными местами.

И это только малая часть предложений, но, кажется, вполне осуществимая. Таким образом, только совместные мероприятия помогут решить эти проблемы, и только заинтересованность аэропорта сможет, хотя бы частично, проблему превратить во вполне решаемые обстоятельства. А возможность расширить географию производственных практик, найти поддержку у руководства университета, позволит обучающимся почувствовать себя будущими полноценными специалистами.

Не секрет, что отсутствие производственных навыков является препятствием в дальнейшем трудоустройстве выпускников. Любому предприятию нужен работник, который может приступить к выполнению своих обязанностей сразу, не затрачивая времени на его обучение или переобучение. Это возможно решить, если системно и заинтересованно подходить к организации производственной практики. К такому взаимодействию сегодня готовы образовательные организации. Данный системный подход позволит выпускникам адаптироваться к условиям рынка труда и успешно трудоустроиваться. Отзывы работодателей о хорошей теоретической подготовке выпускников говорят сами за себя: только в этом году выпускники Иркутского филиала трудоустроились по специальности в авиакомпанию S7 Airlines; в авиакомпанию «Аэрофлот – российские авиалинии»; в службы пассажирских перевозок и авиационной безопасности аэропорта Иркутск; в авиакомпанию «ИрАэро».

Таким образом, проблема практической подготовки высококвалифицированных специалистов среднего звена в средних специальных профессиональных учебных заведениях – колледжах – относится к числу весьма актуальных. В системе профессионального образования в

настоящее время происходит изменение государственной политики. Идет поиск форм и методов повышения качества образования. Возрастает роль инновационных и экспериментальных методов обучения, направленных на развитие творческих способностей личности, повышения ее активности, приспособляемости и адаптируемости к новым условиям.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков В. И. Цели и задачи системы профессиональной подготовки кадров на современном этапе / В. И. Волков // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2015. Т. 25, № 1. С. 20-29. – EDN TMLMKZ.
2. Платонова А. А. Взаимодействие рынка труда и рынка образовательных услуг: проблемы и направления / А. А. Платонова, Т. А. Рудзитис // Решетневские чтения. 2017. №21-2. С. 570-571/
3. Михайличенко Ж. В. Роль производственной практики (по профилю специальности) в профессиональном становлении техника-программиста // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : Материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 23–25 января 2019 года. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. С. 5046-5048. – EDN YZBPVB.
4. Кехян М. Г. Востребованность выпускников высших учебных заведений на региональном рынке труда // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2014. № 4(53). С. 46-49. – EDN THAPSZ.
5. Лазарев В. Н. Взаимодействие рынка образовательных услуг и рынка труда: проблемы и перспективы / В. Н. Лазарев, Е. В. Пирогова, М. В. Заболотникова // Вестник УлГТУ. 2018. №1 (81). С. 74-76.

УДК 338.47

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Кузьмина Л. В.  
Меринская Е. Е.

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

**Аннотация.** В статье рассматривается динамика уровня материального ущерба для национальной экономики и природоохранной деятельности, который обусловлен различными причинами, представлен анализ структуры причин ущерба для бюджета страны. В работе проведен сравнительный анализ применения вертолетов и беспилотных воздушных судов с точки зрения топливной эффективности.

**Ключевые слова:** беспилотное воздушное судно, материальный ущерб, лесные пожары, авиация, топливные расходы.



# ECONOMIC ASSESSMENT OF THE USE OF UNMANNED AIRCRAFT IN FOREST FIRES MONITORING

Kuzmina L. V.  
Merinskaya E. E.

*Saint-Petersburg State University of Civil Aviation named in honor of Air Chief Marshal A.A. Novikov  
(Saint-Petersburg)*

**Abstract.** The article examines the dynamics of the level of material damage to the national economy and environmental protection activities, which is caused by various reasons, and presents an analysis of the structure of the causes of damage to the budget of our country. This issue presents a comparative analysis of the use of helicopters and unmanned aircraft in terms of fuel efficiency.

**Keywords:** unmanned aircraft, material damage, forest fires, aviation, fuel costs.

Охрана лесов от пожаров является острой проблемой как для лесного хозяйства, так и для бюджета Российской Федерации. Среднегодовой ущерб от лесных пожаров составляет больше 1,26 млрд руб., поэтому необходимо привлекать беспилотные воздушные суда к мониторингу по предотвращению лесных пожаров и, как следствие, минимизировать финансовый ущерб, что подтверждает актуальность представленного исследования.

Целью статьи является экономическая оценка применения беспилотных воздушных судов при мониторинге лесных пожаров. В работе авторы решают следующие задачи: проанализировать динамику и структуру статистических данных по материальному ущербу от природных чрезвычайных ситуаций, в том числе лесных пожаров; определить проблемы использования самолетов и вертолетов МЧС при авиационном патрулировании (мониторинге); произвести и сравнить расчеты себестоимости использования вертолета ВК 117 С-1 и беспилотного летательного аппарата *Inspire* и сделать соответствующие выводы.

Статистика материального ущерба от лесных пожаров за 2015-2021 годы представлена на рисунке 1 [1].

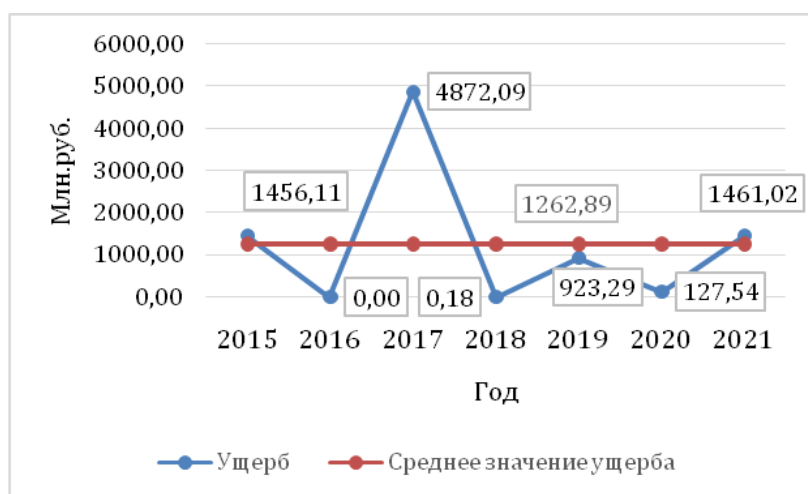


Рисунок 1 – Динамика материального ущерба от пожаров за период 2015-2021 г.

Из рисунка 1 видно, что самый высокий материальный ущерб от лесных пожаров был получен в 2017 году, вследствие жаркой погоды и дефицита осадков, а также теплой и малоснежной зимы в отдельных регионах России. В 2016 году несмотря на два крупных лесных пожара был принесен незначительный материальный ущерб для государства. Также наблюдается ярко выраженное увеличение материального ущерба (в 11 раз) в 2020–2021 годы.

Для наглядности рассчитаем примерный материальный ущерб от одного пожара в 2020 и 2021 годах, который высчитывается как отношение общего числа материального ущерба к количеству пожаров, соответственно:

за 2020 год –  $127,54 / 25 = 5,1$  млн руб.;

за 2021 год  $1461,02 / 24 = 60,9$  млн руб.

В 2021 доля материального ущерба от лесных пожаров составила 3,28% от всех природных ЧС и увеличилась в 3 раза по сравнению с 2020 годом – 1,03%. Структура природных ЧС за 2020 и 2021 представлена на рисунках 2 и 3.

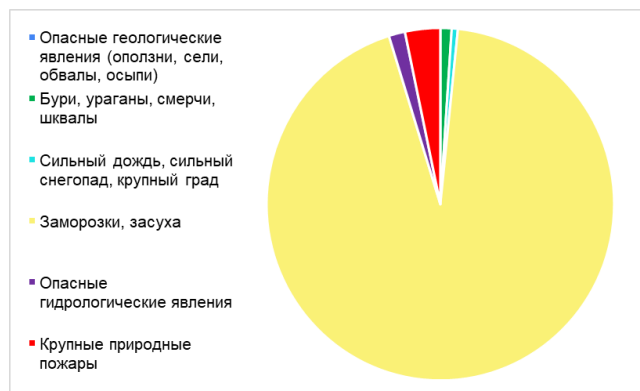


Рисунок 2 – Структура природных ЧС за 2021 г.

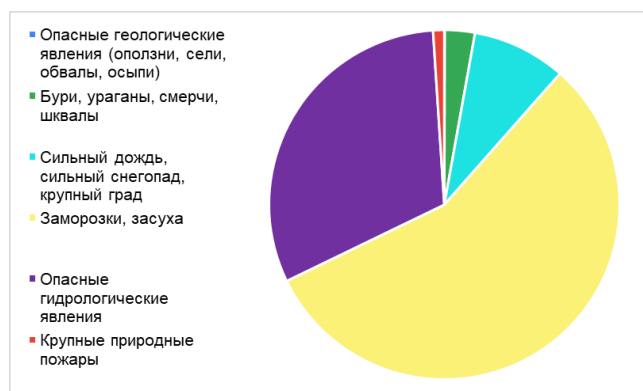


Рисунок 3 – Структура природных ЧС за 2020 г.

Самый крупный материальный ущерб за 2020 и 2021 годы приносят заморозки и засуха и составляют 56,31% и 93,6% соответственно. Увеличению доли крупных пожаров от всего количества природных ЧС способствует засуха.

Для тушения лесных пожаров, проведения авиационной разведки пожароопасных участков местности активно используется авиация МЧС. По состоянию на 2022 г. на оснащении авиации МЧС России состоит 84

воздушных судна, из них 23 самолёта и 61 вертолёт [2]. Один из подходов к раннему выявлению лесных и степных пожаров – их мониторинг, в том числе с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [3, с. 7]. БПЛА на данный момент, в авиационной среде входят в число самых перспективных видов техники. Они активно используются в МЧС и других ведомствах, а также находят своё применение в гражданском коммерческом секторе [4]. Также для проведения авиационного патрулирования местности используются беспилотные воздушные суда.

Беспилотное воздушное судно (БВС) – воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот) (п. 5 введен Федеральным законом от 30.12.2015 г. № 462-ФЗ; в ред. Федерального закона от 03.07.2016 № 291-ФЗ).

Авиационное патрулирование регулируется Приказом Минприроды России от 15.11.2016 г. № 597 «Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов» и включает в себя:

- обнаружение лесных пожаров и определение их масштабов;
- обнаружение негативных воздействий природного и антропогенного характера на леса;
- отслеживание соблюдения правил пожарной и санитарной безопасности в лесах;
- оповещение государственных органов самоуправления о выявленных нарушениях и пожарах в лесах.

Существуют проблемы использования самолетов и вертолетов при авиационном патрулировании, такие как: высокая стоимость обслуживания, время затрат на подготовку к полету, подходят не для всех погодных условий. Альтернативой являются БВС, которые могут принимать участие во всех этапах пожарной ситуации, выявлять температурные разницы для оперативного определения очага возгорания.

На данный момент применение беспилотников в системе МЧС России позволяет решить несколько важных задач, в частности: мониторинг лесных массивов с целью предотвращения или выявления очагов возгорания; оценка ущерба от чрезвычайной ситуации и т.д. [5, с. 164]

Авиация МЧС России оснащена БВС самолетного, вертолетного и комбинированного типов и составляет 464 единицы техники. МЧС России за 2021 год для мониторинга лесопожарной обстановки использовали БВС 1820 раз [6].

Главной составляющей себестоимости при проведении мониторинга являются расходы на топливо, таким образом, проведём сравнительный анализ затрат на топливо (под топливом понимается авиационный керосин и заряд аккумуляторной батареи) вертолета ВК 117 С-1 [7] и беспилотного летательного аппарата *Inspire 1 V2.0* [8].

Расчет затрат на топливо за 20 минутное использование вертолета ВК 11 С-1:

Расход топлива, кг/ч:  $215 = 3\,583,333$  гр/мин.

Средняя стоимость авиационного топлива 62 890 руб. за тонну [9].

Время полета 20 минут.

Расход топлива за 20 минут =  $20 * 3\,583,333 = 71\,666,66$  гр. = 0,071 т.

Стоимость 20 минутного полета составляет:  $62\,890 * 0,071 = 4\,465,19$  руб.

Расчет затрат на топливо за 20 минутное использование беспилотного летательного аппарата *Inspire 1 V2.0*:

Исходя из технических характеристик, рассчитаем мощность аккумулятора, равную произведению емкости аккумулятора и выходного напряжения аккумулятора, деленное на время разрядки (время разрядки принимается временем работы устройства):

$(5,7A * 22,8V) / 0,33ч = 393,8$  Ватт.

Количество потребленной электроэнергии при одной зарядке принимается максимальной мощностью аккумулятора. Следовательно,  $393,8 = 400$  Вт = 0,4 КВт, если учитывать, что при дневной зарядке один КВт электроэнергии стоит 6,5 рублей, то стоимость зарядки в дневное время равняется 6,5 руб. \* 0,4 КВт = 2,6 руб. [10].

Из расчетов очевидно, что с точки зрения затрат на топливо наиболее выгодным является использование беспилотного летательного аппарата *Inspire 1 V2.0*, чем вертолета ВК 11 С-1. Выгода составляет 99,9%.

Внедрение БВС считается целесообразным, если оно приводит к снижению материальных и временных затрат, повышению эффективности и увеличению вероятности обнаружения возгорания. Поэтому важно учитывать экономическую эффективность беспилотного воздушного судна, исходя из его категории и типа для решения лесоохранных задач.

Таким образом, результаты сравнения проведенных авторами расчетов подтвердили экономическую целесообразность внедрения БВС, так как их использование приводит к снижению материальных и временных затрат, повышению эффективности и увеличению вероятности обнаружения возгорания. Использование БВС для оценки пожарной обстановки значительно повышает эффективность лесопожарного мониторинга.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за период 2015-2021 гг.» [Электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2021-god> (дата обращения 25.08.2023)

2. Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/istoriya-aviacii-mchs-rossii> (дата обращения 28.08.2023)

3. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга лесных и степных пожаров / В. Г. Агеев, А. Ю. Коляда, О. С. Шиш, А. А. Диденко // Научный вестник НИИГД Респиратор. 2019. № 3(56). С. 7-18. – EDN ZXTVXF.

4. *Просвирина Н. В.* Анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов / Н. В. Просвирина // Московский экономический журнал. 2021. № 10. – DOI 10.24411/2413-046X-2021-10619. – EDN PPWXEF.

5. Хисамутдинов Р. М. Правовые аспекты применения беспилотных воздушных судов в системе МЧС России / Р. М. Хисамутдинов, А. В. Антонов, И. Ф. Тучин, И. Н. Татаркин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8, № 1(45). С. 164-168. – EDN VVXHLQ.

6. Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4682190#:~:text=%D0%92%D1%81%D0%B5%D0%B3%D0%BE%20%D0%BD%0%D0%20%D1%81%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8F%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20%D0%BD%D0%B0,%D1%80%D0%B0%D0%B7%2C%201452%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B0%20%D0%BF%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%BE%D0%B1%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8> (дата обращения 28.08.2023)

7. Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/tehnika> (дата обращения 28.08.2023)

8. Официальный сайт МЧС России <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/uchrezhdeniya-mchs-rossii/spasatelnye-podrazdeleniya/aviaciya/bespilotniki> (дата обращения 28.08.2023)

9. Официальный Интернет-ресурс Федерального агентства воздушного транспорта [Электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-ajerodromy-i-ajerodromy-seny-na-aviagsm/?id=7379> (дата обращения 20.08.2023)

10. Официальный сайт АО «ЕИРЦ СПб» [Электронный ресурс]. Режим доступа – URL: <https://eirc.spb.ru/info/tarif/energospabzhenie/> (дата обращения 08.09.2023)

## УДК 656

### АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ АВИАТРАНСПОРТНОГО РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА

Родионов М. А.<sup>1,2</sup>, д-р воен. наук, канд. техн. наук  
Диланян А. А.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный технический университет гражданской авиации

<sup>2</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы при  
Президенте Российской Федерации

<sup>3</sup>Федеральное агентство воздушного транспорта  
(г. Москва)

**Аннотация.** На основе анализа современных вызовов и угроз рассматриваются вопросы возрастания роли и места риск-менеджмента в авиатранспортной области. В условиях стремительного развития технологий и увеличения числа перевозок на воздушном транспорте обосновывается необходимость постоянного совершенствования процессов управления рисками, описываются основные этапы развития риск-менеджмента в авиации, систематизируются существующие подходы к проведению мероприятий авиатранспортного риск-менеджмента.

**Ключевые слова:** авиация, безопасность, процессы управления рисками, антикризисное управление, информационная безопасность.

# UPDATED AIR TRANSPORT RISK MANAGEMENT PROCESSES

Rodionov M. A.<sup>1,2</sup>, Doctor of Military Sciences, Candidate of Technical Sciences  
Dilanyan A. A.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Moscow State Technical University of Civil Aviation*

<sup>2</sup>*The Russian Presidential Academy Of National Economy And Public Administration*

<sup>3</sup>*Federal Air Transport Agency  
(Moscow)*

**Abstract.** Based on an analysis of modern challenges and threats, issues of increasing the role and place of risk management in the air transport field are considered. In the context of the rapid development of technology and the increase in the number of air transport operations, the need for continuous improvement of risk management processes is substantiated, the main stages in the development of risk management in aviation are described, and existing approaches to carrying out air transport risk management activities are systematized.

**Keywords:** aviation, security, risk management processes, crisis management, information security.

## **Введение**

Авиационная отрасль является одной из наиболее сложных и ответственных сфер деятельности, где безопасность играет доминирующую роль. Возникновение качественно новых вызовов и угроз, связанных с авиационной деятельностью, требует постоянного совершенствования систем управления рисками. В соответствии с этим эффективное управление рисками является необходимым условием для обеспечения безопасности авиaperевозок и устойчивого развития авиатранспортной отрасли.

Риски и неопределенность сопровождают любую деятельность. Принятие управленческих решений всегда происходит в условиях неопределенности, вследствие влияния разнообразных факторов и неизвестности вероятности наступления различных вариантов развития событий, увеличивающих степень будущей неопределенности. В современных условиях крайнее обострение геополитической ситуации, усиление турбулентности всех процессов жизнедеятельности, бурное развитие цифровых технологий актуализируют вопросы управления рисками во всех сферах. Все более критически значимыми они становятся и в авиатранспортной отрасли

Риск предполагает наличие неопределенных внешних или внутренних аспектов, приводящих к появлению вероятных или потенциальных потерь, влияющих на достижение целевой функции организации, имеющих соответствующие причины и следствия, выражающиеся через ущерб (приобретение) и величину вероятности. Риск можно рассматривать как соотношение вероятности возникновения рисков ситуаций и возможных последствий их воздействия. Практическая реализация рискового события может привести к отклонению реальных результатов функционирования от

планируемых. Риск-менеджмент является необходимым условием эффективного управления организации.

Важным методологическим и практическим аспектом риск-менеджмента является классификация рисков. По однородности последствий от возникновения рисков ситуации можно выделить чистые (нефинансовые) и спекулятивные (финансовые) риски [1]. Также, их можно разделить по причинам (источникам) возникновения риска – внутренние и внешние; факторам возникновения (политические, экономические, социальные, климатические, экологические, коммерческие, профессиональные и др.); возможности прогнозирования – прогнозируемые и непрогнозируемые; длительности воздействия – краткосрочные, среднесрочные и длительные; возможности оценки – оцениваемые и неопределяемые; объектам влияния риска – на предприятие в целом, на некоторые бизнес-процессы, на отдельные подразделения, на персонал; степени влияния риска – приемлемый (допустимый) и неприемлемый (недопустимый) уровень риска; типам потерь (прямые или косвенные); размеру потерь (допустимые, критические, фатальные); возможностям страхования – страхуемые, нестрахуемые; характеру возникновения – объективные и субъективные; эффекту на бизнес-процессы – позитивные, негативные, нулевые; по масштабам возникновения – локальные, отраслевые, региональные, национальные, международные и др.

Согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2019, оценка риска включает процессы идентификации, анализа и сравнительной оценки риска [2]. Все это должно осуществляться систематически, итерационно и комплексно, с опорой на знания и мнения участвующих экспертов, на основе релевантной имеющейся информации, с использованием необходимых новых данных. На данной основе принимается решение о целесообразности обработки риска, приоритетах обработки, необходимых мероприятиях для снижения риска. Значимые для организации риски подлежат идентификации.

Система управления рисками компании представляет собой совокупность органов управления, процессов, мероприятий, методик, информационных систем, применяемых сил и средств, направленных на достижение целей и задач управления рисками. Она включает: процедуры управления риском; классификатор событий риска; базу событий; контрольные показатели уровня риска; подразделения, осуществляющие идентификацию риска, сбор информации и информирование о выявленном риске; оценку рассматриваемых рисков, разработку и осуществление мероприятий по уменьшению негативного влияния риска; мониторинга уровня риска и т.п.

Развитие авиатранспортного риск-менеджмента началось еще в начале XX века, когда авиация стала все чаще использоваться для транспортировки пассажиров и грузов. Компании начали применять методы для оптимизации расписания рейсов, управления запасами топлива, обеспечения безопасности и обслуживания воздушных судов. Серьезными шагами в этом направлении были разработка стандартов безопасности, обучение пилотов и внедрение новых технологий. Для их контроля были разработаны новые методы и подходы, которые позволили значительно повысить уровень безопасности авиации.

Одним из наиболее важных моментов в истории развития авиатранспортного риск-менеджмента было создание Международной организации гражданской авиации (МОГА), которая была создана в 1944 году с целью регулирования международных авиаперевозок и обеспечения безопасности воздушного транспорта.

С развитием технологий появились новые задачи для авиатранспортного менеджмента, такие как управление авиационным трафиком, управление техническим обслуживанием, дистанционное управление авиасистемами и др. Современный авиатранспортный риск-менеджмент базируется на использовании новых технологий, таких как системы мониторинга и прогнозирования опасных ситуаций, стандарты безопасности и обучение персонала. Это позволяет своевременно определять и управлять потенциальными рисками, чтобы предотвратить аварии и обеспечить безопасность авиаперевозок.

Практически в каждой развитой стране существуют нормативно-правовая база по вопросам управления рисками, разработанные подходы и специальные стандарты. В России законодательные требования к организации и осуществлению внутреннего контроля закреплены в многочисленных нормативно-правовых документах: статьях Бюджетного кодекса, Постановлениях Правительства Российской Федерации, статьях Федеральных законов, приказах Федеральной службы по финансовому мониторингу, документах Центрального банка, министерства финансов и др.

Законодательным документом, регламентирующим правовые основы использования воздушного пространства РФ и деятельности в области гражданской авиации, является Воздушный кодекс Российской Федерации. Помимо этого, законодательство гражданской авиации состоит из Федеральных Законов, Указов Президента и Постановлений Правительства Российской Федерации, Федеральных Авиационных Правил, а также принимаемых нормативно-правовых актов. В 2004 году в России вступил в силу Федеральный закон «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев воздушных судов», который обязывает авиакомпании и владельцев частных самолетов страховать свою ответственность за возможный ущерб, причиненный пассажирам, грузу и третьим лицам. В 2010 году было создано Российское агентство по авиационным рисковым технологиям (РААРТ), занимающееся разработкой и внедрением систем риск-менеджмента в авиации. В рамках этого агентства проводятся оценка рисков и разработка мер по уменьшению их последствий. Также в России работает Федеральная служба по государственному надзору в сфере транспорта (Ространснадзор), ответственная за контроль безопасности авиационной деятельности и проведение расследований авиационных происшествий.

Управление рисками в авиационной индустрии основано на строгом соблюдении законодательства и правил авиационной безопасности, а также на использовании методов и инструментов, которые снижают вероятность возникновения рисков и уменьшают их последствия в случае их реализации.



Кризисные явления в авиационной отрасли по всему миру начались в 2020 году, в связи с пандемией COVID-19 [3]. В 2022 году после начала Специальной Военной Операции страны Запада закрыли свое воздушное пространство для авиакомпаний нашей страны, что повлекло за собой соответствующее возрастание рисков деятельности отечественных авиакомпаний [4]. В отношении России были введены экономические и логистические санкции, запрещающие поставку авиационной техники. На протяжении всего этого времени специалисты гражданской авиации работают над уменьшением рисков возникновения внештатных ситуаций на воздушном транспорте, ввиду отсутствия обслуживания, получения гарантий не задержания самолетов отечественных авиакомпаний, увеличения пассажиропотока внутри страны, так как полеты за рубеж фактически были остановлены. Предложения по совершенствованию процессов управления рисками авиакомпаний в нашей стране, вызванных санкциями, прорабатывается Министерством Транспорта, Министерством экономического развития, Министерством промышленности и торговли, Федеральным агентством воздушного транспорта, Межгосударственным авиационным комитетом.

В целом, особенности развития современного авиатранспортного риск-менеджмента, обуславливающие актуальность данных процессов, включают:

1. Постоянное совершенствование технологий и методов управления рисками. В авиационной индустрии появляются новые технологии и методы, которые способны обеспечить контроль над рисками более эффективными методами и способами.

2. Необходимость постоянного обучения и тренировок персонала. Авиакомпании должны инвестировать в обучение пилотов, технического персонала и других специалистов, чтобы обеспечить высокий уровень подготовки и компетентности этого персонала.

3. Разработка стандартов безопасности и их строгое соблюдение. Авиакомпании разрабатывают стандарты безопасности, которые должны соблюдаться во всех сферах деятельности организации. Это может включать в себя контроль качества обслуживания самолетов, процедуры безопасной посадки и взлета, процедуры по обеспечению безопасности пассажиров и др.

4. Автоматизация систем управления рисками. С развитием технологий, авиакомпании начинают все в большей степени применять автоматизированные системы управления рисками, которые помогают максимально эффективно использовать имеющиеся данные и минимизировать риски.

5. Непрерывное улучшение системы контроля. Авиакомпании должны постоянно совершенствовать свои системы контроля, чтобы обеспечивать более эффективную работу и быстрое реагирование на возможные риски.

6. Укрепление международного сотрудничества. В свете глобального характера авиации, развитие авиатранспортного риск-менеджмента требует укрепления международного сотрудничества и обмена информацией, чтобы улучшить безопасность полетов во всем мире.

7. Непрерывное совершенствование стратегий управления рисками. На основе анализа и оценки рисков, авиакомпании разрабатывают стратегии

управления рисками, включающие в себя меры по снижению вероятности возникновения рисков и снижению их последствий в случае их реализации. Разработка стратегии управления рисками является важной частью управления рисками в авиационной отрасли. Эта стратегия должна быть разработана на основе анализа и оценки рисков, чтобы определить, какие именно риски существуют в авиакомпании, какова их вероятность возникновения и какие меры можно предпринять для их снижения.

Современное управление рисками тесно коррелируется с вопросами антикризисного менеджмента, оперирующего кризисами как необходимым условием развития [5]. Важность такого подхода усиливается с ростом иерархического уровня рассматриваемых процессов управления, достигая максимума в деятельности руководителей государств, что исследовалось ранее применительно к мировым финансово-экономическим кризисам [6]. Другим обоснованным ранее перспективным направлением является синергетическое объединение риск-менеджмента, антикризисного управления и информационной безопасности в едином управленческом контуре [7]. Здесь необходимым условием является математическое моделирование рассматриваемых процессов, что требует использования соответствующих подходов к разработке показателей и критериев, учитывающих эффективность исследуемых систем в целом [8]. При этом предполагается интеграция рассматриваемых компонентов в процессы стратегического планирования, организации и проведения мероприятий по национальной безопасности, в интересах противодействия антироссийским экономическим санкциям.

### **Заключение**

В целом, авиатранспортная отрасль, являясь системообразующим элементом системы управления транспортно-коммуникационными потоками современной России, для которого аспекты безопасности чрезвычайно критичны, остро нуждается в совершенствовании процессов риск-менеджмента. Это предполагает развитие нормативно-правовой базы, организационное совершенствование, новое качество методического, технического, технологического, кадрового обеспечения системы управления рисками, которые должны осуществляться на основе современных научно-практических исследований в данной области.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Журнал «У». Экономика. Управление. Финансы [Электронный ресурс] / Понятие, сущность и содержание риск-менеджмента / Режим доступа: <https://port-u.ru/orgkakobiektupravleniya/item/2371-ponyatie-sushchnost-i-soderzhanie-risk-menedzhmenta> / (дата обращения 15.09.2023).
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2019 г. № 1379-ст).
3. Информационный портал «КОММЕРСАНТЪ» [Электронный ресурс]/ Пилотам не разлетаться. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5434821> (Дата обращения: 24.09.2022);

4. *Родионов М. А.* Управление рисками авиакомпании в условиях пандемии и экономических санкций / М. А. Родионов, А. А. Диланян // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 201-207. – EDN JFVRKI.

5. *Артамонов Б. В.* Концепция антикризисного менеджмента / Б. В. Артамонов, М. А. Родионов // Научный вестник МГТУ ГА. 2008. № 131. С. 108-112.

6. *Родионов М. А.* Политические элиты в условиях мирового финансово-экономического кризиса / М. А. Родионов, Т. А. Волкова // Социально-гуманитарные знания. 2016. № 2. С. 90-103. – EDN WDYACN.

7. *Родионов М. А.* Информационные аспекты антикризисного авиатранспортного риск-менеджмента // Управление финансовыми рисками. 2020. № 2. С. 120-128. – EDN XYFVDG.

8. *Pronina E. and Rodionov M.* Efficiency Indicators of Airlines' Business Processes // The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2023 O. A. Gorbachev et al. (eds.), Proceedings of 10th International Conference on Recent Advances in Civil Aviation, Lecture Notes in Mechanical Engineering, P. 455-464/ [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3788-0\\_41](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3788-0_41).

**УДК 656.072.52**

## **НЕЙРОННЫЕ СЕТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Степаненко А. С.

Щегольков А. С.

*Московский государственный технический университет гражданской авиации  
(г. Москва)*

**Аннотация.** В статье рассматривается применение нейронных сетей в качестве технологии для прогнозирования пассажиропотоков в гражданской авиации. Сделан аналитический обзор структур нейронных сетей, выявлены общие закономерности при работе указанного программного продукта. В статье проанализированы существующие виды прогнозных моделей, а также рассмотрен выбор оптимального типа нейросетей, формирование алгоритма создания и введения в эксплуатацию программного продукта данного типа. Определен основной вариант подходящей структуры для решения задачи прогнозирования пассажиропотока для авиакомпаний и аэропортов. Создан алгоритм внедрения, предложенного варианта нейросети в технологические процессы определения прогноза потока пассажиров. Как итог проделанной работы представлена разработка структуры нейросети для прогнозирования пассажиропотоков в авиатранспортной отрасли.

**Ключевые слова:** нейросети, прогнозирование, пассажиропоток, авиакомпания, программный продукт.

# NEURAL NETWORKS AS A FORECASTING TOOL IN CIVIL AVIATION

Stepanenko A. S.  
Shchegolkov A. S.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation  
(Moscow)*

**Abstract.** The article discusses the use of neural networks as a technology for predicting passenger flows in civil aviation. An analytical review of the structures of neural networks was made, and general patterns in the operation of the specified software product were identified. The article analyzes existing types of predictive models, and also considers the choice of the optimal type of neural networks, the formation of an algorithm for creating and putting into operation a software product of this type. The main variant of a suitable structure for solving the problem of predicting passenger traffic for airlines and airports is determined. An algorithm has been created for introducing the proposed version of the neural network into the technological processes of determining the passenger flow forecast. As a result of the work done, the development of a neural network structure for predicting passenger flows in the air transport industry is presented.

**Keywords:** neural networks, forecasting, passenger traffic, airline, software product.

Общие тенденции цифровизации авиатранспортной отрасли предполагают использование современных инновационных технологий для оптимизации управления авиатранспортными предприятиями. Наиболее интересные результаты обещает применение самообучающихся алгоритмов, которые являются если не зачатками, то, как минимум, предпосылками применения искусственного интеллекта.

Нейронные сети – это алгоритмы машинного обучения, которые имитируют работу нейронов в мозге человека. Они могут обрабатывать большие объемы данных, обнаруживать скрытые зависимости и связи между ними, а также строить прогнозы на этой основе. Вычислительный интеллект как одна из ветвей искусственного интеллекта опирается на эвристические алгоритмы, а в качестве основного инструментария применяется машинное обучение по прецедентам [1]. Следовательно, можно использовать указанные алгоритмы для решения ключевых задач авиатранспортной отрасли. Особо следует рассмотреть использование данной технологии в процессах операционной деятельности авиапредприятий.

Актуальность данного исследования обуславливается не только общей тенденцией цифровизации отрасли, но и необходимостью получения наиболее приближенного к фактическим данным прогноза пассажиропотока. Так как при использовании точных данных прогноза, планирование производственной деятельности предприятий авиатранспортной отрасли имеет минимальное отклонение от фактических результатов, что позволяет регулировать финансовые потоки внутри отрасли и снижать общие риски.

Искусственная нейронная сеть (artificial neural network) представляет собой вычислительную архитектуру для обработки сложных данных с помощью множества связанных между собой процессоров и вычислительных путей

(рис. 1). В основном, на данный момент использование технологии для авиации лежит в области диагностик, а также управления беспилотными летательными аппаратами. Однако в последние годы, возможности, предоставляемые нейронными сетями, заметно увеличились. Это открывает новые пути для их использования в различных областях, в том числе и в авиационной отрасли. Также следует отметить, что применение процессного подхода к организации производства на авиатранспорте подразумевает построение общей алгоритмизации действий аэропорта, авиакомпании и прочих организаций отрасли. Принципиальным отличием процессного подхода от других является нацеленность на результат и оптимальный способ его достижения. Бизнес-процесс – устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности (последовательность работ), которая по установленной технологии преобразует входы (ресурсы) в выходы (продукты, услуги), представляющие ценность для клиента [2].

Для обеспечения процессов работы аэропорта или авиакомпании зачастую используется единый программный продукт, при этом, следует отметить, что каждая из систем, обеспечивающих подпроцессы, имеет возможность функционировать автономно. Поэтому использование нейросетей для выполнения задач внутри авиакомпании или аэропорта поднимет эффективность использования программных продуктов, а при использовании нейросетей на уровне авиатранспортной системы страны – существенно увеличит эффективность управления ею.

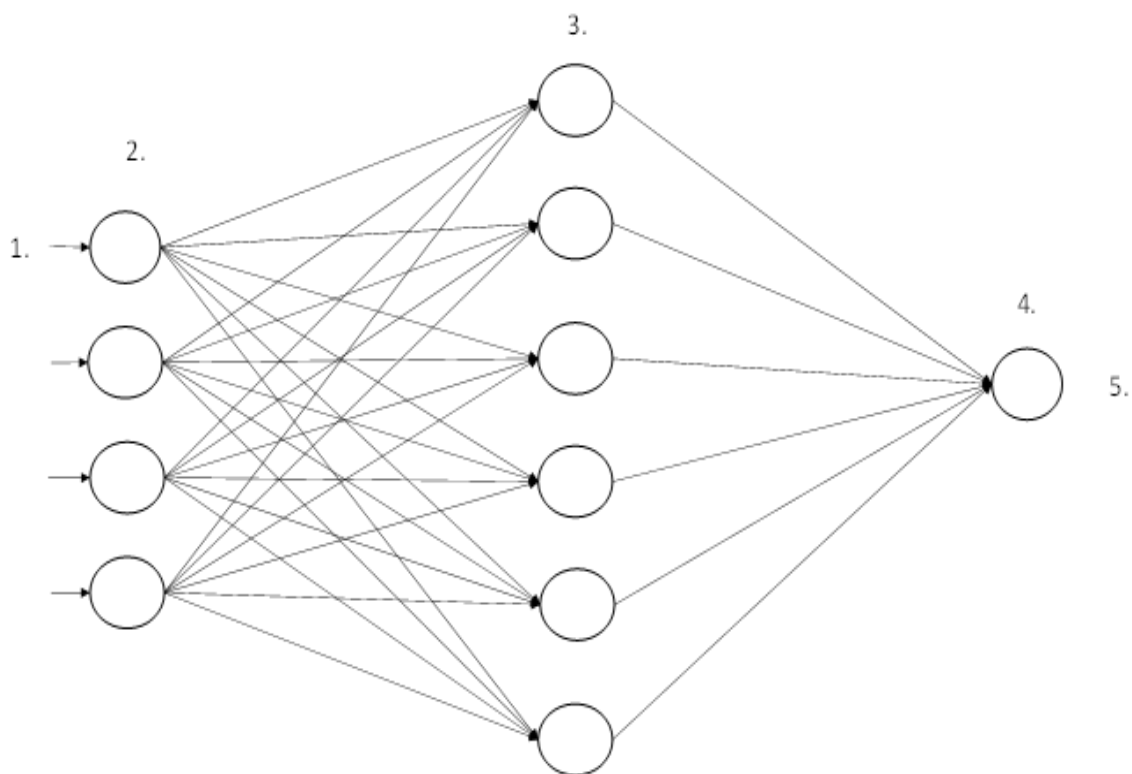


Рисунок 1 – Структурная схема нейронной сети:  
1 – входные данные, 2, 3, 4 – процессоры, 5 – выходные данные

Можно выделить области применения нейронных сетей в управлении предприятиями авиатранспортной отрасли:

1) Оптимизация планирования авиарейсов и расписания.

Авиакомпании могут использовать данную нейросеть для регулирования количества билетов на определенные рейсы, чтобы избежать переполнения на борту или уменьшить количество рейсов, которые не заполняются по полной. Также аэропорты могут использовать эту информацию для принятия решений об очередности обслуживания рейсов на основании потенциального количества пассажиров, благодаря этому, рейсы, на которых планируется наибольший пассажиропоток, будут обслужены без задержек.

2) Эффективное управление ресурсами.

Прогнозирование пассажиропотока позволит точно определить количество пассажиров, которые будут проходить через аэропорт за определенный период времени. На основании этой информации можно будет спланировать график работы персонала (например, увеличить количество регистрационных стоек для сокращения очередей), а также оптимизировать использование материальных запасов. Это поможет минимизировать затраты на обслуживание пассажиров и повысить эффективность всей системы обслуживания.

3) Безопасность.

Нейронная сеть позволит определить пиковые нагрузки на аэропорт. На основе этой информации сотрудники службы безопасности аэропорта смогут распределить свои силы и патрулировать в наиболее уязвимых точках, чтобы обеспечить наивысший уровень безопасности для всех пассажиров. Это может помочь предотвратить возможные угрозы или преступные действия, а также улучшить работу службы безопасности в целом.

Прогнозирование временных рядов является одной из задач, решаемых нейросетями, т.к. прогнозирование временных рядов является одним из вариантов расчета таких показателей для авиатранспортной отрасли, как прогнозное значение пассажиропотока, сезонность и т. д.

Использование нейронных сетей для прогнозирования пассажиропотока может повысить эффективность и безопасность деятельности аэропортов. Технологии машинного обучения могут дать возможность проанализировать огромные базы данных и предсказывать поток пассажиров с большей точностью, нежели это мог бы сделать человек. Следовательно, ANN может стать ключевым фактором модернизации авиакомпаний и аэропортов, поскольку помогает обеспечивать более точное планирование и более оптимальное распределение ресурсов аэропорта.

Задача прогнозирования величины пассажиропотока традиционно актуальна для любого вида транспорта, и существуют различные подходы к ее решению. Следует выделить краткосрочное и долгосрочное прогнозирование. Прогнозирование пассажиропотоков является частью методологии формирования прогнозного сценария авиационных перевозок – совокупности всех авиационных операций, совершённых в течение определённого периода

времени. Сценарий авиационных перевозок необходим для решения целого ряда важных задач, стоящих перед производителями и эксплуатантами авиационной техники, такие, как прогнозирование парка воздушных судов, прогнозирование потребностей в наземной инфраструктуре и оценка эффективности новых технологий на уровне авиатранспортной системы [3].

Универсального, то есть оптимально подходящего для всех вышеперечисленных задач, метода на сегодняшний день не существует. При выборе модели прогнозирования учитываются такие критерии системы как: период прогнозирования; объем данных; величина допустимой ошибки; особенности навигации в рассматриваемом регионе.

Основные модели прогнозирования можно разделить на группы (таблица 1).

Как показано в таблице, часть указанных моделей прогнозирования представляют собой пропуск данных через различные алгоритмы, что определяет существование возможности формирования нейросетей для автоматического выполнения алгоритмов. Используемые на данный момент модели прогнозирования при автоматизации имеют процент ошибки. При применении нейросетей, система способна самостоятельно выполнять отслеживание ошибки, что позволит автоматически понижать процент ошибки.

Существуют различные виды нейросетей, которые отличаются архитектурой, особенностями функционирования и сферами применения. Основные виды для определения технологии, в большей степени удовлетворяющей задачам предполагаемой системы, подразделяются на:

1. Нейронные сети прямого распространения (Feed forward neural networks, FFNN).
2. Сверточные нейронные сети (Convolutional neural network, CNN).
3. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent neural network, RNN).

Чтобы применить модель к данным, требуется определить, к какому результату необходимо привести объект исследования. Непосредственно исследование, классификации, кластеризации, распознавания, прогнозирования или решение задач без учителя – от этих критериев будет зависеть выбор типа нейросети [4]. В случае решения задач прогнозирования с помощью нейросетей следует взять за основу архитектуру CNN.

«Одной нейронной сети недостаточно, чтобы провести качественное и точное прогнозирование. В таких случаях возможна разработка гибридных нейросетевых моделей с использованием методов искусственного интеллекта, таких как сверточные и рекуррентные нейронные сети» [5]. Для создания данной нейронной сети необходимо придерживаться разработанного алгоритма:

- 1) Сбор данных. Первый шаг для создания модели прогнозирования пассажиропотока – это сбор данных о количестве пассажиров, прибывающих и убывающих рейсов, временах рейсов, днях недели, праздниках, курортных сезонах и других факторах, которые могут повлиять на количество

пассажиров. При формировании работы нейросети можно выделить ряд критериев, а также после первичной подготовки данных увеличивать количество рассматриваемых факторов, повышая точность прогноза.

2) Подготовка данных. После того, как данные собраны, необходимо очистить их, чтобы убрать ошибки, выбросы данных и установить стандартный формат для использования нейронной сетью.

3) Создание модели нейронной сети. Модель нейронной сети – это математическая структура, в которой нейроны взаимодействуют друг с другом, получая входные сигналы и генерируют выходные сигналы. Для прогнозирования пассажиропотока возможны различные типы нейронных сетей, включая рекуррентные нейронные сети, свёрточные нейронные сети или комбинации этих двух. В данной работе предлагается использование CNN, для обобщения данных и добавить последовательный учет критериев, от типа RNN, для появления возможности очистки фронта прогноза поэтапно вводя критерии. Определим подобную структуру как гибридную.

4) Обучение нейронной сети. После подготовки данных и создания модели нейронная сеть должна быть обучена на исходных данных, чтобы она могла самостоятельно определять связи и зависимости между переменными и делать прогнозы на основе полученных знаний. Обучение может проходить в онлайн-режиме, что позволяет учитывать изменения в пассажиропотоке в режиме реального времени и адаптироваться к новым данным.

5) Тестирование и оптимизация. После того, как модель нейронной сети была сконструирована, ее необходимо протестировать и оптимизировать, что может быть осуществлено сравнением прогнозов с реальными данными и определением того, насколько близко прогноз соответствует результатам, произведенным в реальности (рис. 2). Точность прогноза, требуемая для конкретной проблемы, оказывает влияние на прогнозирующую систему. Также значимое влияние на прогноз оказывает обучающая выборка. Поэтому, при формировании нейросети требуется учитывать процент ошибки, формируемый под влиянием использования неверной выборки.

Процент ошибки в формировании прогноза можно установить как оптимальные потери авиакомпании, однако с учетом возможности формирования прогнозных данных нейросетями в режиме реального времени, появляется возможность при планировании чартерного сообщения снизить процент ошибки до минимума. Чтобы применить модель к данным, требуется определить, к какому результату необходимо привести объект исследования. В случае решения задач прогнозирования с помощью нейросетей следует взять за основу архитектуру CNN.

Также при построении нейросети следует учесть возможность последовательных и параллельных зависимостей факторов прогноза. Таким образом, можно представить структуру нейросети для прогнозирования пассажиропотоков авиатранспортной отрасли как совокупность поэтапных алгоритмов обработки прогнозных данных в зависимости от различных факторов (рис. 3)



Таблица 1 – Основные модели прогнозирования пассажиропотока

Модель	Особенности	Методы	Принцип расчетов
Экстраполяционные модели	Распространение установленных в прошлом тенденций на будущий период.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• метод скользящего среднего;</li> <li>• экспоненциальное сглаживание;</li> <li>• модели Грея.</li> </ul>	«Протягивание» данных на будущий период, на основе данных и зависимостей предыдущих периодов.
Регрессионные модели	Выявление зависимости прогнозируемого показателя от различных факторов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• простая регрессия;</li> <li>• множественная регрессия;</li> <li>• факторная регрессия;</li> <li>• полиномиальная регрессия;</li> <li>• регрессия поверхности отклика;</li> <li>• регрессия поверхности смеси;</li> <li>• однофакторный дисперсионный анализ.</li> </ul>	Поиск данных методом приближения к принятой модели, представляющей собой математические зависимости.
Гравитационные модели	Основаны на балансе прибытия-отправления между двумя транспортными центрами.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• расчет показателей удаленности;</li> <li>• использование ценовых индексов;</li> <li>• нелинейное оценивание Андерсона и Ван Винкоопа</li> <li>• линейная аппроксимация Байера и Бергстрана.</li> </ul>	Предположение, что величина взаимодействия пропорциональна произведению показателей значимости (величины, количества) объектов и обратно пропорциональна расстоянию между ними.
Имитационное моделирование	Исследуемая система заменяется моделью, с	<ul style="list-style-type: none"> <li>• динамические системы;</li> <li>• системная</li> </ul>	Пропуск данных через группу алгоритмов.

	достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.	динамика; <ul style="list-style-type: none"> <li>• дискретно-событийное моделирование;</li> <li>• мультиагентные системы.</li> </ul>	
Распределение потоков по сети	За основу берутся модели и алгоритмы распределения транспортных потоков в сети крупного города или агломерации.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• равновесное распределение;</li> <li>• оптимальное распределение.</li> </ul>	Изучение зависимостей и алгоритмов.

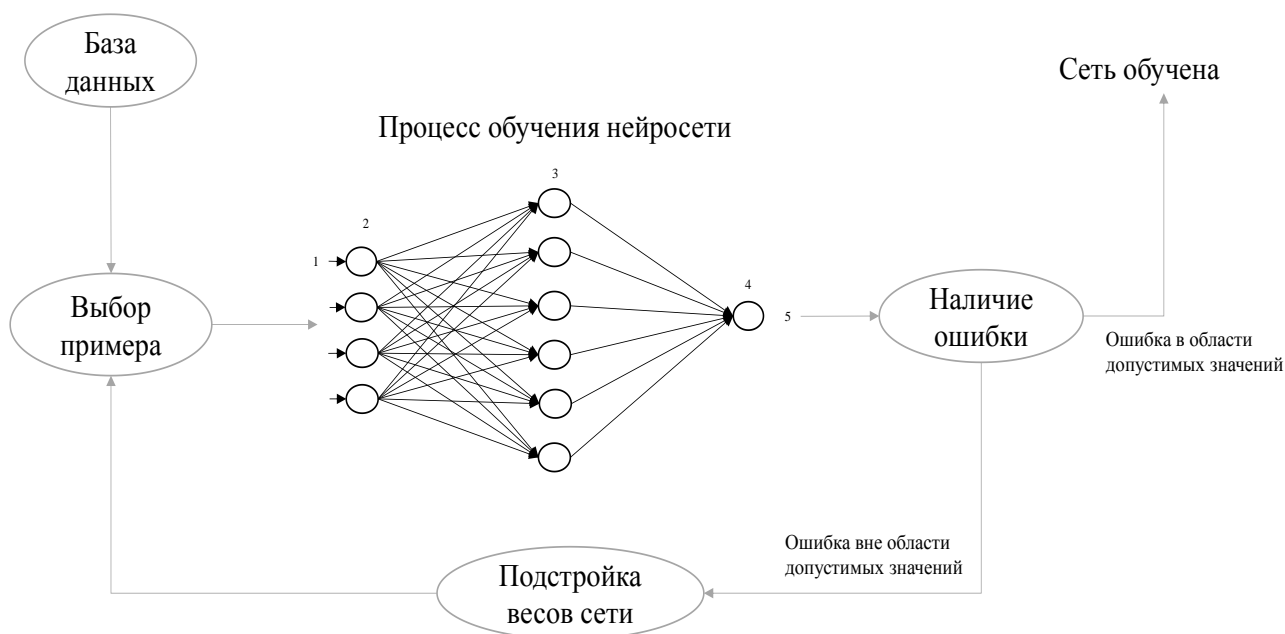


Рисунок 2 – Стандартный процесс обучения нейросети

Рассматривая представленную версию, необходимо отметить возможность устранения неточностей в процессе эксплуатации и важность периода ввода в действие. Нейросеть при обучении может дать возможность определения наиболее значимых критериев, однако, с учетом особенности отрасли необходимо исключить отсев какого-либо этапа расчетов.

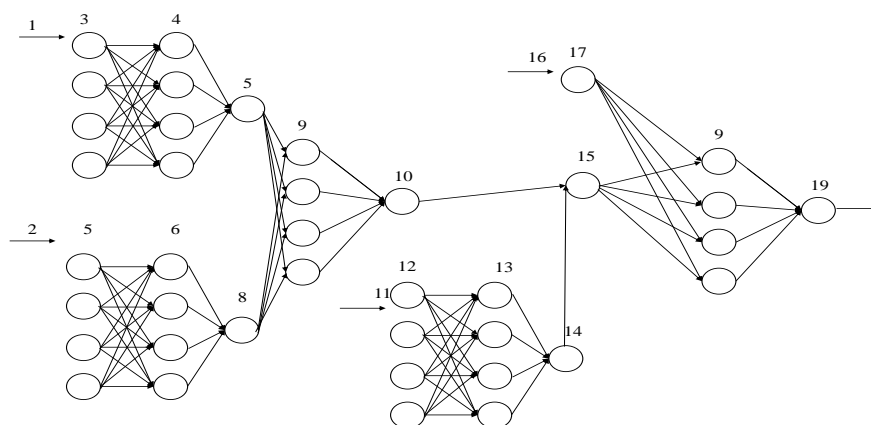


Рисунок 3 – Разработанная структура гибридной нейросети для прогнозирования пассажиропотока в авиатранспортной отрасли:  
 1, 2, 7, 8, 11, 10, 14, 15, 16 – входные данные для последующих операций;  
 3, 4, 5, 9, 12, 13, 18 – процессоры; 19 – выходные данные

В результате исследования были рассмотрены различные модели прогнозирования пассажиропотока, на их основе выявлена возможность использования нейросетей для построения прогнозов пассажиропотоков в авиатранспортной отрасли. Выбран тип нейросети, подходящий для использования при формировании прогнозов пассажиропотока в авиатранспортной отрасли. Определен алгоритм действий для создания и введения в эксплуатацию указанной технологии. Разработана архитектура нейросети для прогнозирования пассажиропотока в авиатранспортной отрасли. Данная модель может быть использована при планировании производственной деятельности авиакомпании.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Макаренко А. В.* Глубокие нейронные сети: зарождение, становление, современное состояние / А. В. Макаренко // Проблемы управления. 2020. № 2. С. 3-19. – DOI 10.25728/ru.2020.2.1. – EDN DBWHNL.
2. *Степаненко Е. В.* Процессный подход к подбору человеческих ресурсов / Е. В. Степаненко // Инновации в гражданской авиации. 2019. Т. 4, № 2. С. 59-70. – EDN LNQIQD.
3. *Охалкин А. А.* Методика прогнозирования пассажиропотоков в магистральном авиасообщении / А. А. Охалкин, С. П. Кондратьева // Идеи К.Э. Циолковского в инновациях науки и техники : материалы 51-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского, Калуга, 01 сентября 2016 года. Калуга: Эйдос, 2016. С. 196-197. – EDN XHBPSF.
4. *Золотухина М. А.* Исследование архитектур нейросетей для аналитико-прогностического метода поиска скрытых угроз в информационных системах / М. А. Золотухина, С. В. Зыков // Международная научная конференция по междисциплинарным исследованиям (SDE-IR 2023) : Сборник статей конференции, Екатеринбург, 16 марта 2023 года. Екатеринбург: ООО "Институт цифровой экономики и права", 2023. С. 271-274. – EDN HLBSWN.
5. *Бальжанова Б. М.* Нейронные сети в задачах на прогнозирование временных рядов / Б. М. Бальжанова, П. И. Маслакова, А. М. Кумратова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 708-710. – EDN FXPEJG.

## ТАРИФНАЯ ПОЛИТИКА И РАЗРАБОТКА ТАРИФОВ АВИАКОМПАНИИ

Сушко О. П., канд. экон. наук

*Московский государственный технический университет гражданской авиации  
(г. Москва)*

**Аннотация.** Тарифная политика является одним из ключевых аспектов успеха авиакомпании. Она позволяет определить цены на билеты, прибыльность компании и ее конкурентоспособность на рынке авиаперевозок. Через тарифную политику авиакомпания определяет цены на билеты в зависимости от времени года, спроса, конкурентов и других факторов. Это позволяет компании максимизировать свою прибыль и удерживать своих клиентов. Цель теоретико-практического исследования заключается в формировании алгоритма разработки тарифной политики, в проведении анализа тарифной политики авиакомпаний, определении возможностей оптимизации тарифной системы авиакомпаний. Проведя комплексный анализ деятельности авиакомпании N, было выявлено, что существующий бизнес-процесс разработки тарифов не показывает высокой эффективности по причине неполного исследования рынка, отсутствия анализа конкурентов авиакомпании и отсутствия некоторых факторов в самом процессе разработки тарифов, а также существующие тарифные группы неэффективны и неконкурентоспособны для современной ситуации на рынке. Были разработаны новые тарифные группы для авиакомпании, которые ориентированы на потребности пассажиров. В результате анализа было выявлено, что разработанные тарифы способны оказать положительный эффект на показатели работы предприятия: увеличение продаж билетов, увеличение загруженности рейсов, увеличение доли рынка.

**Ключевые слова:** тарифная политика, планирование и разработка тарифа, тарифные группы.

## TARIFF POLICY AND DEVELOPMENT OF AIRLINE FARES

Sushko O. P., Candidate of Economic Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation  
(Moscow)*

**Abstract.** Tariff policy is one of the key aspects of the airline's success. It allows you to determine ticket prices, the profitability of the company and its competitiveness in the air transportation market. Through the tariff policy, the airline determines ticket prices depending on the time of year, demand, competitors and other factors. This allows the company to maximize its profits and retain its customers. The purpose of the theoretical and practical research is to analyze the tariff policy of airlines, to determine the possibilities of optimizing the tariff system of airlines. After conducting a comprehensive analysis of Airline N's activities, it was revealed that the existing business process of tariff development does not show high efficiency, due to incomplete market research, lack of analysis of airline competitors and the absence of some factors in the tariff development process itself, as well as the existing tariff groups are inefficient and uncompetitive for the current market situation. New fare groups have been developed for the airline, which are focused on the needs of passengers.

**Keywords:** tariff policy, tariff planning and development, tariff groups.

## **Введение**

Разработка тарифов и тарифная политика в авиакомпаниях имеют огромную актуальность в условиях санкционной изоляции и жесткой конкуренции на рынке авиаперевозок. Конкуренция обостряется появлением низкобюджетных авиакомпаний, которые предлагают более низкие цены на билеты, что заставляет традиционных авиаперевозчиков разрабатывать стратегии ценообразования с гибкими тарифами. В связи с этим разработка конкурентоспособной тарифной политики и стратегии авиакомпаний является важным инструментом повышения конкурентоспособности и стимулирования спроса на предложения авиакомпании. Тем не менее, контент-анализ тарифов на пассажирские авиаперевозки российских компаний показывает следующие негативные проявления:

1. Высокая стоимость билетов внутри России: авиаперевозки в России считаются дорогими, поэтому многие авиарейсы остаются нерентабельными.

2. Непрозрачность системы тарифов: российские авиакомпании продолжают использовать непонятные и сложные системы тарифов, что затрудняет понимание и выбор пассажирами условий перевозки.

3. Недостаток гибких тарифов: многие российские авиаперевозчики не могут предложить пассажирам достаточно гибких тарифов, позволяющих менять даты и время вылета без больших штрафов.

4. Наличие скрытых комиссий: многие авиакомпании в России могут установить скрытые комиссии, что приводит к дополнительным расходам для пассажиров во время бронирования билетов.

Цель теоретико-практического исследования заключается в формировании алгоритма разработки тарифной политики, в проведении анализа тарифной политики авиакомпаний, определении возможностей оптимизации тарифной системы авиакомпаний. Теоретико-методологическая база исследований основана на научных положениях системного подхода. В исследовании использовались эмпирические методы. Информационная база исследования включает статистические данные, данные авиакомпаний и другие источники.

Актуальность и значимость темы тарифообразования в авиаперевозках пассажиров и грузов России определяет проведение исследований. Среди научных работ, связанных с исследованием проблем развития разработки тарифов авиакомпаний, можно выделить методику построения тарифной системы авиакомпании, разработанную А.А. Дубровой [1] и Ю. А. Шумиловой [1], подходы к формированию пассажирских тарифов, разработанную группой учёных Ю. А. Шумиловой [2], Л. Е. Замураевой [2], Н. А. Мелкобродовой [2]. А. В. Мнишко [3] проводила исследование формирования тарифов в традиционных и низкобюджетных авиакомпаниях. А. А. Аладьев [4] и А. С. Танкевич [5] анализировали бизнес-модели авиакомпаний. Ю. В. Нестеров [6] и А. Б. Фрайман [6] проводили анализ тарифной политики авиакомпаний. И. П. Ильин [7] выделил тенденции тарифной политики межрегиональных пассажирских перевозок. А. Л. Галич [8] исследовала систему управления доходностью в авиакомпаниях. Учёным М. Е. Липатовой [9] определены

актуальные проблемы ценовой системы аэропортов. Несмотря на существующие научные работы по теме исследования, в условиях постоянных изменений политико-экономического развития макрорегионов, рынков требуется проведение новых исследований.

### **Результаты исследования**

Процесс определения тарифов на авиаперевозки, разработка системы тарифов, формирование тарифной политики являются комплексным и включают всесторонний анализ внешней и внутренней среды, анализ спроса и предложения на рынке, участников каналов распределения, государственных ограничений, издержек производства и других факторов. Бизнес-процесс «Планирование и разработка тарифов» можно декомпозировать на ряд бизнес-процессов нижнего уровня:

- Исследование рынка. Авиакомпания проводит анализ спроса пассажиров на конкретных направлениях, анализирует действующие тарифы конкурентов, определяет популярные дни и время вылета, и на основании этих данных разрабатывает тарифы.

- Определение целевой аудитории. Компания выделяет группы пассажиров по возрасту, семейному положению, профессии, доходу, целям поездки и др. Это помогает создать тарифы, наиболее соответствующие потребностям и ожиданиям конкретных групп клиентов.

- Разработка тарифов. На основании информации из п. 1 и п. 2 компания разрабатывает тарифы, учитывая различные условия перевозок, такие как классы обслуживания, время вылета, сезонность, промежуточные города, сроки бронирования и т.д.

- Тестирование тарифов. Компания проводит тестирование новых тарифов на небольшом количестве пассажиров, чтобы протестировать их эффективность и реакцию пассажиров.

- Разработка алгоритма тарифных планов, используя различные инструменты, такие как социальные сети, рекламные баннеры, электронные письма, события в местах продаж и др.

- Мониторинг и повторный анализ. Компания регулярно проводит мониторинг рынка, анализирует продажи новых тарифов и проводит повторный анализ, чтобы внести необходимые изменения в тарифы и условия перевозок.

В обобщённом виде разработка тарифной политики проходит в рамках алгоритма (рис. 1).

Современная тарифная политика пассажирских авиаперевозок должна строиться на динамической основе в пределах тарифного коридора. Базовая часть стоимости авиабилета основывается на выборе тарифа в пределах установленного динамического коридора. Вторая часть стоимости вариативная и включает дополнительные услуги, специальные льготы и другие опции, которая может более гибкой [11].

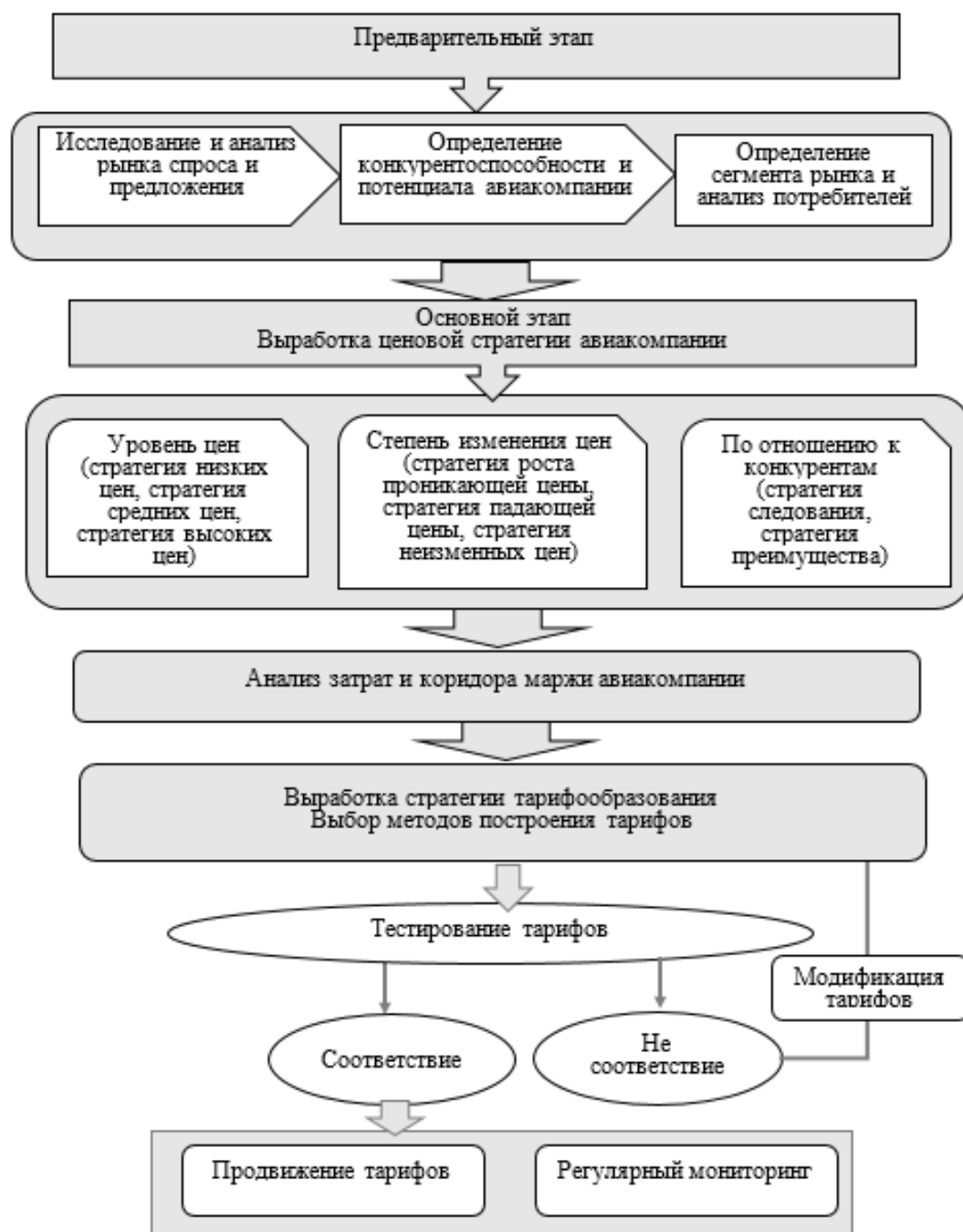


Рисунок 1 – Алгоритм разработки тарифной политики авиакомпаний

Существует разные способы для оптимизации тарифов, некоторые из них следующие:

1. Разработка гибких тарифов. Гибкие тарифы – это варианты авиабилетов, предлагаемые авиакомпаниями, которые позволяют пассажирам изменять даты, время и место вылета без штрафных санкций. Гибкий тариф авиабилета отличается тем, что он предоставляет возможность пассажиру изменить свои планы поездки, например, изменить дату или время вылета, но не отменить его полностью. Обычно такой билет стоит дороже, но позволяет пассажиру сохранить гибкость в своих планах и избежать штрафных санкций за изменения.

Если у пассажира возникают неотложные дела, которые требуют изменения планов, то гибкий билет может оказаться очень полезным. Он позволяет сохранить гибкость в планировании своей поездки и избежать крупных потерь, связанных с необходимостью покупки новых авиабилетов.

2. Внедрение программы лояльности. Создание программы, в которой пассажиры смогут получать бонусы за частые перелеты с вашей авиакомпанией. Например, за каждый перелет можно начислять баллы-мили, которые можно обменять на бесплатные билеты, улучшенный сервис и т.д.

3. Улучшение сервиса. Обновление услуг, которые предоставляет авиакомпания, чтобы привлечь больше пассажиров. Например, сделать WiFi бесплатным на борту, предоставить больше места для ног, улучшить проводку для зарядки гаджетов и т.д.

4. Сотрудничество с другими авиакомпаниями. Установить партнерство с другими авиакомпаниями, чтобы предлагать своим пассажирам дополнительные маршруты и тарифы на авиабилеты.

5. Внедрить дифференцированные тарифы. Определить даты и время, когда перелеты наиболее востребованы, и установить соответствующие значительно более дорогие тарифы. Таким образом, можно управлять спросом и максимизировать прибыль.

6. Политика продвижения авиакомпании и привлечение новых клиентов. Проводить акции, предоставлять скидки, которые будут стимулировать новых клиентов к выбору данной авиакомпании. Например, предоставить скидку на первый перелет или бонусный балл пассажирам, которые впервые воспользовались услугами.

Планирование и разработка тарифа являются очень важным процессом для авиакомпании, так как от успешности продаж зависит её финансовый результат. Разработка нового тарифа позволяет выделиться на фоне конкурентов, привлечь новых клиентов и увеличить доходы. Кроме того, правильно спланированный и разработанный тариф может привести к улучшению удовлетворенности клиентов, повышению лояльности и укреплению имиджа компании. Однако, необходимо учитывать, что ошибки в разработке тарифа могут привести к негативному влиянию на имидж компании и убыткам в результате неудачных продаж, поэтому этот процесс требует серьезного анализа и тщательного планирования.

Для практической апробации разработки тарифов выбрана одна из крупных авиакомпаний России – авиакомпания N. В результате анализа бизнес-процесса разработки тарифов авиакомпании N можно сделать следующие выводы:

1. При разработке тарифа не учитываются все факторы или показатели, которые могут повлиять на формирование тарифа. Тем самым тарифная политика компании получается не такой эффективной.

2. В бизнес-процессе «Разработка новых тарифов» не учтены некоторые факторы, которые впоследствии сильно влияют на эффективность политики компании в области тарифов. Например, отсутствует фактор количества конкурентов на данном направлении, цели построения тарифа на выбранном направлении, выбор ценообразования тарифа.



3. Авиакомпанией не проводится анализ конкурентов. Компания анализирует тарифы и условия перевозок конкурентов, чтобы определить, какие изменения необходимы для своих тарифов. То есть такой анализ проводится для усиления конкурентоспособности компании.

В связи с выявленными недостатками бизнес-процесса разработки тарифов авиакомпании N было предложено усовершенствовать данный бизнес-процесс. Для начала было принято решение, помимо основных факторов уделить внимание другим показателям при исследовании и анализе рынка. Например, это себестоимость, рентабельность, развитость маршрутной сети и т.д. Параллельно этому должен производиться анализ рынка с выбором уже целевого сегмента. Также было принято решение определять цели построения тарифов на выбранном маршруте и выбирать стратегии тарифообразования в зависимости от них. Далее авиакомпания проводит анализ затрат и уже выбирает метод построения тарифа. Кроме того, был добавлен анализ конкурентов для выявления необходимых изменений в тарифах. И разработка тарифа заканчивается уже построением конкурентоспособной структуры тарифов.

Анализ существующих тарифов авиакомпании также показал несовершенство, отличие от многих других. У авиакомпании N существует три тарифа: «Лайт», «Эконом» и «Стандарт» (табл. 1), что отличает от таких компаний как «Аэрофлот» или «S7». У авиакомпании N отсутствует базовое разделение на «Эконом» и «Бизнес». Анализ тарифов авиакомпании N показывает различие между тарифами «Лайт» и «Эконом» в четырех пунктах, которые связаны с возвратом или обменом билета. Например, если пассажир захочет обменять билет до окончания регистрации по тарифу «Лайт» он должен заплатить 1500 руб., а по тарифу «Эконом» 1000 руб. Или осуществить возврат билета более чем за 24 часа до вылета по первому тарифу невозможно, а по второму тарифу возможно. Разница между тарифами «Эконом» и «Стандарт» выявлена лишь в одном пункте – и это багаж, в первом случае он отсутствует и за него нужно доплатить, во втором есть 1 место по определенным габаритам.

Таблица 1 – Тарифные группы авиакомпании N

	Лайт	Эконом	Стандарт
Ручная кладь	1 место 10 кг, габариты 55x40x25 см	1 место 10 кг, габариты 55x40x25 см	1 место 10 кг, габариты 55x40x25 см
Ручная кладь для детей до 2 лет без места	-	-	-
Вещи при пассажире в салон сверх ручной клади	Согласно списку ФАП-82	Согласно списку ФАП-82	Согласно списку ФАП-82
Регистрация багажа	Платность	Платность	до 20 кг
Комплект горнолыжного снаряжения	Платно	Платно	Платно
	внутри РФ при оформлении:	внутри РФ при оформлении:	внутри РФ при оформлении:
	более 3 часов до вылета 2500 руб.	более 3 часов до вылета 2500 руб.	более 3 часов до вылета 2500 руб.

Комплект горнолыжного снаряжения	менее 3 часов до вылета 3400 руб.	менее 3 часов до вылета 3400 руб.	менее 3 часов до вылета 3400 руб.
	международные при оформлении:	международные при оформлении:	международные при оформлении:
	более 3 часов до вылета 2700 руб.	более 3 часов до вылета 2700 руб.	более 3 часов до вылета 2700 руб.
	менее 3 часов до вылета 3600 руб.	менее 3 часов до вылета 3600 руб.	менее 3 часов до вылета 3600 руб.
Выбор места при бронировании или регистрации на рейс	Платно	Платно	Платно
Корректировка личных данных пассажира в бронировании	1000 руб.		
Обмен до окончания регистрации	Со сбором 500 руб.+ доплата, если новый билет стоит дороже	Со сбором 1000 руб. + доплата, если новый билет стоит дороже	Со сбором 1000 руб. + доплата, если новый билет стоит дороже
Обмен после окончания регистрации	Запрещён	Со сбором 1500руб. + доплата, если новый билет стоит дороже	Со сбором 1500 руб. + доплата, если новый билет стоит дороже
Возврат более, чем за 24 часа до вылета	Запрещён	Разрешён со сбором 1500 руб.	Разрешён со сбором 1500 руб.
Возврат менее 24 часов до вылета, но до окончания регистрации	Запрещён	Разрешён со сбором 2000 руб.	Разрешён со сбором 2000 руб.
Возврат после окончания регистрации	Запрещён		
Сопровождение детей	5000 руб.		

Например, на направлении Уфа – Москва базовый тариф составляет 2700 руб., в который авиакомпания включила множество показателей, и предполагается, что при 60% загрузки рейса по такому тарифу будет достигнута безубыточность и повышение рентабельности. При этом авиакомпания должна предложить более выгодные тарифы по сравнению с конкурентами. Варьируя элементами тарифа (скидки, надбавки, дополнительные условия), можно создать систему тарифов, учитывающую особенности рыночного сегмента. Тариф «Бизнес» ориентирован на высоко платежеспособного пассажира, но можно частично распространить привилегии на средне платежеспособных пассажиров за меньшую стоимость. Следовательно, помимо основных двух тарифов можно разработать промежуточные, в которые будет заложена основа под так называемые гибкие тарифы. Гибкие тарифы условно можно разделить на два типа билета – возвратные билеты и билет с открытой датой. Следовательно, тарифная система включает 4 тарифных группы: «Базовый эконом», «Гибкий эконом», «Базовый бизнес» и «Гибкий бизнес». В таблице 2 представлены основные критерии каждой тарифной группы.

Таблица 2 – Новые разработанные тарифные группы для авиакомпании

	«Базовый эконом»	«Гибкий эконом»	«Базовый бизнес»	«Гибкий бизнес»
Ручная кладь	1 место 10 кг, габариты 55x40x25 см		1 место 15 кг, габариты 55x40x25 см	
Багаж	за отдельную плату	1 место до 20 кг, габариты по сумме трёх измерений 158 см	1 место до 20 кг, габариты по сумме трёх измерений 158 см	2 места до 20 кг, габариты по сумме трёх измерений 158 см
Выбор места в салоне	300 – 500 руб.	бесплатно		
Обмен билета	невозможен	Со сбором 1500 руб. + доплата, если новый билет стоит дороже	Со сбором 1000 руб. + доплата, если новый билет стоит дороже	бесплатно
Возврат билета	невозможен	2000 руб.	1500 руб.	бесплатно
Питание	закуска/горячее		специальное меню/напитки	
Корректировка личных данных пассажира в бронировании	1000 руб.	1000 руб.	бесплатно	бесплатно

Итак, по всем 4-м тарифным группам видно четкое разделение, и пассажиру легче принимать решение, основываясь на своих предпочтениях. Хотя тарифных групп немного, но на первоначальном этапе это позволяет создать отличительные черты тарифных групп для пассажира. У авиакомпании N есть дополнительная услуга – это фиксированная стоимость билета, которую было принято оставить. Услуга предоставляет возможность фиксировать выбранный тариф на срок до 48 часов – пока пассажир принимает решение о перелете, авиабилеты на выбранные рейсы не будут распроданы. Услуга распространяется на стоимость перевозки и фиксирует стоимость билета (тариф, аэропортовые сборы, сборы перевозчика). При этом не фиксируются такие элементы тарифа как: курс валюты, налог на добавленную стоимость.

### Заключение

Тарифная политика является одним из ключевых аспектов успеха авиакомпании, позволяющая повысить прибыльность компании и ее конкурентоспособность на рынке авиаперевозок. Конкуренция в пассажирских авиаперевозках высока, поэтому авиакомпании должны следить за тарифами конкурентов и оптимизировать собственные. Тарифная политика позволяет управлять предложением на определенных рыночных сегментах, что повышает спрос на авиабилеты.

Проведя комплексный анализ деятельности авиакомпании N, было выявлено, что существующий бизнес-процесс разработки тарифов не показывает высокой эффективности по причине неполного исследования рынка, отсутствия анализа конкурентов авиакомпании и отсутствия некоторых факторов в самом процессе разработки тарифов, а также существующие тарифные группы неэффективны и неконкурентоспособны для современной ситуации на рынке. Были разработаны новые тарифные группы для авиакомпании, которые ориентированы на потребности пассажиров. Основой новых тарифных групп стало разделение их на 4 категории: «Стандарт эконом», «Гибкий эконом», «Стандарт бизнес» и «Гибкий бизнес». В результате анализа было выявлено, что разработанные тарифы способны оказать положительный эффект на показатели работы предприятия: увеличение продаж билетов, увеличение загрузки рейсов, увеличение доли рынка.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дуброва А. А.* Методика построения системы тарифов авиакомпании / А. А. Дуброва, Ю. А. Шумилова // Вестник научных конференций. 2015. № 2-5(2). С. 51-56. – EDN VBSWAR.
2. *Шумилова Ю. А.* Подходы к формированию пассажирских тарифов российскими авиакомпаниями / Ю. А. Шумилова, Л. Е. Замураева, Н. А. Мелкобродова // Бизнес. Образование. Право. 2018. № 3(44). С. 186-192. – DOI 10.25683/VOLBI.2018.44.315. – EDN XVFIMH.
3. *Мнишко А. В.* Исследование различий в формировании тарифа на пассажира в традиционных и низкобюджетных авиакомпаниях // Экономика и управление. 2013. № 10(96). С. 99-105. – EDN RSUVVH.
4. *Аладьев А. А.* Трансформация бизнес - моделей современных авиакомпаний / А. А. Аладьев // КООПЕРАЦИЯ НАУКИ и ОБЩЕСТВА – ПУТЬ к МОДЕРНИЗАЦИИ и ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 29 августа 2020 года. Стерлитамак: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2020. С. 98-101. – EDN ZUEPOW.
5. *Танкевич А. С.* Ключевые элементы бизнес-модели лоукостера. Опыт России // Аудиторские ведомости. 2022. № 4. С. 215-219. – DOI 10.56539/17278058\_2022\_4\_215. – EDN VJQPUG.
6. *Нестеров Ю. В.* Анализ тарифной политики на воздушном транспорте / Ю. В. Нестеров, А. Б. Фрайман // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2016. № 1(10). С. 123-134. – EDN VYWKUR.
7. *Ильин И. П.* Тенденции тарифной политики в сфере межрегиональных пассажирских перевозок / И. П. Ильин // Экономика железных дорог. 2018. № 1. С. 35-45. – EDN YQDJNF.
8. *Галич А. Л.* Система оптимизации и управления доходностью в авиакомпаниях / А. Л. Галич // Развитие финансового рынка и предпринимательских структур в современных условиях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции к празднованию 30-летия со дня образования Казначейства России, Волгоград, 09 декабря 2022 года. Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "Сфера", 2023. С. 282-284. – EDN SCNTEV.
9. *Липатова М. Е.* Актуальные проблемы ценовой системы аэропортов / М. Е. Липатова // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2013. № 190. С. 69-73. – EDN QCQDWZ.
10. *Кузьмина Н. М.* Тарифная информация, как элемент тарифной политики авиакомпании / Н. М. Кузьмина // Научный вестник МГИИТ. 2014. № 5(31). С. 80-84. – EDN SZIZIF.
11. *Сушко О. П.* Моделирование цен авиаперевозок пассажиров / О. П. Сушко, Н. Д. Корягин // Мир транспорта. 2022. Т. 20, № 5(102). С. 54-63. – DOI 10.30932/1992-3252-2022-20-5-7. – EDN VRZDTM.

## ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ДОСТАВКИ ГРУЗА НА ВЫБОР МАРШРУТА ПЕРЕВОЗКИ

Чумакина А. Е.

Черткова Е. Е.

Черняева Т. Н., канд. физ.-мат. наук

*Иркутский государственный университет путей сообщения  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены понятия, связанные с доставкой груза железнодорожным транспортом. Расписана формула расчета срока доставки, который измеряется в сутках. Задан маршрут (станция Усть-Илимск – станция Забайкальск). Исходя из расчетов, выбирается наиболее выгодный вариант доставки Забайкальской или Восточно-Сибирской железной дорогой.

**Ключевые слова:** срок доставки, груз, железнодорожный транспорт, дальность перевозки, путь следования, маршрутная скорость, технологические операции.

## INFLUENCE OF CARGO DELIVERY TIME ON THE CHOICE OF TRANSPORTATION ROUTE

Chumakina A. E.

Chertkova E. E.

Chernyaeva T. N., Candidate of Physical and Mathematical Sciences

*Irkutsk State Transport University  
(Irkutsk)*

**Abstract.** In this paper the concepts related to the delivery of cargo by rail are considered. The formula for calculating the delivery time, which is measured in days, is described. The route is set (Ust-Ilimsk station – Zabaikalsk station). Based on the calculations, the most profitable delivery option is selected by the Trans-Baikal or East Siberian Railway.

**Keywords:** delivery time, cargo, rail transport, transportation distance, route, route speed, technological operations.

Цель данной работы состоит в выборе наиболее выгодного маршрута перевозки груза, исходя из исследования такого параметра качества, как время доставки груза. Одним из важнейших условий договора по транспортированию грузов является «срок доставки». Это понятие характеризует период времени, который исчисляется от момента и места отправления груза от грузоотправителя до момента и места его выдачи грузополучателю.

В научных исследованиях срок доставки определяется как отражение степени быстроты перевозки, а также уровня ее надежности, то есть способности исполнять взятые на себя обязательства. Срок доставки связан с затратами как грузовладельца, так и грузопотребителя. Поэтому решение проблемы снижения сроков доставки грузов и экономических потерь актуально в нынешнее время [3].

Время доставки – один из базовых параметров качества. Понятие применяется для описания класса операций, которые выполняются после предоставления товара к перевозке и до получения его потребителем. В эти операции входит не только перевозка, но и операции по приему, сортировке груза, складированию и хранению. Также входят и сопряженные операции, к примеру, выбор маршрута.

Выбор оптимального пути перевозки груза – это значимая задача при оказании качественных транспортно-экспедиторских услуг [5].

Груз считается доставленным в срок в том случае, когда до окончания, указанного в соответствующих документах срока перемещения, перевозчик совершил выгрузку на станции назначения.

Срок доставки груза зависит от многих факторов. Наибольшую значимость имеют дальность перевозки и средняя скорость продвижения, усредненная в суточном масштабе. Неизбежны затраты времени на начально-конечные операции: прием, погрузка, отправление, прибытие, выгрузка, выдача груза. В пути следования могут возникнуть дополнительные задержки: на прохождение пограничного контроля, на перевалки в мультимодальных перевозках, на паромные переправы, непредвиденные «окна» для ремонтно-путевых работ и т.п. [4].

Время доставки грузов складывается из продолжительности выполнения цикла необходимых операций и пассивных простоев. Их продолжительность включает в себя время на ожидание выполнения технологических операций [4].

### **Пример расчета срока доставки груза**

Погрузка производится на станции Усть-Илимск, которая по классификации является грузовой и принадлежит Восточно-Сибирской железной дороге (ВСЖД) назначением на станцию Забайкальск – станция участковая, но она открыта для производства грузовых операций, принадлежит Забайкальской железной дороге [2].

На технических станциях состав, в котором следует вагон, будет проходить обработку работниками вагонного хозяйства, смену локомотивной бригады, роспуск (пропуск через сортировочные пути) и заново формирование состава с вагоном в сборный поезд и далее следование до станции назначения «согласно Инструкции по составлению месячных технических норм эксплуатационной работы».

На станции погрузки и выгрузки будет затрачено время на грузовые операции.

Перевозится груз – целлюлоза. Грузоотправителем является филиал АО «Илим» в г. Усть-Илимске, количество отправок 107 в месяц.

#### **Расчет срока доставки**

$L$  – дальность перевозки;

$V_m$  – маршрутная скорость движения поезда;

$T_{ик}$  – затраты времени на начально-конечные операции;

$T_{доп}$  – дополнительные задержки.

В формуле (1) заложено нахождение периода доставки груза

$$T_{\text{жд}} = L / V_{\text{м}} + T_{\text{нк}} + T_{\text{доп}} \quad (1)$$

Для выбора более выгодной доставки сравниваются два варианта:

Первый (на рисунке 1 – обозначен красным цветом):

Состав отправляется со станции Усть-Илимск через станцию Тайшет по главному ходу Восточно-Сибирской железной дороги. Тайшет – железнодорожный узел и крупная внеклассная Сортировочная станция.

Производится сдача по стыку Петровский завод, расстояние составит 2933 километров, маршрутная скорость равна 200 км/сутки. Петровский завод – является станцией третьего класса (2).

$$T_{\text{жд}} = 2933 \text{ км} / 200 \text{ км} / \text{сут} + 2 \text{ сут} + 1 \text{ сут} = 18 \text{ сут} . \quad (2)$$

Второй (на рисунке 1 – обозначен синим цветом):

Отправление состава со станции Усть-Илимск по северному ходу Забайкальской железной дороги.

Сдача по стыкам Хани, Штурм и также как в первом варианте прибывает на станцию Забайкальск. При этом расстояние – 3611 километров, маршрутная скорость – 200 км/сутки (3).

$$T_{\text{жд}} = 3611 \text{ км} / 200 \text{ км} / \text{сут} + 2 \text{ сут} + 1 \text{ сут} = 21 \text{ сут} . \quad (3)$$

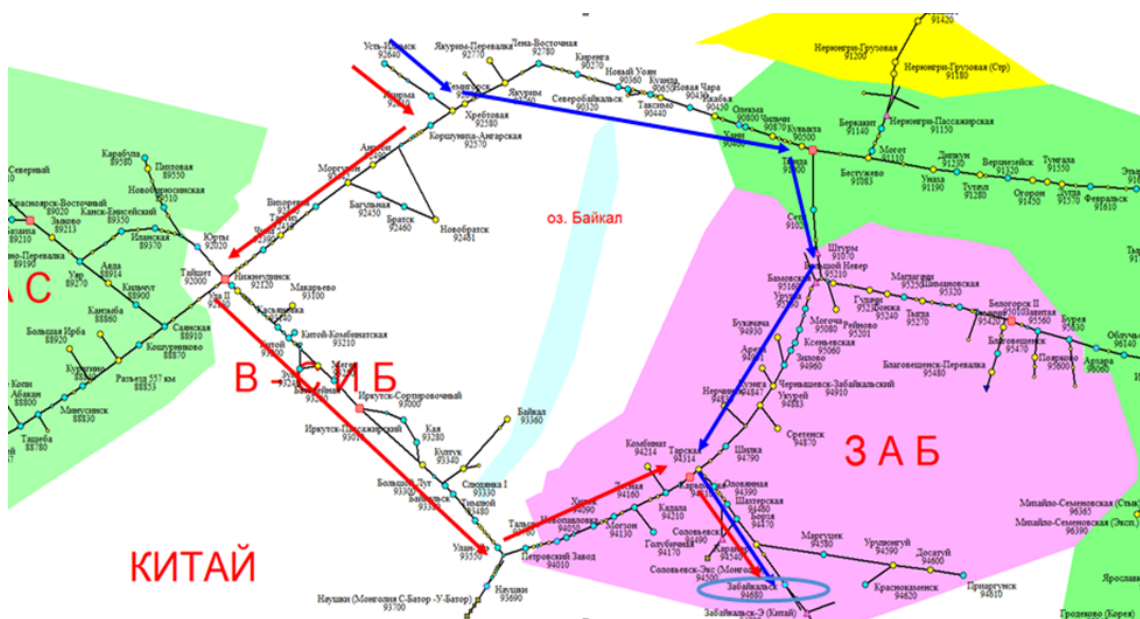


Рисунок 1 – Восточно-Сибирская и Забайкальская железные дороги

Исходя из расчетов, выгоднее доставить груз по главному ходу Восточно-Сибирской железной дороги через сортировочную станцию Тайшет, так как срок доставки сократится на трое суток и, как следствие, расходы на перевозку будут меньше.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгорук Д. С. Определение факторов, влияющих на изменение срока доставки экспортных грузов / Д. С. Долгорук, Т. Н. Каликина // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2013. Т. 2. С. 40-43. – EDN SEEXJL.
- 2.оборот местного вагона. Расчет времени оборота местного вагона // [Электронный ресурс]. – 2015. URL: <https://studfile.net/preview/3349409/page:5/> (дата обращения: 20.04.23)
3. Поварова Д. Е. Выбор вида транспорта и формирование затрат на транспортировку // Сборник конференций : Сборник материалов международных научно-практических конференций, Москва, 30 апреля 2018 года / Под редакцией А.А. Коротких. Москва: Индивидуальный предприниматель Коротких Алиса Анатольевна, 2018. С. 286-290. – EDN UWCMMG.
4. Сиваков В. В. Влияние факторов на выбор видов транспорта при мультимодальных перевозках грузов / В. В. Сиваков, А. И. Саблина // Неделя науки СПбПУ : материалы научной конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 13–19 ноября 2017 года. Том Часть 1. Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2017. С. 308-311. – EDN XYZXUL.
5. Соловьев А. А. Факторы, влияющие на выбор маршрута грузовых перевозок автомобильным транспортом // Международный технико-экономический журнал. 2017. № 2. С. 126-128. – EDN YMHWAN.



**СЕКЦИЯ**  
**«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ**  
**ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСПОРТНОМ ВУЗЕ»**

---

*Председатель – Иванова Л. А., заместитель директора по НР, канд. пед. наук, доцент*

**УДК 378.147**

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Алексеева А. Д.  
Никифорова Л. Х., канд. экон. наук

*Московский государственный технический университет гражданской авиации*  
*(г. Москва)*

**Аннотация.** В статье рассмотрены инновационные методы обучения в системе высшего образования. Исследованы различные подходы и технологии, которые применяются в современном образовательном процессе с целью повышения эффективности и качества обучения студентов. Представлены преимущества и недостатки введения инновационных методов обучения. Выявлена значимость инновационных методов обучения в повышении качества образования и развитии ключевых навыков у студентов в системе высшего образования. Представлены и проанализированы результаты самостоятельного практического исследования.

**Ключевые слова:** инновация, инновационные методы обучения, информационно-коммуникационные технологии, интерактивное обучение, качество образования, онлайн-курсы, активное обучение, геймификация, микрообучение, интерактивные занятия.

**INNOVATIVE LEARNING METHODS IN THE HIGHER EDUCATION**  
**SYSTEM**

Alekseeva A. D.  
Nikiforova L. Kh., Candidate of Economical Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation*  
*(Moscow)*

**Abstract.** The article discusses innovative teaching methods in the higher education system. Various approaches and technologies that are used in the modern educational process are investigated in order to improve the efficiency and quality of students' education. The advantages and disadvantages of introducing innovative teaching methods are presented. The importance of innovative teaching methods in improving the quality of education and the development of key skills among students in the higher education system is revealed. The results of independent practical research are presented and analyzed.

**Keywords:** innovation, innovative learning methods, information and communication technologies, interactive learning, quality of education, online courses, active learning, gamification, micro-education, interactive classes.

## **Введение**

Повышение качества образования всех уровней является одной из самых важных задач мирового сообщества. Применение инновационных методов обучения в высшем учебном заведении позволяет более успешно подготовить выпускника, компетенции которого соответствуют Федеральным государственным образовательным стандартам и требованиям рынка труда. Согласно статье 2 Федерального закона от 23.08.1996 №127-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «О науке и государственной научно-технической политике» инновации – введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях [1]. Инновационные методы обучения в системе высшего образования транспортного университета способствуют подготовке высококвалифицированных специалистов в области транспорта, а также развитию их профессиональных компетенций и личностных качеств.

Актуальность исследования состоит в необходимости выбора и обоснования эффективности применяемых методов обучения (в том числе инновационных) транспортного вуза в соответствии с современными требованиями и вызовами общества и рынка труда.

Объект исследования – образовательный процесс в системе обучения по программам бакалавриата, магистратуры и специалитета.

Предмет исследования – применение инновационных методов обучения и подходы к оценке их эффективности.

В данной статье рассмотрены некоторые из наиболее распространенных инновационных методов обучения, используемых в высших учебных заведениях РФ, а также выделены их основные достоинства и недостатки.

Инновационные методы обучения – это методологические средства, подразумевающие использование новых современных подходов и техник в процессе изложения учебного материала, которые направлены на повышение качества усвоения информации и эффективности обучения студентов в целом. Эта группа методов подразумевает новые способы коммуникации «преподаватель – обучающийся», в том числе с использованием интерактивных форм обучения (электронные учебные материалы, интерактивные доски, онлайн-платформы и т.д.) [2, 3].

Инновационные методы в отличие от традиционных, привычных в образовательной среде методов (лекций, семинаров, решения практических задач, лабораторных работ и т.д.) в системе высшего образования включают в себя различные подходы и технологические решения, которые помогают студентам более успешно овладевать необходимыми ключевыми компетенциями, лучше усваивать представленный для изучения материал [2]. Единой классификации таких методов обучения на текущий момент нет. На современном этапе можно выделить следующие наиболее востребованные инновационные методы обучения [3, 4, 5, 6]:

1. **Интерактивные методы обучения.** Данный метод подразумевает активное взаимодействие студентов как с преподавателем, так и с другими обучающимися. Основная задача преподавателя – это организовать учебное пространство таким образом, чтобы вовлечь в процесс познания как можно больше студентов. Инструментами данной группы методов являются дискуссии, групповые обсуждения в ходе проблемно-ориентированного обучения, решение кейсов, проведение тренингов, ролевых и деловых игр и т.д.

2. **Проектная деятельность студентов.** Цель метода заключается в практическом обучении студентов через разработку проекта, который имитирует реальные практические задачи и проблемы. Метод основывается на индивидуальном выполнении заданий или работе в малой группе. При таком подходе у студентов развивается аналитическое и творческое мышление, что позволяет оперативно реагировать на внешние изменения и принимать важные решения в критической ситуации. Эффективность метода увеличивается при наличии публичной защиты проектов, ранжировании участников и выявлении лауреатов конкурса проектов посредством привлечения к оценке экспертов из профессиональной сферы проблемных задач, подлежащих защите.

3. **Использование информационно-коммуникационных технологий.** Применение различных технологий (прикладное программное обеспечение, мультимедийное сопровождение занятий, использование видео- и аудиоматериалов, интерактивные доски, онлайн-платформы, обеспечение доступа в электронную библиотеку и т.д.) способствует улучшению восприятия учебного материала, а также стимулирует студентов к активной образовательной деятельности. Посредством применения современных компьютерных технологий можно использовать в обучении имитационное моделирование, что является существенным преимуществом при подготовке студентов технических, экономических, естественнонаучных специальностей.

Также к использованию информационно-коммуникационных технологий можно отнести преподавание с использованием искусственного интеллекта [6]. Искусственный интеллект может выступать как один из инструментов преподавания в образовательном процессе с выполнением разных ролей:

- искусственный интеллект в роли персонального помощника дает обратную связь по выполненному студентом заданию и указывает на совершенные ошибки;

- искусственный интеллект в роли коуча для групповой работы разделяет большие проекты на подзадачи и дает свои рекомендации, как и в какой последовательности целесообразно начать выполнение заданий проекта;

- искусственный интеллект в роли учебного партнера способствует краткому изложению пройденного учебного материала для студента, что позволяет ему качественно усвоить информацию и заполнить «пробелы» в знаниях.

Стоит отметить, что данный инструмент влечет за собой изменения как в содержании, так и в форматах занятий. Преподавателям при внедрении

инструмента искусственного интеллекта необходимо уделить должное внимание развитию навыков работы с нейросетями и проверке информации на актуальность. Помимо этого, необходимо установить правила использования такого инструмента при выполнении контрольных и иных письменных работ. Также нужно определить группы заданий, в решении которых искусственный интеллект неэффективен.

4. Гибкое обучение (в том числе микрообучение). Данный метод позволяет индивидуализировать процесс обучения для каждого типа студентов. Обучающийся может выбрать удобный для себя формат обучения – от очных занятий в аудитории до удалённого формата обучения (допустимо сочетание разных форматов в определенном соотношении).

5. Использование геймификации. Способ подразумевает создание игры, в которой студенты должны решать задачи и достигать определённых целей, переходя на следующий уровень [7]. На каждом уровне студенты могут зарабатывать баллы за успешное выполнение заданий. Эти баллы могут быть переведены в шкалу оценок, которые в дальнейшем облегчат процесс оценивания студентов. Данный подход способствует повышению мотивации у студентов добиваться успехов в игре и, как следствие, приводит к хорошим академическим результатам.

Все вышеперечисленные методы обучения (в том числе в различных их комбинациях) повышают у студентов мотивацию к обучению, усиливают их поисковую активность, обеспечивают условия для развития разных типов мышления, стимулируют развитие эмоционального интеллекта, что в конечном итоге положительно отражается на качестве образования.

Необходимо отметить, что инновационные методы обучения имеют свои преимущества и недостатки [2, 4, 5].

К достоинствам можно отнести:

1. Вовлеченность студентов в процесс обучения. За счет применения новых подходов к обучению, использования современных технологий у студентов повышается мотивация к образовательной деятельности и формированию необходимых компетенций. Усилению вовлеченности студентов способствует то, что процесс обучения становится более интересным, увлекательным, практически полезным (с точки зрения обучающегося). В методологическом плане это означает смещение акцентов от субъект-объектной обучающей деятельности к субъект-субъектной деятельности, в которой сам студент становится субъектом познания.

2. Развитие деловых и личностных навыков [8]. Инновационные методы обучения позволяют формировать востребованные на рынке труда умения и навыки (в том числе *soft skills* – такие, как сотрудничество, работа в команде, самоорганизация, коммуникативность и т.д.).

3. Возможность индивидуализации обучения [9]. Преподаватели совместно со студентом разрабатывают его индивидуальный план обучения. Это даёт возможность обучающемуся глубже проникать в интересующую его

сферу деятельности, планировать и распределять свое время на обязательную и факультативную части учебной программы.

4. Развитие адаптационных способностей студентов [10]. Инновационные методы обучения способствуют повышению социальной и учебной адаптации посредством вовлечения студентов в решение профессиональных задач, особенно на начальных курсах обучения в высшем учебном заведении, что поможет впоследствии им как молодым специалистам развивать свои компетенции на рабочем месте.

К недостаткам обучения с применением инновационных методов относятся следующие [11, 12]:

1. Потребность в дополнительных ресурсах. Большинство инновационных методик обучения нуждается в материальном оснащении высокого уровня. Это касается применяемого лицензионного программного обеспечения, специализированного оборудования (в том числе тренажеров). Это может стать существенным недостатком для высших учебных заведений с ограниченным бюджетом финансирования. В том числе это может усложнить обучение студентов в удаленном формате, при выполнении ими самостоятельной работы.

2. Сложности адаптации преподавателей и студентов при переходе с традиционных методов обучения на инновационные. Не только преподаватели, но и студенты могут испытывать определенные трудности при внедрении инновационных средств обучения, если они привыкли к традиционным подходам. В этом случае речь идет, скорее всего, о концептуальной перестройке в сознании субъекта и объекта обучения.

3. Внедрение инновационных методов обучения требует существенных затрат времени, что тесно связано с предыдущим недостатком. Преподавателям сначала необходимо пройти обучение инновационным методикам проведения занятий, далее потребуется дополнительное время для планирования учебных мероприятий и их внедрения в учебный процесс. Помимо этого, увеличится их рабочая нагрузка после внедрения инновационных методик обучения за счет необходимости пересмотра и адаптации всех учебных материалов.

4. Трудности интеграции обучающих инновационных образовательных программ с государственными образовательными стандартами, которые четко регламентируют требования к формированию компетенций, учебному плану, рабочим программам и оценочным процедурам.

5. Повышенные требования к формированию расписания учебных занятий (например, необходимость предусмотреть объединение практических занятий в один день или целесообразную последовательность проведения практических занятий после определенного количества часов лекционных занятий и т.д.).

Статистическая информация об активности применения в вузах РФ инновационных методов обучения на сайтах Росстата РФ и Министерства науки и высшего образования РФ отсутствует. На данный момент при сборе

данных по формам № ВПО-1 и № ВПО-2 информация о конкретных методах обучения у образовательных организаций-респондентов не запрашивается.

Однако, по данным из формы № ВПО-1 [13] можно оценить долю определенных элементов инновационного обучения по всем учебным программам (бакалавриата, магистратуры, специалитета). Так, в 2022 г. 29,3% учебных программ содержат отдельные дисциплины (модули) в формате онлайн-курсов, при этом только 5,1% онлайн-курсов принадлежат сторонним организациям, осуществляющим образовательную деятельность, только 4,2% учебных программ реализуются с использованием сетевой формы, 17,5 % программ – с применением электронного обучения и 18% программ с применением дистанционных образовательных технологий.

Согласно сводным данным по форме № ВПО-2 по итогам 2022 г. [13] 90,4 % персональных компьютеров образовательных организаций имеют доступ к Интернету, что можно оценивать как высокий показатель, хотя можно и нужно стремиться к 100 % оснащенности. За 2022 г. в вузы поступило только 6,64% новых персональных компьютеров (от общего их количества). В среднем на одну образовательную организацию приходится 932 персональных компьютера, 72 мультимедийных проектора, 12,6 интерактивных досок, что с учетом общего количества аудиторного фонда организаций может быть недостаточным. Количество персональных компьютеров в вузах на одного обучающегося составляет 0,27. Из этих данных можно сделать вывод о том, что в РФ внедрение инновационных технологий в обучение может тормозить недостаточно развитая материально-техническая база вузов, особенно если речь идет об информационно-коммуникационных технологиях в обучении, применении геймификации образования, внедрении гибкого обучения (в том числе элементов микрообучения).

### **Результаты самостоятельного практического исследования**

В сентябре 2023 года была собрана первичная информация на базе обучающей организации (Московского государственного технического университета гражданской авиации – МГТУ ГА) посредством анкетирования.

В рамках исследования проведен опрос на тему: «Удовлетворенность преподавателей и студентов организацией, формами и методами обучения в МГТУ ГА» для того, чтобы эмпирическим путём определить качество проведения учебного процесса на сегодняшний день и сформулировать рекомендации по его повышению. Цель данного исследования – выявление сильных и слабых сторон в организации проведения обучающего процесса.

Методы исследования: анкетирование (в анкете 18 вопросов, направленных на изучение различных аспектов обучения, подразумевается ограничение количества выборов респондентами подходящих вариантов ответа). В данном опросе респондентами являлись студенты различных курсов обучения и направлений подготовки и преподаватели вуза. На рисунках 1-4 представлены ключевые результаты исследования (по некоторым вопросам) и выводы по ним.

## 1. Удовлетворены ли Вы качеством проведения учебного процесса?

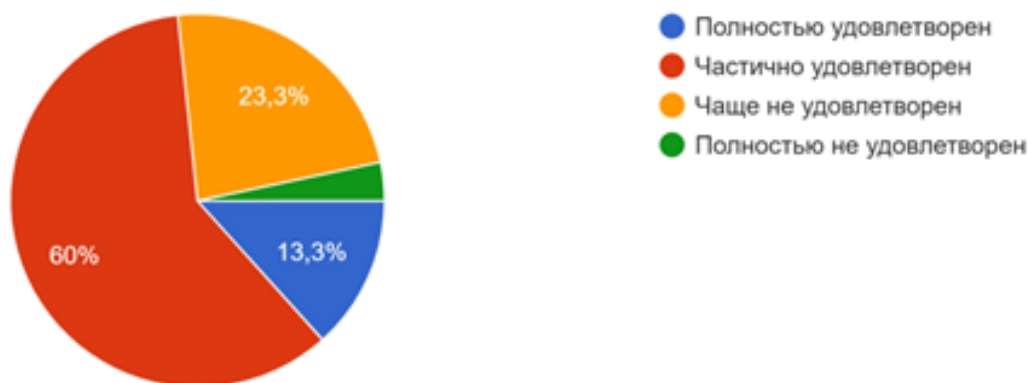


Рисунок 1 – Удовлетворенность качеством проведения учебного процесса

Из диаграммы (рис. 1) видно, что большая доля участников опроса желает совершенствования качества проведения учебного процесса. Полностью не удовлетворены качеством обучения 3,4% респондентов (при практической допустимости такого результата все-таки необходимо стремиться к его снижению до нулевых значений).

## 2. Что на Ваш взгляд способствует повышению качества образования? (не более трех)

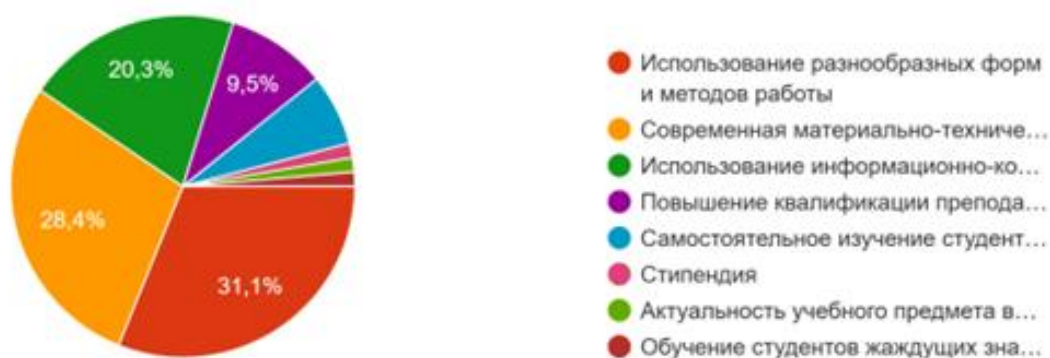


Рисунок 2 – Способы повышения качества образования

Результаты опроса показали, что использование разнообразных форм и методов работы (31,1 % респондентов), современная материально-техническая база (28,4 %), а также использование информационно-коммуникационных технологий (20,3 %) являются приоритетными направлениями для повышения качества образования в МГТУ ГА (рис. 2).

8. Какие виды преподавания Вы считаете наиболее эффективными? (не более трех)



Рисунок 3 – Эффективные виды преподавания

Из данной диаграммы (рис. 3) можно сделать вывод, что практические занятия инновационного типа (диспуты, тренинги, игровые ситуации и т.п.), лекция-дискуссия и лекции с применением технических средств, по мнению респондентов, смогут способствовать лучшему восприятию и усвоению учебного материала для студентов.

11. Что, по Вашему мнению, могло бы способствовать повышению интереса к образовательному процессу? (не более трех)



Рисунок 4 – Методы повышения интереса к образовательному процессу

Диаграмма на рис. 4 показывает, что внедрение новых методов обучения (22 % респондентов), обновление содержания учебных курсов (18,3 %), наличие современной учебно-методической литературы (17,1 %) и изменение учебного расписания на более удобное (в том числе с элементами дистанционного обучения) и возможность выбора дисциплин (по 15,9 % соответственно) повлияют на повышение интереса студентов к обучающему процессу, что повлечет за собой качественное усвоение полученной информации.



Данное исследование может быть продолжено с целью опроса большего количества респондентов. Для повышения практической ценности анкетирования возможно проводить дифференциацию результатов по студентам разных направлений подготовки и специальностей, по преподавателям разных кафедр и факультетов. Подводя итог результатам анкетирования, целесообразно дать собственные рекомендации по повышению качества процесса обучения в МГТУ ГА.

С целью вовлечения студентов в обсуждение пройденного материала преподаватели могут применять в процессе обучения интерактивные электронные платформы, например, сервис Wooclar.com. Данная платформа используется для создания тестов и опросов. Она позволяет создавать интересные интерактивные задания, за счёт которых студенты смогут повысить степень восприятия научной информации, включиться в активный процесс оценки и анализа изученного материала. Обычно подобные сервисы позволяют строить рейтинги, проводить экспертные опросы, анкетирование, находить соответствие понятий и характеристик, предлагать студентам открытые вопросы, проводить контроль знаний, использовать в формулировках вопросов изображения, видео- и аудиоматериалы и т.д. Основным преимуществом является оперативность работы со студентами в сборе и обработке необходимой обучающей информации, наглядность предоставления результатов, возможность изменять опции опроса в соответствии с целями исследования.

Повышению узнаваемости и деловой репутации высшего учебного заведения в образовательной среде способствует участие в массовых открытых онлайн-курсах (примером может являться российская образовательная онлайн-платформа Openedu.ru). Данная платформа предлагает широкий спектр бесплатных курсов, предложенных экспертами и преподавателями российских вузов. За счёт разработки и внедрения массовых онлайн-курсов образовательная организация сможет не только заявить о себе в образовательном пространстве, но и получить дополнительную финансовую выгоду.

Следующая рекомендация касается внедрения перехода с традиционного обучения на элементы микрообучения. В отличие от традиционного обучения, которое требует полного участия студента в процессе и выполнения всего объема заданий, микрообучение подразумевает разделение учебного материала на небольшие блоки (модули), которые можно изучить за короткий промежуток времени, оперативно осуществить контроль знаний, определить зоны ближайшего развития обучающегося.

Все вышеперечисленные рекомендации помогут студентам лучше усвоить пройденный материал, сделают процесс обучения более эффективным. Критериями оценки эффективности могут стать такие показатели, как объем, качество изученного материала, уровень остаточных знаний, степень формирования необходимых компетенций в соответствии с образовательными стандартами, востребованность выпускников на рынке труда, удовлетворенность участников образовательного процесса качеством профессионального обучения.

## Заключение

Разработка и внедрение инновационных методов обучения в системе высшего образования играют ключевую роль в повышении качества образования. Центральным звеном рассмотренных инновационных подходов обучения являются активные методы обучения (в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий), способствующие развитию у студентов творческих, когнитивных, коммуникативных компетенций.

Использование онлайн-технологий, элементов геймификации позволяет студентам активно обучаться в аудитории и самостоятельно. Современные инновационные методы обучения также поддерживают создание гибкого образовательного процесса (в том числе с помощью микрообучения).

Все эти факторы делают инновационные методики обучения неотъемлемой частью современной системы высшего образования, которая способствует подготовке компетентных, адаптированных и востребованных на рынке труда выпускников.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 23.08.1996 N 127-ФЗ (ред. от 24.07.2023) "О науке и государственной научно-технической политике" // [Электронный ресурс] – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_11507/?ysclid=lnkm290fb520623374/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/?ysclid=lnkm290fb520623374/) (дата обращения: 14.09.2023)
2. Инновационные методы обучения: значение и преимущество. [Электронный ресурс] – 2023. URL: <https://molitva-otche-nash.ru/innovacionnye-metody-obuceniya-znachenie-i-preimushhestva/> (дата обращения: 13.11.2023)
3. Методы обучения: от классических до инновационных. [Электронный ресурс] – 2023. URL: <https://gb.ru/blog/metody-obucheniya/> (дата обращения: 13.11.2023)
4. Крутых А. В. Внедрение инноваций в систему высшего образования России // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. №02 (56). Часть 3. С. 28-30.
5. Сунь Б. Методы инновационного обучения в вузах на основе современных образовательных технологий / Б. Сунь // Теория и практика современной науки. 2020. № 12(66). С. 344-347. – EDN DSMHGB.
6. Григорьева И. В. Инновационные образовательные технологии и интерактивные методы обучения // Вестник Университета Российской академии образования. 2020. № 4. С. 28-36. – DOI 10.24411/2072-5833-2020-10037. – EDN EYEEFL.
7. Козлова Ю. Б. Геймификация в системе современного высшего образования: теоретические основы и практическая значимость // История и педагогика естествознания. 2022. № 1. С. 19-22. – DOI 10.24412/2226-2296-2022-1-19-22. – EDN JQYNSY.
8. Курьянов М. А. Активные методы обучения: методическое пособие / М.А. Курьянов, В.С. Половцев. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.
9. 15 Инновационных методов обучения с руководством и примерами // [Электронный ресурс] – 2023. URL: <https://ahaslides.com/ru/blog/15-innovative-teaching-methods/> (дата обращения: 15.09.2023)
10. Степаненко Е. В. Проблемы адаптации молодых специалистов // Наука в центральной России. 2013. № 12S. С. 39-44. – EDN RSZOKZ.
11. Инновации в образовании – 2023: выбор экспертов Открытого университета Великобритании. [Электронный ресурс] – URL: <https://skillbox.ru/media/education/innovatsii-v-obrazovanii-2023-vybor-ekspertov-otkrytogo-universiteta/> (дата обращения: 13.11.2023)
12. Инновационный подход в образовании: новые методы для лучшего обучения. [Электронный ресурс] – 2023. URL: <https://promenter.ru/fakty/innovacionnyi-podxod-v-obrazovanii-novye-metody-dlya-lucsego-obuceniya> (дата обращения 13.11.2023)

13. Сведения за 2022 г. по формам № ВПО-1 «Сведения об организации, осуществляющей образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и № ВПО-2 «Сведения о материально-технической и информационной базе, финансово-экономической деятельности образовательной организации высшего образования» // [Электронный ресурс] – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/> (дата обращения: 14.09.2023)

УДК 37.047

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕРАКТИВНОЙ МОДЕЛИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ИРКУТСКОМ ФИЛИАЛЕ МГТУ ГА

Бакурова Н. С.

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В данной статье проводится анализ условий создания модели профориентационной работы вуза гражданской авиации. Описывается необходимый инструментарий для диагностики уровня готовности к профессиональному самоопределению у обучающихся общеобразовательных учреждений, а также мероприятия, входящие в структуру модели профориентационной работы. Проводится анализ результатов реализации интерактивной модели профориентационной работы в Иркутском филиале МГТУ ГА при взаимодействии с общеобразовательной организацией.

**Ключевые слова:** профессиональная ориентация, довузовская подготовка, профессия, гражданская авиация, интерактивная модель, компетентности, профессиональное самоопределение, мероприятия.

## SOME ASPECTS OF IMPLEMENTATION OF THE INTERACTIVE MODEL OF VOCATIONAL GUIDANCE WORK IN THE IRKUTSK BRANCH OF MSTU CA

Bakurova N. S.

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** This article analyzes the conditions for creating a model of career guidance work of a civil aviation University. It describes the necessary tools for diagnosing the level of readiness for professional self-determination in students of educational institutions, as well as activities included in the structure of the model of career guidance work. The author examines the results of the implementation of an interactive model of career guidance work at the Irkutsk branch of the Moscow State Technical University of CA when cooperating with an educational organization.

**Keywords:** professional orientation, pre-university training, profession, civil aviation, interactive model, competence, professional self-determination, activities.

Анализ многоаспектной литературы по теме показывает, что выбор профессии и подготовка к трудовой деятельности являются важными задачами в процессе развития и становления молодежи. Содействием профессиональному самоопределению человека является профессиональная ориентация, поэтому успешность профессионального обучения существенно зависит от характера профориентационной работы [1, 2, 3 и др.].

Профессиональная ориентация старшеклассников одна из важных задач, которую должны решать организации общего, дополнительного, профессионального, высшего образования и предприятия страны. Все работы по профориентации направлены на будущее страны, так как от готовности к решению сложных профессиональных задач и к выбору сегодняшними старшеклассниками направлений профессионального обучения во многом зависит развитие промышленности и экономики в целом. Профориентация невозможна без заказа со стороны работодателей на подготовку кадров, с учетом развития производства и кадровой политики и без их непосредственного участия в системе профориентационной работы.

Анализ состояния профессиональной ориентации в стране и определенных её регионах выявил отсутствие комплексной профориентационной работы с обучающимися, нацеленной на повышение занятости в области гражданской авиации, обеспечение высококвалифицированными рабочими инженерными кадрами предприятий данного профиля. Инженерные направления подготовки в вузах гражданской авиации не востребованы выпускниками общеобразовательных организаций, на что указывает отсутствие конкурса и недобор студентов на места, финансируемые из средств федерального бюджета.

Актуальность данного исследования связана с необходимостью разработки теоретических и практических аспектов, которые позволят подготовить личность к профессиональному самоопределению. Это важно в условиях образовательного процесса, так как необходимо формировать в индивиде осознание своей потребности в овладении профессией, профессиональным ростом и самосовершенствованием. Только так можно гарантировать качественную подготовку компетентных специалистов.

Хотя проблема психолого-педагогического сопровождения процесса профессионального самоопределения обучающихся была подробно изучена и рассматривалась в многочисленных работах прошлых лет [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и др.], тем не менее, разрозненность суждений, отсутствие унификации подходов привели к тому, что в настоящее время у выпускников наблюдается недостаточный уровень осознанного и ответственного выбора своей будущей профессии. Это указывает на необходимость поиска новых подходов к работе с молодежью в этом направлении. А именно, поиск современных форм, технологий деятельностного типа, ориентированных не только на массовое использование, но и индивидуальное продвижение каждого школьника по пути профессионального самоопределения. Решению данной задачи посвящены работы Л.А. Ивановой [3, 4], автор предлагает в качестве современных форм профессионального самоопределения – образовательные и профессиональные

стажировки обучающихся в вузе, как «пропедевтику студенческой жизни». Автор обращает внимание, что старшеклассники, ещё не имеющие никакого содержательного представления о профессии в рамках профессиональной стажировки, посещают в течение каникулярного времени, так называемой образовательной сессии, вместе со студентами лекционные, семинарские и практические занятия у ведущих преподавателей на выбранном им факультете/специальности/направлении [3]. Старшеклассник погружается в студенческую атмосферу, особенности обучения в вузе, и представляя себя студентом данного факультета, примеряет на себя, выбранную специальность, осваивает дисциплины учебного плана [3]. Интерес для нашего исследования представляет так называемый «Портфолио достижений участника образовательной стажировки» [4], в котором фиксируются результаты образовательной сессии. Портфолио дает дополнительные образовательные возможности абитуриенту не только при поступлении в вуз. Самое главное, старшеклассник находит для себя ответ: «а то ли это, что я для себя хотел, соответствуют ли мои представления той реальности, с которой я столкнулся» [4]. Анализ литературы позволяет установить, что профессиональная ориентация сегодняшнего дня должна быть к тому же направлена на подготовку кадров для будущего производства, поэтому должна учитывать направления инновационного, научно-технологического развития ведущих отраслей экономики, отвечающих новым, динамичным требованиям рынка труда, особенно область гражданской авиации.

Следовательно, можно сделать вывод, что профессиональная ориентация молодежи в ходе образовательного процесса, в том числе в условиях дистанционного обучения, будет эффективной, если структурно-содержательная модель профориентационной работы вуза во взаимодействии с образовательными организациями будет учитывать возрастные и психологические особенности обучающихся и организована в виде единого целостного процесса, направленного на повышение уровня готовности старшеклассников к профессиональному самоопределению и осознанному выбору будущей профессиональной деятельности в области гражданской авиации.

На основе вышесказанного одним из вариантов улучшения эффективности профориентационной работы является внедрение интерактивной модели профессиональной ориентации обучающихся во взаимодействии с образовательными учреждениями среднего общего образования, которая будет включать:

- интерактивные материалы в рамках модели формирования профессионального самоопределения старшеклассников;
- цифровую платформу для размещения материалов модели [9].

Интерактивная модель профориентационной работы была разработана на основе следующих критериев сформированности компетентностей старшеклассников (рисунок 1): когнитивного, аксиологического и поведенческого [9].



Рисунок 1 – Интерактивная модель профориентационной работы вуза ГА

Для проведения исследования результативности внедрения интерактивной модели профориентационной работы был выбран следующий инструментарий (таблица 1) для диагностики профессиональной ориентации молодежи с целью выявления уровня сформированности профессионального самоопределения и факторов, оказывающих влияния на осознанный выбор профессии обучающимися, а также инструментарий для выявления трудностей и противоречий в выборе профессий в области гражданской авиации [9].

Таблица 1 – Диагностический инструментарий исследования. За основу взяты результаты исследования, изложенные в магистерской диссертации Бакурова Н.С. Профессиональная ориентация обучающихся во взаимодействии вуза с образовательными организациями: выпускная квалификационная работа магистра: 44.04.01. – Иркутск, 2022. – 116 с. [10].

Критерии		
Когнитивный	Аксиологический	Поведенческий
<b>Диагностический инструментарий</b>		
1. Методика определения типологии профессионального и личностного самоопределения «Дифференциально-диагностический опросник» Е. А. Климова. 2. Анкета «Карта интересов профессиональной направленности».	1. Анкета «Профессиональная мотивация». 2. Карта «Готовность к самоопределению». 3. Адаптированный тест «Уровень самооценки» по С. А. Будасси. 4. Анкетирование первокурсников вуза гражданской авиации «Исследование мотивации и факторов выбора специальности и вуза ГА».	Модифицированная диагностическая методика «Профессиональная готовность» по А. П. Чернявской.

В психолого-педагогической области часто используется понятие «готовность к профессиональному самоопределению» для оценки эффективности этого процесса. В ходе исследования был разработан диагностический инструмент и составлена сводная таблица (рисунок 2) для определения общего уровня готовности обучающихся к профессиональному самоопределению. Согласно этой таблице, можно выделить три уровня готовности: низкий, средний и высокий.

Проф. направленность	Индивидуальные способности и склонности					Мотивация	Влияние социального окружения										Общий балл	Уровень готовности к профессиональному определению
	естественно-научная	точные науки	гуманитарная	искусство	общественно-научная		Самооценка		Готовность к самоопределению		Профессиональная готовность		Выбор места обучения					
баллы						уровень	балл	уровень	балл	уровень	Тип учебного заведения	Конкретное уч. заведение						
1 – природа 2 – техника 3 – человек 4 – знак система 5 – худ. образ.	химия, биология	математика, физика	история, литература, психология, русский, английский	Музыка, рисование	Экономика, право, обществознание	М – могу Х – хочу Н – надо	0,1-0,3	Н – низкий С – средний В – высокий	23-38	Н – низкий С – средний В – высокий	0-6	Н – низкий С – средний В – высокий	0 – не знаю 1 – вуз 2 – другое	1 – да 0 – нет	0-5 6-10 >11	Н – низкий С – средний В – высокий		
							0,4-0,6 0,7-0,9		39-53 >54		7-14 15-20							

Рисунок 2 – Сводная таблица по определению уровня готовности к профессиональному самоопределению, *Источник:*  
<https://naukaru.ru/ru/nauka/article/40854/view>

Анализ результатов определения уровня готовности к профессиональному самоопределению у старшеклассников, с которыми практически не проводилась профориентационная работа, показал, что большинство обучающихся имели низкий и средний уровень готовности к профессиональному самоопределению. Это обозначает, что они не достигли достаточного уровня для осознанного выбора профессии (рисунок 3).

Стоит отметить, что подавляющему большинству обучающихся необходимо улучшить такие навыки, как умение ставить цели и работать самостоятельно. То есть и мы разделяем точку зрения Ж.М. Жумалиевой, что «сознательным выбор профессии будет лишь в том случае, если он глубоко мотивирован: человек правильно оценивает свои возможности и знает содержание той деятельности, которую ему предстоит осуществлять» [11, с. 163].

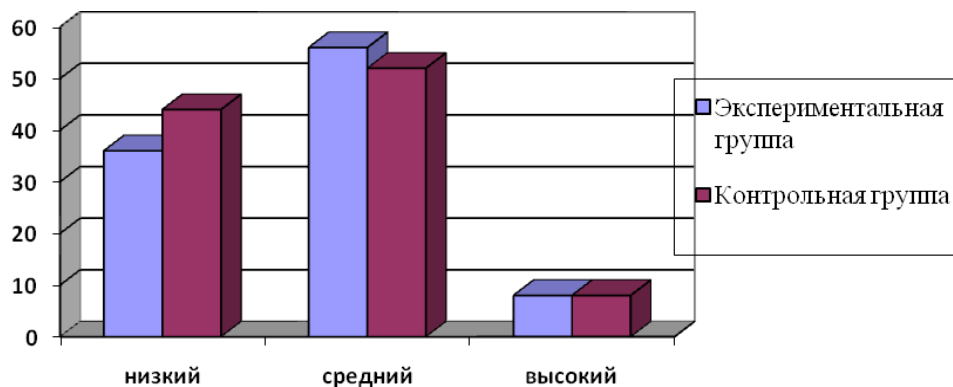


Рисунок 3 – Уровень готовности к профессиональному самоопределению старшекласников

Таким образом, акцент ставится на внедрение интерактивной модели в профориентационную работу университета с целью:

1. Увеличить уровень мотивации в отношении профессионального самоопределения.
2. Стимулировать развитие процессов самопознания.
3. Повысить психологическую компетентность.
4. Сформировать реалистичную самооценку.
5. Развивать навыки планирования профессионального будущего.
6. Познакомить с выбором профессий в области гражданской авиации.
7. Расширить знания в области гражданской авиации.

Так как задача университета разработать и внедрить интерактивную модель профессиональной ориентации обучающихся во взаимодействии с образовательными учреждениями среднего общего образования на основе трех критериев сформированности компетентностей старшекласников, то и мероприятия, входящие в данную модель можно разделить на группы [9]:

1. Когнитивный критерий: проведение лекций, олимпиад и конференций с тематикой, посвященной гражданской авиации.
2. Аксиологический критерий: проведение практических занятий и мастер-классов в области гражданской авиации; создание профильных классов в общеобразовательных школах с уклоном в изучении дисциплин, связанных с гражданской авиацией.
3. Поведенческий критерий: проведение конкурсов различных профессиональных навыков с заданиями, связанными с гражданской авиацией.

Конечно, для получения положительных результатов в модель также должна быть включена постоянная информационная поддержка общеобразовательных организаций, школьников и их родителей по вопросам организации поступления в университет и по вопросам в области гражданской авиации. Взаимодействие преподавателей филиала с педагогами общеобразовательных организаций позволяет также решать проблему повышения уровня предметной подготовки учителей [5].



Итак, созданная интерактивная модель профориентационной работы в Иркутском филиале МГТУ ГА в сотрудничестве с общеобразовательными организациями позволила получить следующие качественные показатели:

- подготовить выпускников образовательных учреждений к выбору будущей профессии и построению профессиональной карьеры в области наукоемких современных технологий, в частности в области гражданской авиации;

- получение школьниками представлений о приоритетных проектах, реализуемых государством на современном этапе и в долгосрочной перспективе, в области авиационной инженерной школы;

- развитие интеллектуальных и творческих способностей, коммуникативных качеств, привитие первичных навыков исследовательской работы;

- развитие навыков представления результатов своего интеллектуального труда.

Результативность внедрения модели была экспериментально доказана. Проанализировав данные, представленные в диаграмме, можно констатировать значительное улучшение показателей у старшеклассников экспериментальной группы как в общем по уровню готовности к профессиональному самоопределению, так и по отдельным показателям, в частности. Результаты повторного тестирования экспериментальной и контрольной групп показали явные позитивные изменения и успешность проведенных мероприятий, направленных на повышения уровня готовности к профессиональному самоопределению обучающихся и мотивации к поступлению в вуз гражданской авиации.

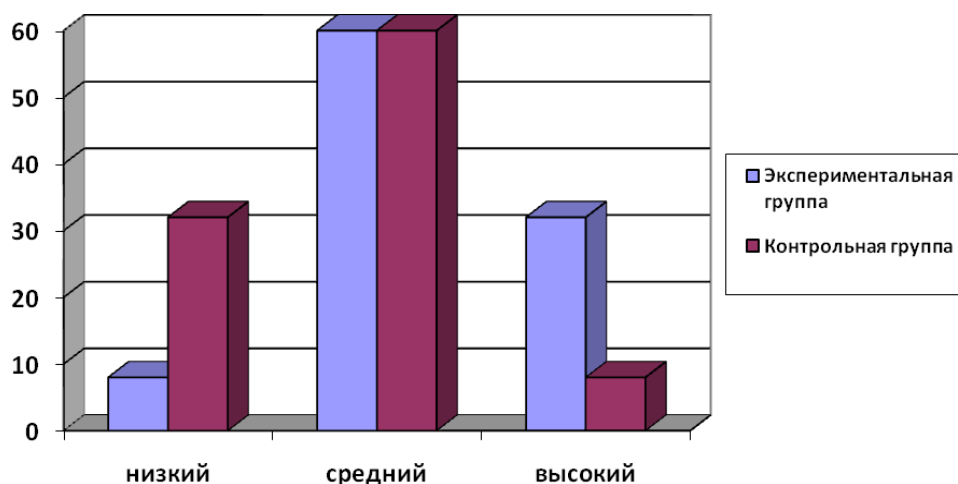


Рисунок 4 – Уровень готовности к профессиональному самоопределению старшеклассников после эксперимента

Такие показатели еще раз доказывают необходимость во внедрении модели профориентационной работы в работу вуза. Результаты и выводы, полученные в ходе проведенного исследования, можно использовать в

профориентационной работе вуза во взаимодействии с образовательными организациями, что успешно осуществляют сотрудники управления воспитательной, социальной и профориентационной работ Иркутского филиала «Московского государственного технического университета гражданской авиации». А также есть возможность частично или полностью внедрять структуру разработанной модели в работу в других образовательных организациях, не связанных с гражданской авиацией.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бакурова Н. С.* Профессиональная ориентация обучающихся в условиях дистанционного обучения / Н. С. Бакурова // Стандарты и мониторинг в образовании. 2020. Т. 8, № 6. С. 36-38. – DOI 10.12737/1998-1740-2020-36-38. – EDN UA1PLV. (№ 2340 в Перечне ВАК по состоянию на 15.02.2023).
2. *Бурдина И. В.* Путь к профессии: профессиональное самоопределение школьников, профессиональное развитие личности : методическое пособие / И. В. Бурдина ; И. В. Бурдина. Самара : [б. и.], 2008. 64 с. – ISBN 978-5-901707-25-8. – EDN QXAFCN.
3. *Иванова Л. А.* Образовательные и профессиональные стажировки обучающихся как одна из форм профессиональной ориентации на педагогические профессии / Л. А. Иванова // Вестник Иркутского государственного лингвистического университета. 2006. № 2. С. 96-105. – EDN SGJWEF.
4. *Иванова Л. А.* Портфолио достижений участника образовательной стажировки / Л. А. Иванова, О. Ф. Чупрова. Иркутск : Иркутский государственный лингвистический университет, 2006. 13 с. – EDN RUFUVV.
5. Система профориентационной работы в вузе: содержание и технологии. Методические рекомендации / Л. Ю. Барбашева, Е. М. Нурпиисова, М. Н. Сергеева. Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА. 2018. 31 с.
6. *Федотова Е. Л.* Некоторые аспекты организации системы довузовской подготовки и профориентационной работы в Иркутском государственном университете / Е. Л. Федотова, Е. А. Никитина // Балтийский гуманитарный журнал. 2019. Т. 8, № 2(27). С. 110-112. – DOI 10.26140/bgz3-2019-0802-0026. – EDN NCGXAJ.
7. *Федосенко Е. В.* Сопровождение профессионального самоопределения школьника: инновационный комплексный подход (на примере программы профессионального самоопределения "Твой выбор") / Е. В. Федосенко // Образование и качество жизни. 2018. № 1(9). С. 5-12. – EDN НОВPLS.
8. *Хорева С. А.* Формирование профессионального самоопределения старшеклассников / С. А. Хорева, В. В. Онуфриева // Глобальный научный потенциал. 2018. № 7(88). С. 37-40. – EDN XZOFDV.
9. *Бакурова Н. С.* К вопросу о проектировании модели профориентационной работы со старшеклассниками / Н. С. Бакурова // Стандарты и мониторинг в образовании. 2022. Т. 10, № 1. С. 39-41. – DOI 10.12737/1998-1740-2022-10-1-39-41. – EDN WLIQIF. (№ 2340 в Перечне ВАК по состоянию на 15.02.2023).
10. *Бакурова Н. С.* Профессиональная ориентация обучающихся во взаимодействии вуза с образовательными организациями: выпускная квалификационная работа магистра: 44.04.01. Иркутск, 2022. 116 с.
11. *Жумалиева Ж. М.* Проявление личностной направленности выбора профессии в старшем школьном возрасте / Ж. М. Жумалиева // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2015. № 5. С. 162-164. – EDN VHSUTT

## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Боброва А. И.  
Степаненко Е. В., канд. социол. наук

*Московский государственный технический университет гражданской авиации  
(г. Москва)*

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема самоопределения обучающихся в профессиональной сфере. Проведенный теоретический анализ позволил определить факторы, влияющие на самоопределение. Прикладное социологическое исследование методом интернет анкетирования позволило дополнить выявленные факторы, влияющие на самоопределение обучающихся. Результатом исследования явилась разработка рекомендаций, способствующих эффективному самоопределению молодежи в профессиональной сфере.

**Ключевые слова:** образование в сфере гражданской авиации, факторы профессионального самоопределения молодежи.

## PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION OF STUDENTS IN THE FIELD OF CIVIL AVIATION

Bobrova A. I.  
Stepanenko E. V., Candidate of Sociological Sciences

*Moscow State Technical University of Civil Aviation  
(Moscow)*

**Abstract.** The article considers the problem of self-determination of students in the professional sphere. The theoretical analysis made it possible to determine the factors influencing self-determination. Applied sociological research using the Internet questionnaire method allowed us to supplement the factors influencing self-determination and rank them. The result of the study was the development of recommendations that contribute to the effective self-determination of young people in the professional sphere.

**Keywords:** education in the field of civil aviation, factors of professional self-determination of youth.

### **Введение**

Сфера гражданской авиации является актуальной для профессионального самоопределения учащихся из-за свойственного гражданской авиации динамического развития, имеющегося дефицита кадров, технологических изменений, а также предоставляемых возможностей для удовлетворения мотивационных потребностей личности.

В Российской Федерации высшими учебными заведениями по подготовке кадров в сфере гражданской авиации являются: Московский государственный технический университет гражданской авиации, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, Ульяновское высшее авиационное училище гражданской

авиации (Институт), а также филиалы вышеуказанных университетов и колледжи, такие как Бугурусланское летное училище гражданской авиации, Якутское авиационное училище гражданской авиации, Краснокутское летное училище гражданской авиации, Омский летно-технический колледж гражданской авиации им. А.В. Ляпидевского, Сасовское им. героя Советского Союза Тарана Г.А. летное училище гражданской авиации.

Профессии, связанные с авиацией, являются сегодня востребованными. Например, зарплаты пилотов, бортпроводников и других специалистов занимают лидирующие позиции в рейтинге самых высокооплачиваемых специальностей. Данные, представленные на рисунке 1, наглядно демонстрируют уровень средней заработной платы специалистов различных сфер деятельности.



Рисунок 1 – Анализ заработной платы специалистов различных сфер деятельности, *Источник:*

[https://dzen.ru/a/YhUsK5TXhQY7q26m?referrer\\_clid=1400&sid=36184197687884961](https://dzen.ru/a/YhUsK5TXhQY7q26m?referrer_clid=1400&sid=36184197687884961)

Необходимо отметить, что карьера в сфере гражданской авиации сегодня имеет международный масштаб. Специалисты, окончившие российские высшие учебные заведения гражданской авиации, востребованы и за рубежом. Сфера профессиональной деятельности выпускников высших учебных заведений гражданской авиации, безусловно, широка. Обучающиеся могут выбрать форму обучения как очную и заочную, направление подготовки, квалификацию: бакалавр или специалист, магистр. Выпускникам вуза по окончании обучения присваиваются степени бакалавра и магистра, квалификация инженер различного профиля (специалист по защите информации, инженер, пилот, диспетчер, авиационный техник, менеджер, авиационный исследователь, авиационный разработчик, администратор, специалист в области безопасности авиации, авиационные преподаватели, аэропортовый персонал и др.).

Выбрать направление подготовки или специальность после окончания школы нелегко для молодого человека. А выбор дальнейшей профессиональной деятельности, жизненного статуса, профессиональной карьеры напрямую зависит от полученного образования. Конечно, в процессе жизненного цикла можно переобучиться, поменять сферу деятельности, но базовое полученное образование значительным образом влияет на процесс становления специалиста.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является анализ профессионального самоопределения молодежи в сфере гражданской авиации.

В современном мире профессиональное самоопределение имеет некоторые особенности, например:

- возникновение «свежих» профессий и специальностей, требующих освоения в классической системе профессионального образования;

- выбор предпочитаемой сферы профессиональной деятельности совершается сегодня во все более раннем возрасте, в противном случае, время имеет возможность оказаться упущенным, и молодой человек окажется социально не приспособленным при вхождении во взрослую жизнь.

- профессиональное самоопределение связано с вхождением личности в профессиональное объединение. Усвоение личностью общественных норм и правил [2].

Тема профессионального самоопределения молодежи широко рассматривается в трудах отечественных ученых. С.С. Балабанов, В.И. Журавлев рассматривают самоопределение молодых специалистов не только как выбор профессии, но, как выбор образования, а также как выбор высшего учебного заведения, значение образования и профессии в сознании молодежи, ее образовательных намерений [3, 4]. Изучению интересов, мотивов личности в сфере образования, трудовой и профессиональной деятельности посвящены работы Г.Е. Зборовского, А.Г. Здравомыслова, И.С. Кона, М.Н. Руткевича [5-8]. На изучение проблемы профессионального самоопределения значительное воздействие оказали также концепции саморазвития (А.В. Меренков) [9] и формирования общественной компетентности современной личности (Н.В. Веселкова, Е.В. Прямикова) [10].

Профессиональное самоопределение предполагает выбор карьеры, сферы приложения и саморазвития личностных возможностей, а также формирования практического, действенного отношения личности к социокультурным и профессионально-производственным условиям ее общественно полезного бытия и саморазвития [11].

Анализ научных работ, рассматривающих профессиональное самоопределение заканчивающих средние учебные заведения молодых людей, позволили сформулировать основные факторы. Влияют на выбор будущей профессии: личные интересы; способности и умения; уровень образования, а также возможности для дополнительного обучения; личные ценности; спрос на рынке труда на определенные специальности в настоящее время; финансовые обстоятельства; личные и жизненные обстоятельства; наконец, получение советов экспертов или родственников.

Процесс профессионального самоопределения сложный. Часто успешное самоопределение требует внимательного анализа и балансировки всех перечисленных факторов, чтобы найти профессию, которая будет соответствовать интересам, способностям и жизненным обстоятельствам личности.

В рамках обозначенной проблемы было проведено социологическое исследование методом интернет опроса среди студентов первых и вторых курсов Московского государственного технического университета гражданской авиации.

Целью опроса явилось выявление причин профессионального самоопределения. Интернет опросу подверглись 200 студентов МГТУ ГА. Опрашиваемым был предложен ряд вопросов, анализ результатов которых позволил выявить причины профессионального самоопределения.

На вопрос «Почему вы выбрали сферу гражданской авиации?» большинство студентов ответили, что работа в сфере гражданской авиации является высокооплачиваемой (рисунок 2).

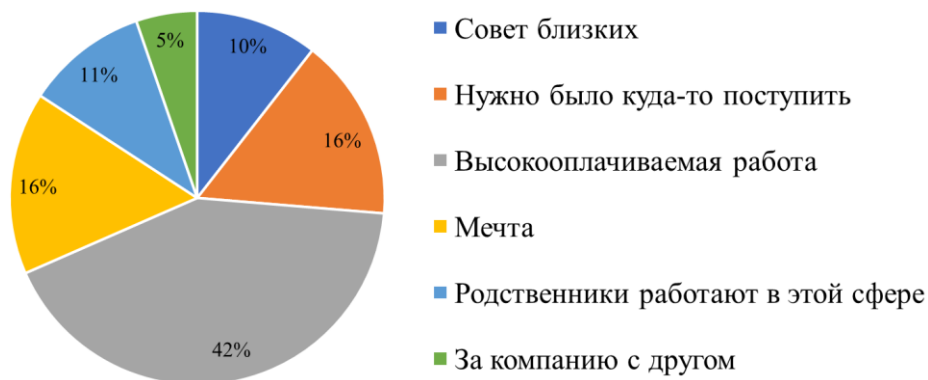


Рисунок 2 – Анализ выбора работы в сфере гражданской авиации

Анализ вопроса об источниках информации о будущей профессии позволил выявить, что большинство выбрали свою будущую профессию по информации из Интернета, а вот сайт нашего вуза вызвал интерес лишь у 15% опрашиваемых.

Интересно отметить факт скорости принятия решения о выборе будущей профессии. Респонденты в большинстве отмечали вариант ответа о быстром принятии решения.

Анализ ответов на вопрос анкеты о трудностях принятия решения все-таки выявил, что, несмотря на быстроту принятия решения, респонденты испытывали трудности в его принятии, так как имелись препятствия. Респондентам не хватало информации о профессиональной деятельности после окончания обучения, информации о процессе обучения, а также некоторые из них столкнулись с ложными сведениями о профессии (рисунок 3).



Рисунок 3 – Препятствия при принятии решения о профессиональном самоопределении

## Заключение

Решением проблемы профессионального самоопределения представляются следующие действия: активный поиск информации о будущей профессии. В процессе поиска информации нужно использовать информацию сайтов университетов, посещать мероприятия, проводимые в рамках государственных проектов, например, университетские субботы, день открытых дверей. Кроме того, можно обратиться к специализированным ресурсам и организациям, которые могут помочь в определении наилучшего направления для карьеры в гражданской авиации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ковалев А.* Четыре критерия «достойной» зарплаты в России // [Электронный ресурс]. – 2022 URL: [https://dzen.ru/a/YhUsK5TXhQY7q26m?referrer\\_clid=1400&sid=36184197687884961](https://dzen.ru/a/YhUsK5TXhQY7q26m?referrer_clid=1400&sid=36184197687884961) (дата обращения: 10.08.2023).
2. *Поваренков Ю. П.* Психологическое содержание профессионального становления человека. Москва: Университет РАО, 2002. 160 с. – EDN SBMUUX.
3. *Бедный Б. И.* Маркетинговая подготовка молодых ученых / Б. И. Бедный, И. В. Шейнфельд, С. С. Балабанов, Е. В. Козлов // Социологические исследования. 2004. № 1(237). С. 112-117. – EDN OWRTPH.
4. *Журавлев В. И.* Исследование мотивации профессионального самоопределения студентов инженерных специальностей / В. И. Журавлев, П. П. Стешенко, А. П. Казанцев // Актуальные вопросы профессионального образования: тезисы докладов I Международной научно-практической конференции, Минск, 18 мая 2017 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Минск, 2017. С. 96-98.
5. *Зборовский Г. Е.* Профессиональное образование и рынок труда / Г. Е. Зборовский, Е. А. Шуклина // Социологические исследования. 2003. № 4(228). С. 99. – EDN OOOTCV.
6. *Здравомыслов А. Г.* Методология и процедура социологических исследований. Москва: Издательский дом "Мысль", 1969. 205 с. – EDN GVKXWT.
7. *Кон И. С.* Студенческие волнения и теория конфликта поколений // США. Экономика, политика, Идеология. 1971. № 3. С. 27-39.
8. *Руткевич М. Н.* Социология образования и молодежи: [Избранное (1965-2002): Сб. ст.] / М. Н. Руткевич. Москва: Гардарики, 2002 (ОАО Можайский полигр. комб.). 539 с.
9. *Меренков А. В.* Педагогика саморазвития личности: монография. Екатеринбург: Уральский государственный университет им. А.М. Горького, 2001. 331 с. – ISBN 5-7525-0941-6. – EDN UC0EOP.
10. *Веселкова Н. В.* Социальная компетентность взросления / Н. В. Веселкова, Е. В. Прямикова. Екатеринбург: Уральский государственный университет им. А.М. Горького, 2005. 290 с. – ISBN 5-7525-1474-6. – EDN VUOXTK.
11. *Поляков В. А.* Профессиональное самоопределение молодежи // Педагогика. 2008. №5. С. 33-37.

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (15-ЛЕТНИЙ ОПЫТ): КАК МНОГО ДОСТИГНУТО, КАК МНОГО ВПЕРЕДИ!**

Иванова Л. А., канд. пед. наук

*Иркутский филиал МГТУ ГА  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** Настоящая статья представляет собой первую попытку презентации в хронологическом порядке истории Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации», основных направлений научных исследований, информации обо всех, кто стоял у истоков организации первой и последующих Конференций в области авиации.

**Ключевые слова:** конференция, гражданская авиация, Иркутский филиал МГТУ ГА, научные исследования.

**SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE "TOPICAL PROBLEMS AND PROSPECTS OF CIVIL AVIATION DEVELOPMENT" (15-YEAR EXPERIENCE): HOW MUCH HAS BEEN ACHIEVED, HOW MUCH IS AHEAD!**

Ivanova L. A., Candidate of Pedagogical Science

*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk branch  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article is the first attempt to present the history in chronological order of the International Scientific and Practical Conference "Topical Problems and Prospects of Civil Aviation Development", the main directions of scientific research, information about all those people who has been the pioneers of the first and further conferences holding in the field of aviation.

**Keywords:** conference, civil aviation, Irkutsk branch of MSTU CA, scientific research.

В нынешнем году в двенадцатый раз соберутся представители ведущих отечественных авиационных предприятий, ученые, преподаватели учебных заведений, молодые исследователи, студенты на Международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации» (Конференцию), посвященную празднованию 100-летия отечественной гражданской авиации, которая состоится 12-13 октября 2023 г. при поддержке АО Авиакомпания «ИрАэро» г. Иркутск, Международной Мариинской академии им. М. Д. Шаповаленко.

Отмечая 100-летие отечественной гражданской авиации, руководство Иркутского филиала МГТУ ГА с большой уверенностью констатирует наличие



существенного вклада в развитие авиационной науки и техники не только Сибири, но и России. Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации», в прошлом (до 2020 г.) – Всероссийская с международным участием, стала подлинным центром научной мысли в области гражданской авиации Сибири и Дальнего Востока, заметно укрепив и расширив творческие контакты не только с ведущими образовательными организациями высшего образования страны, но и зарубежными странами, академическими и отраслевыми институтами. На протяжении всей пятнадцатилетней истории организации и проведения Конференции (I-ая Научно-практическая конференция преподавателей, научных работников и аспирантов была организована 26 ноября 2009 г. – прим. Л.А. Иванова) на базе использования научных достижений шел и активно продолжается в наши дни поиск путей дальнейшего совершенствования авиационной отрасли: от летной эксплуатации и технического обслуживания воздушных судов и авиационных двигателей до аэронавигации и управления воздушным движением; организационно-технологического обеспечения транспортных процессов в условиях изменения пассажирских и грузовых потоков до применения беспилотных авиационных систем, а также инновационных образовательных технологий в транспортном вузе.

Сказанное возможно было только при наличии первоклассных специалистов, ученых, педагогов, создавших свои оригинальные школы и научные направления: прочность летательных аппаратов (В.В. Забобин, канд. техн. наук); повышение надёжности работы элементов газотурбинных двигателей (Ю.А. Караваев, канд. техн. наук, доцент); динамика жидкостей и газов, вычислительная гидрогазодинамика в прикладных задачах; исследование влияния кинетики горения углеводородных видов топлива на характеристики воздушно-реактивных двигателей (А.И. Исаев, д-р техн. наук, профессор); аэродинамика летательных аппаратов, вычислительная аэродинамика, динамика полета летательных аппаратов, аэродинамика и динамика движения экранопланов и экранолетов, управление летательными аппаратами (С.М. Кривель, канд. техн. наук, доцент; И.И. Логвинов, канд. техн. наук, доцент); безопасность полетов воздушных судов (А.Г. Барсуков, канд. техн. наук, профессор); техническая эксплуатация и надежность современных воздушных судов (В.З. Чоккой, канд. техн. наук); повреждаемость, ремонтпригодность летательных аппаратов, выполненных из полимерных композиционных материалов (Н. А. Сажин, канд. техн. наук, профессор); конструкция и техническое обслуживание самолетов и их двигателей (И.И. Жаркой, доцент, Заслуженный работник транспорта, Отличник Аэрофлота, кавалер медали «За доблестный труд»); аэромеханика, основы аэродинамики (В.В. Яковлев, доцент); основы теории технической эксплуатации, управление качеством технического обслуживания воздушных судов в инженерно-авиационных службах авиапредприятий (А.А. Лодыгин, доцент, Заслуженный работник транспорта, Почетный работник транспорта России, Отличник Аэрофлота, кавалер медали «За трудовое отличие»); применение метода Ньютона, метода типа Рунге-Кутта для решения двумерных нелинейных интегральных

уравнений типа Вольтерра (Л.Н. Кузнечихина, канд. физ.-мат. наук, доцент); разработка методик синтеза систем управления сложными техническими комплексами и технологическими процессами в реальном времени (В.Н. Сизых, д-р техн. наук, профессор); совершенствование алгоритмического обеспечения систем управления и принципов построения перспективных мехатронных и робототехнических объектов (С.П. Круглов, д-р техн. наук, профессор); адаптивные системы автоматического управления воздушных судов, транспортная безопасность (О.А. Соколов, канд. техн. наук, доцент) и др.

Не претендуя на строгую историческую периодизацию, выше мы попытались собрать данные о тех педагогах, которые стояли у истоков развития науки в Иркутском филиале МГТУ ГА. Не все имена этих первопроходцев вошли в Программу первой и второй Конференций «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации», однако считаем, что не упомянуть имена этих замечательных ученых, заложивших основу авиационной науки в Иркутском филиале МГТУ ГА, было бы абсолютно неправильно.

Сегодня в Иркутском филиале МГТУ ГА трудится свыше 34 докторов, кандидатов наук, профессоров, доцентов, делающих многое для дальнейшего развития научно-исследовательской работы и подготовки авиационных специалистов. В рамках секции «Летательные аппараты, авиационные двигатели и методы их эксплуатации» представлены следующие направления: теория вихрей перед воздухозаборниками реактивных самолетов, теория вихревого поля сред Земли и области её практического применения (Н.В. Даниленко, канд. техн. наук, доцент), оценка характеристик повреждаемости и технологий восстановления агрегатов планера летательных аппаратов, выполненных из полимерных композиционных материалов (С.А. Нацубидзе, канд. техн. наук, доцент), совершенствование конструкции и рабочего процесса авиационных ГТД (С.А. Ходацкий, канд. техн. наук, доцент), оценка топливной экономичности импульсной камеры сгорания (А.М. Сафарбаков, канд. техн. наук, доцент), техническая эксплуатация авиационной техники (С.Н. Кузнецов, канд. техн. наук, доцент), исследование нестационарного вихреобразования под воздухозаборниками газотурбинной силовой установки при её работе на земле (А.Г. Киренчев, канд. техн. наук) и др.

Говоря о работе секции «Авионика, авиационные электросистемы, пилотажно-навигационные комплексы и методы их эксплуатации», необходимо отметить вклад следующих педагогов-исследователей, ктр. активно развивают научные направления:

Котлов Ю.В., канд. техн. наук, доцент – методы принятия решений, разработка проблемно-ориентированных систем поддержки принятия решений для диагностики, обработки полетной информации и управления авиационными системами.

Мишин С.В., канд. техн. наук, доцент – производство и преобразование электрической энергии в авиационных системах и комплексах.

Кивокурцев А.Л., канд. техн. наук – техническая эксплуатация и повышение надёжности интегрированных комплексов бортового оборудования,

разработка алгоритмического обеспечения отказоустойчивых бесплатформенных инерциальных навигационных систем.

Попов В.М., канд. техн. наук, доцент – использование технического зрения для автоматизации регистрации и обработки результатов измерений, контроля систем бортового комплекса и слежения за самочувствием пилотов.

Юрин А.Ю., д-р техн. наук, доцент – разработка новых методов приобретения и представления знаний интеллектуальными системами с использованием принципов порождающего программирования и модельных трансформаций; создание инструментальных средств для разработки прикладных интеллектуальных систем.

Одним из ведущих направлений научной деятельности в Филиале является «Исследование эффективности систем авиационной радиосвязи, радиолокации, радионавигации и методов их эксплуатации», реализуемое на кафедре Авиационного радиооборудования, которое уверенно сформировало секцию в Конференции с одноименным названием: «Системы авиационной радиосвязи, радиолокации, радионавигации и методы их эксплуатации». «Системы наблюдения и организации воздушного движения». Основоположником данного направления стал доктор технических наук, профессор О.Н. Скрыпник, благодаря которому в Филиале функционирует научная школа авиационной радионавигации, представляющая собой коллектив ученых-единомышленников. С первого заседания секции на Конференции прослеживается развитие научных исследований в областях:

- применения спутниковых систем навигации для управления воздушным движением (О.А. Горбачев, д.т.н., профессор, Р.О. Арефьев, канд. техн. наук, доцент, Н.Г. Арефьева, канд. техн. наук, доцент);

- методы и алгоритмы оптимальной фильтрации и управления в многопозиционных системах наблюдения и комплексных навигационных системах на основе инерциальных и спутниковых технологий (В.В. Ерохин, д-р техн. наук, доцент, Б.В. Лежанкин, канд. техн. наук, доцент);

- цифровые способы формирования и передачи сигналов в авиационных линиях связи (М.А. Межетов, канд. физ.-мат. наук, С.В. Туринцев, канд. техн. наук, доцент, Е.С. Григорьева);

- методы помехоустойчивого кодирования в системах авиационной электросвязи (О.В. Патрикеев, доцент, В.А. Караченцев, канд. техн. наук).

На современном этапе в Иркутском филиале МГТУ ГА благодаря усилиям заместителя директора А.В. Шаблова активно развивается направление, связанное с вопросами эксплуатации беспилотных авиационных систем, безопасности полетов БВС, особенностей нормативно-правового регулирования, проектирования и конструирования современных БПЛА. На секцию «Проблемы, перспективы развития и применения беспилотных авиационных систем» выносятся самые разные доклады и прежде всего те работы, которые могут вызвать бурное обсуждение, таким образом участники секции получают возможность поучаствовать в научной дискуссии. Секция позволяет более подробно рассказать о ходе самого исследования и проблемах.

Огромный интерес у участников секции вызвали результаты проекта «Беспилотный экологический мониторинг водных объектов (БЭМВО)» (А.В. Шаблов, М.А. Портнов, Я.В. Устинов) и вопросы проектирования и конструирования современных БПЛА (С.В. Скоробогатов, канд. техн. наук).

Важно заметить, что успехи Иркутского филиала МГТУ ГА в развитии исследовательской работы не могут быть поняты без обращения к историческому опыту организации и проведения Научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации». Уже в первый год проведения Конференции (организована 26 ноября 2009 году) со стороны преподавателей (С.М. Кривель, Л.Ю. Барбашова, С.В. Мишин, Д.В. Хазанов, Б.В. Лежанкин, Т.В. Смирнова, А.Л. Кивокурцев, И.Г. Голованов, В.В. Устинов, В.Н. Шелковников, С.П. Круглов, А.А. Чигвинцев, В.М. Попов, В.Г. Донцов, С.А. Ходацкий, А.И. Исаев, В.В. Забобин, С.В. Туринцев, Д.А. Рыжков, В.А. Караченцев, М.А. Межетов, В.В. Ерохин, Д.В. Богданович, М.Ю. Сосновский, Е.Г. Андросова, Е.П. Гордеева, Е.В. Иванова, Р.А. Кириллов, А.Д. Кременецкая и др.) наблюдался творческий поиск, интерес к научной стезе, как одному из важных факторов дальнейшего профессионального совершенствования. В первые годы своего существования на научно-практической конференции преподавателей, научных работников и аспирантов разрабатывались такие, например, научные направления, как: «Контроль качества и повышения надежности эксплуатации радиоэлектронного оборудования», «Проектирование и испытание узлов и механизмов летательных аппаратов», «Управление предприятиями на воздушном транспорте» и др. в рамках работы секций «Авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы», «Летательные аппараты», «Авиационное радиоэлектронное оборудование», «Социально-экономические дисциплины» [1].

По праву можно сказать, что творчество и научный интерес были основой деятельности и преподавателей профильных технических кафедр, которым принадлежит разработка научных идей, обобщение научного опыта коллег, широкое внедрение в учебный процесс результатов своих научных поисков. Весомая роль в организации исследовательской работы в Иркутском филиале МГТУ ГА принадлежала директору О.А. Горбачеву, заметную активизацию научно-исследовательской работы в области гражданской авиации подтверждает подготовка и защита в июне 2009 года диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему: «Навигационное обеспечение воздушных судов гражданской авиации в условиях возмущенной ионосферы» [2]. Наверное, мы можем назвать этот период первым этапом – этапом становления и формирования авиационной науки в Филиале. Первая Конференция проходила один день, на ней присутствовали гости из двух Иркутских вузов: Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС); Иркутский государственный технический университет (ИрГТУ) (приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 февраля 2015 г. № 85 переименовано в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский

национальный исследовательский технический университет» – прим. Л.А. Иванова). Кроме вузовских коллег, были приглашены исследователи из Института солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ СО РАН); ФГУП госкорпорация по ОрВД «Аэронавигация Восточной Сибири»; ОАО «Сибтелеком». На первую Конференцию было представлено 37 статей на пленарное заседание и четыре научные секции, которые вошли в сборник статей на 256 страниц. Организаторы Конференции разработали дизайн-макет для печатного сборника статей (рис. 1). Далее данный концепт дизайн-макета использовался и на следующих Конференциях. Ответственный редактор – О.Н. Скрыпник, канд. техн. наук, доцент. Члены редколлегии: Д.В. Богданович, канд. физ.-мат. наук; С.М. Кривель, канд. техн. наук, доцент; Л.Ю. Барбашова, канд. филос. наук, доцент; С.В. Мишин, канд. техн. наук, доцент; Д.В. Хазанов, канд. физ.-мат. наук, доцент; Б.В. Лежанкин, канд. техн. наук, доцент. Это специалисты высокого класса, умелые организаторы, опытные руководители, творчески работающие педагоги, они же активно участвовали в работе оргкомитета Конференции, ими же было принято решение в очередной раз провести Конференцию в 2011 году. Другим важным фактором и знаменательной вехой для этого периода стало пополнение числа докторов технических наук из числа сотрудников Иркутского филиала МГТУ ГА, защитивших работы в Москве [3].

ИРКУТСКИЙ ФИЛИАЛ  
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИИ

I-я Научно-практическая конференция  
преподавателей, научных работников и аспирантов  
26 ноября 2009 г.

Иркутск – 2009

Рисунок 1 – Дизайн-макет первого сборника статей, *Источник:*  
[http://www.if-mstuca.ru/konferentciia/images/Sborniki/Sbornik\\_I-NPK\\_2009.pdf](http://www.if-mstuca.ru/konferentciia/images/Sborniki/Sbornik_I-NPK_2009.pdf)

Вторая Конференция была запланирована на 6 мая 2011 года. Конференция также проходила один день, в ее работе приняли участие только преподаватели Иркутского филиала МГТУ ГА, работа проходила в 5 секциях. К уже имеющимся четырем секциям («Авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы», «Летательные аппараты», «Авиационное радиоэлектронное оборудование», «Социально-экономические дисциплины») добавилась пятая – «Естественно-научные дисциплины». Количество статей значительно сократилось по сравнению с первой Конференцией – 19, общее количество страниц сборника 114 [4]. Редакционная коллегия состояла из двух человек: ответственный редактор – Д.В. Богданович, канд. физ.-мат. наук; технический редактор – А.И. Тихова. Количество статей по секциям можно посмотреть в таблице 1.

Таблица 1 – Общее количество статей, выполненных в рамках секций II Конференции (6 мая 2011 г.)

№	Название секции	Количество статей
1.	Авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы	4
2.	Летательные аппараты	4
3.	Авиационное радиоэлектронное оборудование	3
4.	Социально-экономические дисциплины	4
5.	Естественно-научные дисциплины	4
Итого		19

III Конференция была запланирована на 1 марта 2012 года, она приобрела новый уровень и формат проведения – Всероссийская научно-практическая интернет-конференция преподавателей, научных сотрудников и аспирантов «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации – 2012». Такой формат проведения был предложен впервые. Количество статей, предоставляемых на Конференцию, вернулось приблизительно к исходным позициям первой Конференции. Сборник по III Конференции возрос до 219 страниц с количеством статей 36 [5]. В него включены статьи теоретического и прикладного содержания в рамках работы шести секций:

1. Летательные аппараты и авиадвигатели.
2. Информационные технологии в гражданской авиации.

3. Авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы.

4. Авиационное радиоэлектронное оборудование.

5. Приложение естественно-научных дисциплин в гражданской авиации.

6. Приложение гуманитарных и социально-экономических дисциплин в гражданской авиации.

Конференция привлекла к себе больше внимания, т.к. была проделана работа по совершенствованию информационной кампании, рекламе. И как результат, расширился круг участников и география. Это и преподаватели, научные работники, аспиранты не только Иркутского филиала МГТУ ГА, но и других авиационных вузов/ссузов России и ближнего зарубежья. Сборник включает статьи авторов из следующих городов: Москва, Воронеж, Кирсанов, Самара, Таганрог, Ульяновск, Минск (Республика Беларусь) и др. Впервые в истории проведения Конференции активными участниками были представители Минского государственного высшего авиационного колледжа (Республика Беларусь), Московского государственного технического университета гражданской авиации, Вычислительного центра Российской академии наук, Воронежского военного авиационного инженерного университета, Кирсановского авиационного технического колледжа (филиал МГТУ ГА), Иркутского государственного университета путей сообщения, Байкальского государственного университета экономики и права, Самарского государственного университета путей сообщения, Таганрогского технологического института (Южно-федеральный университет), Ульяновского высшего авиационного училища гражданской авиации. Доктор технических наук, профессор О.Н. Скрыпник отметил во вступительном слове к сборнику: «Возможность проведения интернет-конференции ещё раз показывает, что научное сообщество Иркутского филиала МГТУ ГА органично вписалось в развертывающуюся сетевую парадигму научной структуры. Приобщившись к новой информационной культуре, ученые обеспечивают разнообразие связей с внешним миром и делают доступными результаты своих научных исследований для всей интернет-аудитории» [5, с. 9].

Организационный комитет Конференции и редакционную коллегию сборника материалов-2012 представляли следующие сотрудники Иркутского филиала МГТУ ГА:

1. Скрыпник Олег Николаевич – доктор технических наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, заместитель директора Иркутского филиала МГТУ ГА по учебно-научной работе – председатель организационного комитета.

2. Богданович Денис Васильевич – кандидат физико-математических наук, начальник отдела развития образовательных программ и научно-исследовательской работы – ответственный секретарь.

3. Иванов Всеволод Борисович – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник кафедры авиационного радиоэлектронного оборудования.

4. Мишин Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

5. Исаев Александр Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой авиационных двигателей.

6. Кривель Сергей Михайлович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой летательных аппаратов.

7. Огородников Петр Анатольевич – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой экономики авиапредприятий.

8. Патрикеев Олег Викторович – доцент, заведующий кафедрой авиационного радиоэлектронного оборудования.

9. Хазанов Дмитрий Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин.

10. Астраханцев Олег Николаевич – кандидат исторических наук, доцент, заведующий кафедрой гуманитарных и социально-политических дисциплин.

С марта 2012 года по декабрь 2013 был объявлен сбор материалов на очередную Конференцию. IV научно-практическая конференция преподавателей, научных работников и аспирантов «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации – 2013» состоялась 3-5 декабря 2013 г.

Количество материалов, предоставляемых на Конференцию, сильно возросло, в связи с этим она проходила уже не два, а три дня, на ней присутствовали преподаватели, научные работники и аспиранты авиационных и технических ВУЗов России и ближнего зарубежья, заявленные в рамках работы следующих секций:

1. Проектирование и эксплуатация летательных аппаратов;
2. Авиационные двигатели;
3. Авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы;
4. Авиационное радиоэлектронное оборудование;
5. Приложения гуманитарных и социально-экономических дисциплин в гражданской авиации.

В рассматриваемый период времени, на Конференцию было представлено 45 статей, которые вошли в сборник на 272 страницах.

После длительного перерыва в несколько лет вновь прошла V Всероссийская научно-техническая конференция преподавателей, научных работников и аспирантов с международным участием 22-24 марта 2016 г. Открытие Конференции состоялось в аудитории 112, ул. Советская 139А. Работа Пленарного заседания прошла 22 марта 2016 г., с 15:00-18:00 и была представлена докладами ведущих ученых, исследователей Филиала и ЗАО «Авиакомпания «Ангара»:

1. Дифференциально-временная коррекция ошибок позиционирования для спутниковых радионавигационных систем – Горбачев Олег Анатольевич, д-р. техн. наук, профессор, Иркутский филиал МГТУ ГА (г. Иркутск).



2. Методы повышения эффективности аэронавигационного обеспечения воздушных судов на основе спутниковых систем навигации – Скрыпник Олег Николаевич, д-р техн. наук, профессор, Иркутский филиал МГТУ ГА (г. Иркутск).

3. Анализ результатов действия Федеральной Программы субсидирования межрегиональных авиаперевозок на территории России в рамках ПП №1242 – Мясников Дмитрий Алексеевич, ЗАО «Авиакомпания «Ангара» (г. Иркутск).

4. Бинарный цикл газотурбинных двигателей – Исаев Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор, Иркутский филиал МГТУ ГА (г. Иркутск).

5. Автоматизация и контроль измерения параметров стенда – вертолета Ми-8МТ при сдаточных испытаниях редуктора – Попов Владимир Михайлович, канд. техн. наук, доцент, Иркутский филиал МГТУ ГА (г. Иркутск).

Секционные заседания состоялись 23-24 марта 2016 г. Появились три новые секции: «Системы авиационной радиосвязи, радиолокации, радионавигации и методы их эксплуатации», «Системы наблюдения и организации воздушного транспорта», «Летательные аппараты, авиационные двигатели и методы их эксплуатации», они пришли на смену двум: «Авиационное радиоэлектронное оборудование», «Авиационные двигатели». В работе секций приняли участие представители Иркутского филиала МГТУ ГА (Иркутск), ГП «Белаэронавигация», Белорусской государственной академии авиации (г. Минск, Республика Беларусь), Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации (г. Санкт-Петербург), Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж), Ульяновского института гражданской авиации имени главного маршала авиации Б. П. Бугаева (г. Ульяновск), Казанского национального исследовательского технического университета (КНИТУ – КАИ) им. А. Н. Туполева (г. Казань), Кирсановского авиационного технического колледжа – филиал МГТУ ГА (г. Кирсанов), Казанского государственного энергетического университета (г. Казань), ФГУП Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (г. Москва), представившие 40 докладов от 68 исследователей и практиков. Участие в публичных прениях в рамках вышеназванных секций многим дало возможность озвучить результаты собственных теоретических выкладок, результатов и экспериментальных работ. В качестве ведущих секций выступали титулованные ученые, которые не только направляли течение дискуссии, но и учили правилам ведения научных бесед.

В связи с 50-летним юбилеем Иркутского филиала МГТУ ГА было принято решение провести очередную Конференцию 17–19 мая 2017 г. [6].

Конференция привлекла к себе больше внимания. Всего 104 участника, из них из Филиала – 32, из МГТУ ГА – 10, из Иркутских вузов 4 участника, из ведущих вузов России 51 участник, а также 7 зарубежных участников.

Объяснить это можно тем, что, во-первых, была осуществлена рассылка Информационных писем в вузы России и ближнего зарубежья, представлена информация на специализированных сайтах, размещающих анонсы о предстоящих конференциях; во-вторых, к этому времени Конференция получила глубокое признание научной и педагогической общественности.

Впервые Конференция была открыта Пленарным заседанием в конференц-зале КДЦ «Орбита», что стало отличной традицией в проведении всех последующих конференций.

На пленарном заседании, проходившем в первый день работы Конференции, с докладом «Основные направления, результаты научной деятельности МГТУ ГА и перспективы ее развития» выступил доктор технических наук, профессор МГТУ ГА Вадим Вадимович Воробьев. Ярким и запоминающимся явился доклад «Аэрофлот инновационный», ктр. был представлен кандидатом экономических наук, советником генерального директора – руководителем инновационного направления ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии» Андреем Александровичем Полозовым-Яблонским. О статусе Конференции свидетельствует и доклад «Расчет и экспериментальная проверка долговечности типовых алюминиевых и титановых образцов, испытанных по блочной и квазислучайной программе нагружения» гостями из ПАО «Туполев» – кандидатом технических наук Маратом Равильевичем Абдуллиним и Ольгой Александровной Дельбирдиевой. Межетов Муслим Амирович, кандидат физико-математических наук, Туринцев Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент (Иркутский филиал МГТУ ГА) представили доклад на тему: «Инновационные технологии при преподавании дисциплин радиотехнической направленности». Скрыпник Олег Николаевич, доктор технических наук, профессор Иркутского филиала МГТУ ГА выступил с докладом «Требования авиационных потребителей к точности аэронавигационного обеспечения при реализации технологий PBN».

Сборник Конференции к Юбилею Филиала составил 196 страниц с количеством статей 40 [6].

Начиная с 2018 года Конференция становится ежегодной, традиционной и решением Научно-технического совета проводится на второй неделе октября. Автор данной статьи принимал активное участие в проведении Конференции, начиная с 2018 года, кроме того, занимался информационной поддержкой в СМИ [7], социальных сетях, фото- и видеосъемкой и др.

Коллектив Иркутского филиала МГТУ ГА явился наследником богатых традиций проведения Конференции, накопленных целой плеядой специалистов, работавших ранее в отделе редакционно-издательской и научной работы (РИиНР) до сентября 2018 года. В задачи нового коллектива отдела РИиНР входило, без сомнения, не только преумножение славных достижений, но перевод опыта проведения Конференции, сложившегося в Филиале на новый уровень.

По прошествии не многим более пяти лет, мы можем свидетельствовать о том, что коллективу отдела РИиНР не просто удалось сохранить традиции, но, что является колоссальным достижением, перевести Конференцию на

масштабно новый уровень. Справедливости ради, нужно сказать, что в это время статус Конференции меняется с «Всероссийской» на «Всероссийскую с международным участием» (2019), а далее на «Международную» (2020), т.к. активно участвуют в Конференции не только коллеги из ближнего зарубежья: Шамсиев Заир Зияевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Системы аэронавигации», факультет Авиакосмических технологий Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова (Ташкент, Узбекистан); Эшмурадов Дилшод Эльмурадович, кандидат технических наук, академик АН Турон, заведующий кафедрой Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий (Ташкент, Узбекистан) и др., но и из стран дальнего зарубежья. В Программный комитет входят:

Prof. Gao Xiaoguang – Professor, Northwest Polytechnical University, China;

Dr. Li Bo – Associate Professor, Northwest Polytechnical University, China;

*Markus Hennig* – Paderborn University, Germany, Scientist;

Dr. Daqing Chen – Deputy Head of Division: Computer Science and informatics. School of Engineering, London South Bank University.

Остановимся на важных факторах, которые привлекали международных участников к нашей Конференции. Две вещи, которые влияют на выбор зарубежными участниками Конференции. Первое – это научный уровень Конференции как таковой, и второе – насколько материалы Конференции могут интегрироваться в существующую систему распространения. До 2018 года тираж материалов Конференции распространялся преимущественно среди авторов публикаций, электронное представление сборников трудов Конференции в Интернете отсутствовало. Следует отметить, что с 2009 по 2018 год было издано 6 сборников, все выпуски сборников на бумажном носителе хранились в отделе РИиНР, научной библиотеке Филиала и у авторов. При таком подходе маловероятно, что информация о Конференции попадет к широкому кругу зарубежных исследователей и привлечёт участников. Следует отметить, что с 2018 года Оргкомитет Конференции принимает решение размещать труды Конференции в Российском индексе научного цитирования. Конференция становится заметной в международном информационном поле.

С 2018 года спонсорскую помощь в организации и проведении Конференции активно оказывает ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии» (г. Москва). С приветственным словом ежегодно выступают почетные гости, в 2018 году выступили: руководитель Восточно-Сибирского межрегионального территориального управления воздушного транспорта Федерального агентства воздушного транспорта Бурахович Василий Леонидович; министр жилищной политики, энергетики и транспорта Иркутской области Сулейменов Артур Мухтарович; заместитель министра образования и науки Иркутской области Апанович Елена Владимировна; первый заместитель директора филиала ФГУП «Госкорпорация по организации воздушного движения в РФ» – «Аэронавигация Восточной Сибири» Мельник Евгений Борисович; директор по наземному обслуживанию АО «Международный Аэропорт Иркутск»

Прескур Виктор Иванович. Они отметили важность научных школ, представленных на Конференции, и выразили надежду на то, что представленные на конференции доклады станут основой для новых исследовательских проектов.

К началу Конференции-2019 был создан сайт конференции – <http://if-mstusa.ru/konferentciia/index.php>, который явился в свою очередь необходимым информационно-научным условием для реализации совместного научно-исследовательского международного проекта.

VIII Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации» 14-16 октября 2019 г. объединила в Иркутском филиале МГТУ ГА коллектив единомышленников с бескрайних просторов нашей страны: Москва, Якутск, Кирсанов, Егорьевск, Рыльск, Троицк, Ростов-на-Дону, Воронеж.

В 2019 году в Программе Конференции было заявлено 76 докладов. Заочными участниками стали ученые из России, Беларуси, Казахстана и Китая (Воронеж, Иркутск, Казань, Красноярск, Москва, Минск, Новосибирск, Павлодар, Пятигорск, Санкт-Петербург, Самара, Севастополь, Сызрань, Шеньян, провинция Ляонин и др.). В числе участников Конференции 12 докторов и 50 кандидатов наук.

Ученые представляли свои доклады в рамках научных секций:

- «Летательные аппараты, авиационные двигатели и методы их эксплуатации»;
- «Авионика, авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы и методы их эксплуатации»;
- «Системы авиационной радиосвязи, радиолокации, радионавигации и методы их эксплуатации», «Системы наблюдения и организации воздушного движения»;
- «Проблемы, перспективы развития и применения беспилотных авиационных систем»;
- «Использование инновационных образовательных технологий в техническом вузе».

Возможность новых научных контактов неизменно привлекала специалистов в области актуальных проблем и перспектив развития гражданской авиации в Иркутский филиал МГТУ ГА. Получив мощный фундаментальный заряд по привлечению зарубежных коллег к участию в Конференции, активно развиваются и научные связи между учеными и коллективами различных научных центров России, выполняются совместные исследования. Обсуждение на Конференции научных результатов и фундаментальных проблем в современной науке помогало развивать как существующие, так и новые направления научных исследований.

Как было отмечено выше, начиная с 2018 года в Конференции принимали участие множество иностранных участников, оргкомитетом было принято решение изменить статус Конференции – «международная». 15 – 22

октября 2020 г. в Иркутском филиале МГТУ ГА прошла очередная IX, начиная с этого времени, Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации». С целью предупреждения распространения коронавирусной инфекции, в соответствии с приказом ректора МГТУ ГА от 18.03.2020 №23/П, принято решение, что Пленарное заседание пройдет 15 октября 2020 г. в 10.00-13.00 мск. времени в формате видеоконференции в системе Zoom. Была разработана памятка докладчику Конференции на платформе ZOOM.

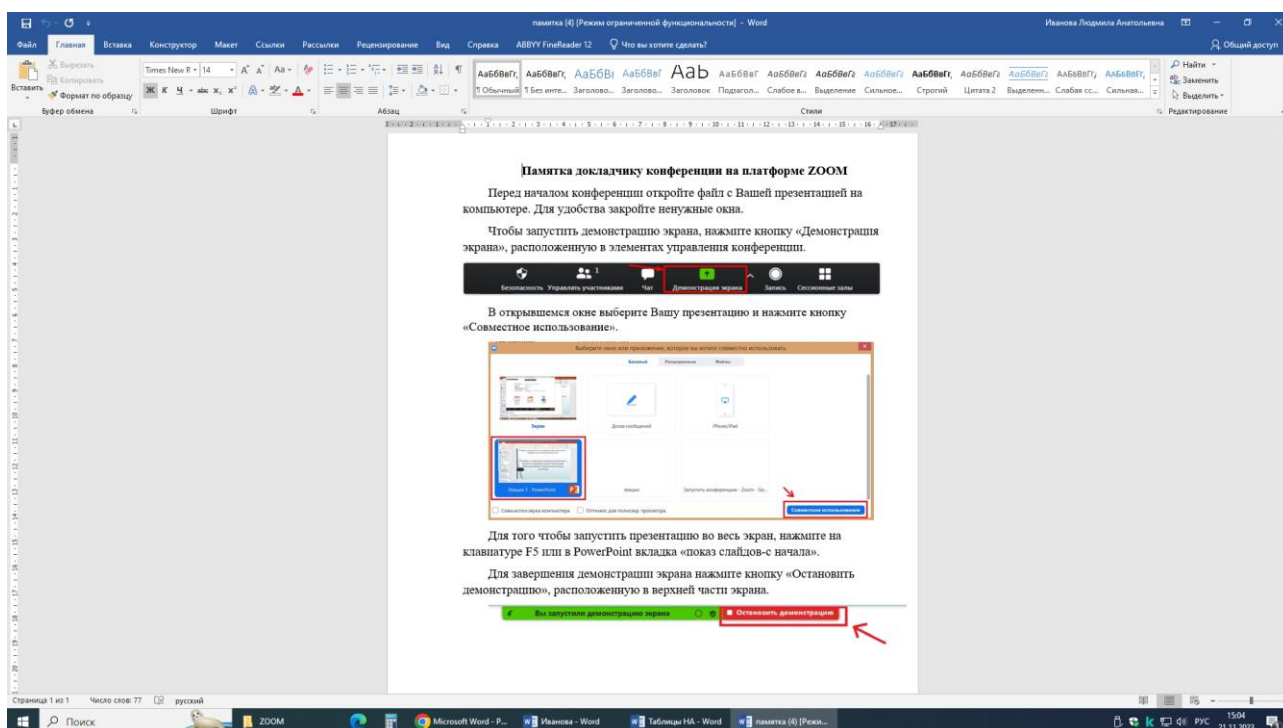


Рисунок 2 – Памятка докладчику Конференции на платформе ZOOM

С пленарным докладом выступили: Полозов-Яблонский Андрей Александрович, советник генерального директора по инновационному развитию ПАО «Аэрофлот – Российские авиалинии» (г. Москва); Берман Александр Фишелевич, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ИДСТУ СО РАН, эксперт РАН (г. Иркутск); Большедворская Людмила Геннадьевна, д-р техн. наук, канд. экон. наук, доцент, профессор кафедры БПиЖД, МГТУ ГА (г. Москва); Будков Александр Сергеевич, Московский авиационный институт, инженер-конструктор 2 категории отдела систем самолетовождения филиала ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования» (г. Москва); Дяченко Сергей Александрович, Московский авиационный институт, инженер-конструктор 2 категории отдела систем индикации и сигнализации филиала ПАО «Корпорация «Иркут» «Центр комплексирования» (г. Москва); Мошканцев Петр Владиславович, Московский авиационный институт, техник отделения 0500 ФГУП «ГосНИИАС»; Князь Владимир Александрович, начальник отделения 0500 ФГУП «ГосНИИАС», канд. техн. наук (г. Москва); Савельев Артем

Сергеевич, Московский авиационный институт, инженер-конструктор 2 категории отдела систем автоматического управления конструкторского бюро инженерного центра ПАО «Корпорация «Иркут» (г. Москва); Межетов Муслим Амирович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры АРЭО, Григорьева Елена Сергеевна, Иркутский филиал МГТУ ГА (г. Иркутск); Никитич Полина Тимофеевна, инженер-администратор Хабаровского центра ОрВД, филиала «Аэронавигация Дальнего Востока», ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» (г. Хабаровск); Скоробогатов Сергей Викторович, ст. преподаватель, Иркутский филиал МГТУ ГА (г. Иркутск). По инициативе автора данной статьи на Пленарном заседании были организованы видеосъемки. Видеозаписи выступлений опубликованы на официальном YouTube-канале Иркутского филиала МГТУ ГА <https://www.youtube.com/watch?v=2nzMGS-Hrnk> и на сайте Конференции <http://www.if-mstuca.ru/konferentciia/index.php/arkhiv>. Данный видеорепортаж стал новшеством для Конференции и послужил хорошим подспорьем на будущее для привлечения новой аудитории на Конференцию. Как и на предыдущих Конференциях – присутствовали представители других вузов и стран, что еще раз являлось подтверждением статуса Конференции (международная).

16 октября 2020 г. работа Конференции продолжилась в рамках секций, которые прошли в заочной форме:

1. «Летательные аппараты, авиационные двигатели и методы их эксплуатации», председатель – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой ЛАиД Ходацкий Сергей Альбертович.

2. «Авионика, авиационные электросистемы и пилотажно-навигационные комплексы и методы их эксплуатации», председатель – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой АЭСиПНК Попов Владимир Михайлович.

3. «Системы авиационной радиосвязи, радиолокации, радионавигации и методы их эксплуатации», «Системы наблюдения и организации воздушного движения», председатель – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой АРЭО Лежанкин Борис Валентинович.

4. «Использование инновационных образовательных технологий в техническом вузе», председатель – доктор истор. наук, доцент, декан факультета СТ Волосов Евгений Николаевич

22 октября 2020 г. в 10.00 мск. времени завершила работу Конференции в дистанционном формате (платформа Zoom) секция «Проблемы, перспективы развития и применения беспилотных авиационных систем», председатель канд. пед. наук, заместитель директора Иркутского филиала МГТУ ГА по УМР Шаблов Александр Васильевич.

Стоит подчеркнуть, что IX Конференция осуществляла свою работу в период очередной волны коронавируса, но это не повлияло на сокращение количества участников и опубликованных статей (Таблица 2).

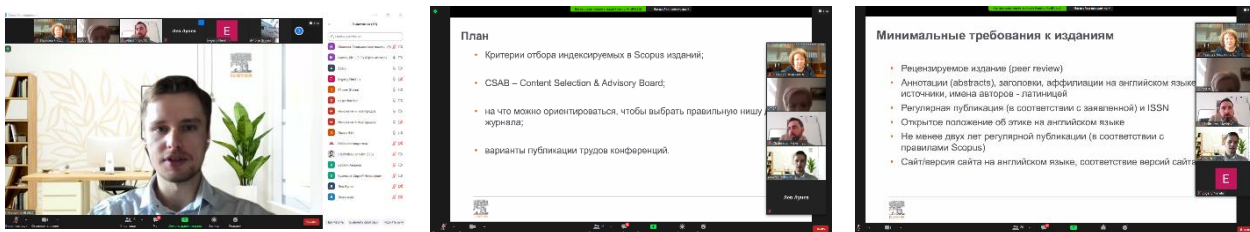
В рассматриваемый историографический отрезок новым ключевым требованием, предъявляемым к научно-исследовательской деятельности преподавателей высшей школы, становятся публикации в базах данных

Scopus, Web of Science, а количество таких публикаций – приобретает статус государственного норматива. Приходилось констатировать, что публикации в данных наукометрических базах играли одну из решающих ролей и в построении рейтинга университетов, перечне показателей для анализа эффективности деятельности образовательной организации по результатам мониторинга, и при определении контрольных цифр приема, и при распределении госконтрактов, мегагрантов и др. И Оргкомитет Конференции принимает решение работать в данном направлении.

Издание сборника трудов в серии Lecture Notes in Mechanical Engineering (Scopus, Web of Science) становится другой важной знаменательной вехой для этой Конференции. Этому предшествовала огромная работа всего коллектива Филиала.

16 апреля 2021 г. в Иркутском филиале МГТУ ГА состоялось онлайн-совещание Членов оргкомитета Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации» и членов Редакционного Совета МИАЖ «Crede Experto» (См. скриншот экрана). Совещание организовал Максим Владимирович Владимиров, директор направления образовательных и исследовательских организаций Elsevier S&T в России. Кирилл Михайлович Иванов, консультант по аналитическим решениям – Россия и Центральная Азия рассказал о критериях, предъявляемых к индексируемым в Scopus изданиям, а также представил варианты публикации материалов конференций в индексируемых изданиях.

Встреча прошла динамично, конструктивно, участники совещания получили консультацию высокопрофессиональных экспертов, узнали о возможных решениях задачи подготовки научных журналов и материалов Конференции к подаче заявки на включение в БД Scopus. Но договор заключить так и не удалось.



Скриншот экрана 1 – Онлайн-совещание Членов оргкомитета и представителей Elsevier S&T в России, *Источник: <http://if-mstuca.ru/>*

Говоря о решении задачи подготовки материалов Конференции к подаче заявки на включение в БД Scopus, необходимо отметить вклад преподавателя кафедры ГСПД Портновой Татьяны Юрьевны, которой была проделана серьезная работа по заключению издательского договора между доктором Горбачевым О.А., Иркутский филиал МГТУ ГА, доктором Сяогуан Гао, Северо-Западный политехнический университет, факультет системотехники, Сиань,

Китай, доктором Бо Ли, Северо-Западный политехнический университет, факультет информатики и систем управления, Сиань, Китай с одной стороны, и издательством Springer Nature Singapore Pte Ltd., 152 Beach Road, # 21-01 / 04 Gateway East, Сингапур 189721, Сингапур с другой, с целью издания лучших статей X Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации» в трудах конференций в серии Lecture Notes in Mechanical Engineering (Scopus, Web of Science).

Т.Ю. Портнова, Б.В. Лежанкин, Н.Б. Кузнецова, С.Т. Какаулина, Е.С. Григорьева и др. полностью сопровождали реализацию данного проекта.

Остановимся подробнее на проведении этой знаковой Конференции 14-15 октября 2021 года, результатом которой стал выпуск столь долгожданного сборника трудов (Scopus, WoS). В работе пленарного заседания приняли участие более 50 участников из России в очном формате, а также в режиме Zoom.

Всего в Конференции в работе секций приняли участие более 150 ученых и исследователей. География участников Конференции включает в себя как Россию: Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Уфа, Самара, Челябинск, Ульяновск, Казань, Омск, Ярославская обл., Архангельская обл., так и зарубежные страны: Франция, Вьетнам, Китай, Узбекистан.

В 2022 году в Иркутском филиале МГТУ ГА произошло событие, которое трудно переоценить всем тем, для кого наука стала родной реальностью: именно в этом году Сборник X Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации», 14-15 октября 2021 г. был опубликован в серии Lecture Notes in Machine Engineering (Scopus) издательства Springer Nature 20.10.2022 <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-3788-0>

13 – 21 октября 2022 г. в Иркутском филиале МГТУ ГА была успешно проведена очередная XI Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации».

Пленарное заседание прошло 13 октября 2022 г. в 10.00–12.00 в очном формате, для иногородних участников в формате видеоконференции в системе <https://events.webinar.ru/55879601/1687449478>

14 и 21 октября 2022 работа Конференции продолжилась в рамках секций, в которых активное участие принимали студенты, магистранты, аспиранты, молодые и маститые ученые, которые по-настоящему увлечены наукой и не равнодушны к проблемам развития гражданской авиации.

Яркими свидетельствами того, что Конференция растет и развивается в самых различных направлениях, является и увеличение общего количества статей, страниц сборника (подробнее в таблице 2). Начиная с 2021 года выходит два тома, количество печатных листов впечатляет. Начиная с 2017 года сборник размещается в РИНЦ, с 2020 года лучшие доклады публикуются в МИАЖ «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык» <http://ce.if-mstuca.ru/> (Перечень ВАК, категория К2).



Таблица 2 – Количественные характеристики сборников Конференции (2009 – 2022 гг.) и данные о их размещении

Год проведения Конференции	Статей	Количественные характеристики Том/страниц/п.л.	РИНЦ	ВАК	Scopus
26 ноября 2009 г.	37	Том 1, 256 с./16 п.л.	-	-	-
6 мая 2011 г.	19	Том 1, 114 с./7,1 п.л.	-	-	-
1 марта 2012 г.	36	Том 1, 218 с./13,6	-	-	-
3-5 декабря 2013 г.	45	Том 1, 272 с./17 п.л.	-	-	-
22-24 марта 2016 г.	40	Том 1, 328 с./20,5 п.л.	-	-	-
17-19 мая 2017 г.	40	Том 1, 196 с./12,25 п.л.	+	-	-
19 октября 2018 г.	39	Том 1, 240 с./15 п.л.	+	-	-
14-16 октября 2019 г.	42	Том 1, 244 с./15,25 п.л.	+	-	-
15-22 октября 2020 г.	51	Том 1, 313 с./19,6 п.л.	+	+ (7 статей)	-
14-15 октября 2021 г.	95	Том 1, 382 с./23,9 п.л. Том 2, 318 с./19,9 п.л.	+	-	+ (41 статья)
13-14 октября 2022 г.	71	Том 1, 208 с./13 п.л. Том 2, 268 с./16,7 п.л.	+	+ (3 статьи)	-

В завершение, можно без преувеличения утверждать, что сегодня педагоги Иркутского филиала МГТУ ГА держат руку на пульсе времени, глубоко анализируя и обобщая происходящие перемены в гражданской авиации. Особое внимание уделяется проблемам обеспечения и поддержки эксплуатации гражданских воздушных судов в условиях санкционных ограничений и давления, а также вопросам состояния отрасли беспилотных авиационных систем. Происходит рефлексия и смена парадигм в разработке системы подготовки квалифицированных кадров воздушного транспорта, меняются концептуальные схемы проектирования образовательной и производственных практик в

соответствии с новыми реалиями, связанными с развитием импортозамещения в авиационной отрасли. Участвовавшие контакты и сотрудничество с коллегами зарубежных стран и других регионов страны позволяют плодотворно обмениваться передовым научным и педагогическим опытом в области актуальных проблем и перспектив развития гражданской авиации.

Данная статья была подготовлена на основе архивных материалов, которые по крупицам удалось собрать, систематизировать, а позже оцифровать и разместить на сайте Конференции <http://if-mstuca.ru/konferentciia/index.php/arkhiv>.

В качестве итога важно констатировать, что настоящая статья ни в коей мере не претендует на полноту охвата полной историографии Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации», всех научных тем и имен педагогов-исследователей Иркутского филиала МГТУ ГА, занимавшихся и занимающихся проблемами развития гражданской авиации в РФ.

В то же время мы надеемся, что данная инициатива найдет поддержку и понимание как со стороны отдельных коллег, так и подразделений Иркутского филиала МГТУ ГА, а традиции, заложенные в 2009 году, держать высокую планку будут продолжены и преумножены. Считаем, что данная статья послужит основанием консолидации научно-педагогического сообщества Филиала и импульсом дальнейшего научного поиска в рамках Конференции.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации. Сборник трудов 1-й Научно-практической конференции преподавателей, научных работников и аспирантов. 26 ноября 2009 года. Иркутск: ИФ МГТУ ГА, 2009. – 256 с.
2. *Горбачев О. А.* Навигационное обеспечение воздушных судов гражданской авиации в условиях возмущенной ионосферы : специальность 05.22.13 "Навигация и управление воздушным движением" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Горбачев Олег Анатольевич. Москва, 2009. 324 с. – EDN QEAGWB.
3. *Скрыпник О. Н.* Межсамолетная навигация при управлении воздушным движением : специальность 05.22.13 "Навигация и управление воздушным движением" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Скрыпник Олег Николаевич. Москва, 2010. 313 с. – EDN QFOTVT.
4. Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации – 2011: Сборник трудов Научно-практической конференции преподавателей, научных работников и аспирантов. 6 мая 2011 года. Иркутск: ИФ МГТУ ГА, 2011. 116 с.
5. Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации – 2012: Сборник трудов Всероссийской научно-практической интернет-конференции преподавателей, научных работников и аспирантов. 1 марта 2012 года. Иркутск: ИФ МГТУ ГА, 2012. 218 с.
6. Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 50-летию Иркутского филиала МГТУ ГА. 17–19 мая 2017 г. Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2017. 196 с. ISBN 978-5-9500497-0-5
7. *Иванова Л. А.* Парадигма прорыва. В Иркутском филиале МГТУ ГА обсудили актуальные проблемы и тренды развития гражданской авиации // Воздушный транспорт ГА № 45, ноябрь 2018 г. С. 8-9.

## РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ ОПОП ПО ПРОФИЛЮ 25.04.03\_01 УПРАВЛЕНИЕ ПОИСКОМ И СПАСАНИЕМ

Иванская Н. Н., канд. биол. наук  
Селезнев А. В., канд. техн. наук  
Куклев В. А., д-р пед. наук

*Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала  
авиации Б.П. Бугаева  
(г. Ульяновск)*

**Аннотация.** В ФГБОУ ВО УИ ГА с 2021 года подготовка в магистратуре по профилю 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием осуществляется согласно требованиям ФГОС 3++. На кафедре ПАСОПиТБ разработана собственная ОПОП. На основе нормативных правовых актов по современному поиску и спасанию определены профессиональные компетенции ОПОП, индикаторы их достижений и дисциплины их формирующие.

**Ключевые слова:** авиационные спасатели, профессиональные компетенции, магистратура, аэронавигация, профессиональная подготовка.

## EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF FSES 3++ AIR NAVIGATION IN THE TRAINING OF MASTER RESCUERS

Ivanskaia N. N., Candidate of Biological Sciences  
Kuklev V. A., Doctor of Pedagogical Sciences  
Seleznev A. V., Candidate of Technical Sciences

*Ulyanovsk Civil Aviation Institute named after Chief Marshal of Aviation  
B.P. Bugaev  
(Ulyanovsk)*

**Abstract.** Since 2021, training in the master's degree in the profile 25.04.03\_01 Search and rescue management has been carried out in accordance with the requirements of the Federal State Educational Standard 3++. The Ulyanovsk Institute of Civil Aviation has developed its own basic professional educational program. A number of regulatory legal documents are proposed for the formulation of professional competencies and their achievements.

**Keywords:** aviation rescuers, professional competencies, master's degree, air navigation, professional training.

### **Введение**

Профессиональная сфера любой деятельности динамично меняется, что отражается на изменениях требований к специалисту. Формирование профессионально значимых качеств авиационных спасателей в гражданской авиации невозможно без современного опережающего образования, учитывающего функциональные обязанности специалиста, строго регламентированные нормативно-правовой базой.

Авиационных спасателей в России готовит единственный вуз – ФГБОУ ВО УИ ГА. С 2021 года подготовка курсантов и студентов в магистратуре по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация (Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по направлению подготовки 25.04.03 Аэронавигация: утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21 августа 2020 г. № 1081. URL: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Mag/250403\\_M\\_3\\_14092020.](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Mag/250403_M_3_14092020.)), профилю 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием осуществляется по ФГОС 3++. Ранее мы рассматривали проблемы развития профессионального образования на базе ФГОС 3++ [1].

Во ФГОС 3++ функциональные обязанности специалиста нашли отражение в профессиональных компетенциях. Компетентностный подход, осуществляемый на базе образовательных стандартов третьего поколения, включает универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции. УК и ОПК содержатся в тексте ФГОС 3++, а ПК разрабатываются вузом на базе ряда источников, среди которых первыми являются профессиональные стандарты, а при их отсутствии – профильная деятельность выпускников [2], базирующаяся на требованиях работодателей, и обобщение опыта специалистов.

Цель работы – разработка компонентов основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) для подготовки магистров профиля 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием на основе ФГОС 3++ 25.04.03 Аэронавигация.

Задачи:

- сформулировать типы задач профессиональной деятельности (ПД) и объекты ПД в рамках заданных ФГОС 3++ типов задач ПД;
- сформулировать ПК согласно типам задач и объектам ПД;
- сформулировать индикаторы достижения ПК;
- подобрать ряд учебных дисциплин, способствующих формированию каждой ПК.

Рассмотрим компоненты ОПОП магистров, сформулированные кафедрой ПАСОПиТБ для профиля 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием.

Области и сферы ПД, в которых выпускники магистратуры осуществляют ПД: обеспечение безопасности (в сфере обеспечения безопасности полетов воздушных судов и безопасности использования воздушного пространства).

При освоении программы выпускники готовятся к решению профессиональных задач двух типов: эксплуатационно-технологического и организационно-управленческого.

Целью ОПОП является формирование компетенций, позволяющих выпускнику успешно работать в области обеспечения безопасности в сфере обеспечения безопасности полетов воздушных судов по управлению поиском и спасанием, способствующих его социальной мобильности, востребованности на рынке труда, успешной карьере.

В виду отсутствия действующих профессиональных стандартов для

спасателей в авиации и, учитывая, что данная ПД является строго регламентированной, оценка требований к ПК, необходимым выпускникам, была проведена на основе ряда нормативно-правовых документов, в которых указаны трудовые функции авиационных спасателей. Делали это исходя из собственного понимания, наработанного опыта [3]. Прямое цитирование элементов профстандартов в формулировках ПК не рекомендуется [4].

Задачи и объекты ПД и ПК выпускников приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные составляющие ОПОП магистратуры профиля 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием

Задача ПД	Объекты ПД	Код и наименование ПК
Тип задач ПД: эксплуатационно-технологический		
управление поиском и спасанием в авиации	процессы, методы и средства организации и проведения поисково-спасательных работ (ПРС)	ПК-1. Способен организовывать эксплуатацию средств авиационного поиска и спасания
		ПК-2. Способен разрабатывать и совершенствовать технологические процессы в сфере ПД
Тип задач ПД; организационно-управленческий		
управление поиском и спасанием в авиации	процессы, методы и средства организации и проведения ПСР	ПК-3. Способен организовывать и управлять деятельностью по поисково-спасательному обеспечению полетов авиации, включая деятельность по организации и проведению ПРС
		ПК-4. Способен организовывать и обеспечивать мероприятия по безопасности ПД предприятий и учреждений, по антитеррористической и противопожарной защите
обеспечение безопасности полетов воздушных судов	– процессы, методы и средства обеспечения безопасности полетов воздушных судов; –воздушные суда	ПК-5. Способен к проведению и организации научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование и развитие авиационного поиска и спасания

Индикаторы достижения компетенций и дисциплины, их формирующие, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Индикаторы достижения (ИД) ПК и дисциплины, их формирующие, для магистратуры профиля 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием

Наименование ПК	Индикатор достижения ПК	Дисциплина, формирующая ПК
ПК-1. Способен организовывать эксплуатацию средств авиационного поиска и спасания	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> . Организует эксплуатацию средств авиационного поиска и спасания	Учебная практика. Эксплуатационно-технологическая практика Организация и обеспечение АКПС
ПК-2. Способен разрабатывать и совершенствовать технологические процессы в сфере	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> . Разрабатывает и совершенствует технологические процессы в сфере ПД	Организация и обеспечение авиационно-космического поиска и спасания Технологическое обеспечение научно-исследовательской работы Государственное регулирование

Наименование ПК	Индикатор достижения ПК	Дисциплина, формирующая ПК
профессиональной деятельности		<p>деятельности в области АКПС</p> <p>Имитационное моделирование процессов и систем в авиации</p> <p>Математическое моделирование процессов в чрезвычайных ситуациях</p> <p>Концептуальные основы систем защиты объектов</p> <p>Спецкурс № 3. Теория решения изобретательских задач</p> <p>Эксплуатационно-технологическая практика</p> <p>Производственно-технологическая практика</p> <p>Научно-исследовательская работа (производственная практика)</p> <p>Преддипломная практика</p>
ПК-3. Способен организовывать и управлять деятельностью по поисково-спасательному обеспечению полетов авиации, включая деятельность по организации и проведению ПСР	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> . Организует и управляет деятельностью по обеспечению авиационно-космического поиска и спасания (АКПС)	<p>Организация и обеспечение авиационно-космического поиска и спасания</p> <p>Педагогические технологии</p> <p>Государственное регулирование деятельности в области АКПС</p> <p>Управление культурой безопасности</p> <p>Эксплуатационно-технологическая практика</p> <p>Производственно-технологическая практика</p> <p>Научно-исследовательская работа (производственная практика)</p> <p>Преддипломная практика</p>
ПК-4. Способен организовывать и обеспечивать мероприятия по безопасности ПД предприятий и учреждений, по антитеррористической и противопожарной защите	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> . Организует и обеспечивает мероприятия по безопасности ПД предприятий и учреждений, по антитеррористической и противопожарной защите	<p>Эргономические основы безопасности</p> <p>Организация аварийно-спасательных и противопожарных работ на воздушном судне</p> <p>Спецкурс № 2 Психология труда</p> <p>Производственно-технологическая практика</p> <p>Эксплуатационно-технологическая практика</p> <p>Научно-исследовательская работа (производственная практика)</p> <p>Преддипломная практика</p>
ПК-5. Способен к проведению и организации научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование и развитие авиационного поиска и спасания	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> . Разрабатывает предложения в нормативно-технические и руководящие документы по организации авиационного поиска и спасания	<p>Управление проектами</p> <p>Технологическое обеспечение НИР</p> <p>Семинар научных исследований</p> <p>Производственно-технологическая практика</p> <p>Научно-исследовательская работа (производственная практика)</p> <p>Преддипломная практика</p>
	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> . Вносит предложения по совершенствованию тактико-технических характеристик воздушных судов, средств и методов поиска и спасания, а также порядку их применения	
	ИД-3 <sub>ПК-5</sub> . Проводит научные исследования по теоретическим	

Наименование ПК	Индикатор достижения ПК	Дисциплина, формирующая ПК
	основам возникновения и развития чрезвычайных ситуаций на воздушном судне.	
	ИД-4 <sub>ПК-5</sub> . Умеет выполнять оценку преимуществ новой технологии по сравнению с аналогами	

Качество подготовки специалистов – прямое отражение сформированных компетенций у выпускников. Сформированность компетенций является эффективным мерилем ОПОП, базирующейся на ПК и заложенных в образовательном стандарте УК, ОПК. Оценка их сформированности в процессе подготовки выпускников возможна только по окончании полного курса обучения [5, 6].

### Заключение

Кафедрой «Поисковое и аварийно-спасательное обеспечение полетов и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО УИ ГА на основе ФГОС 3++ 25.04.03 Аэронавигация разработаны компоненты ОПОП для подготовки магистров профиля 25.04.03\_01 Управление поиском и спасанием.

Для этого на основе анализа нормативно-правовых актов сформулированы ПК магистров спасателей. Систематизированы ИД ПК, выделены дисциплины, их формирующие. Составлен вариант ОПОП, который будет динамически корректироваться в соответствии с ожидаемыми профстандартами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Развитие образования в области авиационного поиска и спасания на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования третьего поколения / Н. Н. Иванская, В. А. Куклев, Е. Н. Калюкова, В. А. Глушков // Технологии гражданской безопасности. 2020. Том 17. № 4 (66). С. 80-83.

2. Романченко А. С. Проблемы реализации основных профессиональных образовательных программ, соответствующих требованиям ФГОС 3++ / А. С. Романченко // Образование и проблемы развития общества : сборник научных статей Международной научно-методической конференции «Образование и проблемы развития общества», 03 октября 2019 г. Курск, Издательство Юго-Западного государственного университета, 2019. С. 73-76.

3. Игнатъев В. П. Формирование профессиональных компетенций магистрантов с учетом профессиональных стандартов / В. П. Игнатъев, Т. Е. Алексеева // ПЕДАГОГИКА и СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ТРАДИЦИИ, ОПЫТ и ИННОВАЦИИ : сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 июня 2019 года. Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. С. 88-91. – EDN NYVSKL.

4. Рекомендации для образовательных организаций по формированию основных профессиональных образовательных программ высшего образования на основе профессиональных стандартов и иных источников, содержащих требования к компетенции работников, в соответствии с актуализированными федеральными государственными образовательными стандартами в условиях отсутствия утвержденных примерных основных образовательных программ [одобрены Национальным советом при Президенте Российской Федерации].

Федерации по профессиональным квалификациям (протокол № 35 от 27 марта 2019 года)]. // [Электронный ресурс]. – URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/method/R\\_RSSP.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/method/R_RSSP.pdf) (дата обращения: 15.09.2023)

5. Султанов Ф. Ф. Отдельные проблемы реализации образовательных программ в соответствии с ФГОС 3++ / Ф. Ф. Султанов, В. А. Полоников, В. А. Михайлова // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы : материалы международной научно-методической конференции, Томск, 31 января – 01 2019 года. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. С. 17-19. – EDN ULCUBZ.

6. Егоров М. А. К вопросу установления профессиональных компетенций в ходе разработки программы бакалавриата в соответствии с актуализированными федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС 3++) / М. А. Егоров, Р. Р. Файзуллин // Научный вестник УИ ГА. 2020. № 12. С. 47-51. – EDN ТКЕСJF.

**УДК 656.2(075.8)**

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Кудашева Л. А.

Аракчаа А. Р.

Черняева Т. Н., канд. физ.-мат. наук

*Иркутский государственный университет путей сообщения  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** Все, что видит человек невооруженным взглядом на железной дороге – это лишь малая часть огромной системы, которая обеспечивает безопасность на железнодорожном транспорте. Земляное полотно, рельсошпальная решетка, подвижной состав, контактная сеть – это взаимосвязано. Без четкого соблюдения определенных правил на железнодорожном транспорте существует большая вероятность того, что будут происходить аварии, возникать случаи, угрожающие безопасности не только работникам дирекций, но и пассажирам. Но специализированный свод четких правил для железной дороги возникал постепенно, и до сих пор каждые шесть лет идет пересмотр всех поставленных правил для того, чтобы минимизировать любые случаи нарушений. Каждый работник железнодорожного транспорта обязан проходить аттестацию на знание Правил технической эксплуатации железных дорог России: от проводника пассажирского вагона, составителя поездов, сигналиста, до начальников подразделений и структур железнодорожного транспорта общего и необщего пользования. 23 июня 2022 года произошли очередные изменения в Правилах технической эксплуатации железных дорог (далее ПТЭ), изменились требования в некоторых разделах, а также произошло дополнение и изменение формулировок. Здесь рассмотрим Приложение № 12 к Инструкции по организации движения поездов и маневровой работы на железнодорожном транспорте – «Порядок закрепления железнодорожного подвижного состава», методику быстрого расчета количества тормозных башмаков, которые необходимо подложить под вагоны для закрепления состава от ухода на станциях.

**Ключевые слова:** безопасность движения поездов, тормозные башмаки, расчеты, железнодорожный транспорт, эксплуатация железных дорог, правила технической эксплуатации железных дорог России.



# MATHEMATICAL ALGORITHM FOR FIXING RAILWAY ROLLING STOCK

Kudasheva L. A.

Arakchaa A. R.

Chernyaeva T. N., Candidate of Physical and Mathematical Sciences

*Irkutsk State Transport University  
(Irkutsk)*

**Abstract.** Everything that a person sees with the naked eye on the railway is only a small part of a huge system that ensures safety on railway transport. The subgrade, the rail and sleeper grid, the rolling stock, the contact network are interconnected. Without strict observance of certain rules in railway transport, there is a high probability that accidents will occur, cases will arise that threaten the safety of not only employees of directorates, but also passengers. But a specialized set of clear rules for the railway arose gradually, and until now every six years there is a review of all set rules in order to minimize any cases of violations. Each employee of railway transport is required to undergo certification for knowledge of the Rules for the technical operation of Russian railways: from the conductor of a passenger car, train compiler, signalman, to the heads of departments and structures of public and non-public railway transport. On June 23, 2022, another change took place in the Rules for the technical operation of railways (hereinafter referred to as PTE), the requirements in some sections changed, and there was also an addition and change in wording. Here we will consider Appendix No. 12 to the Instructions for organizing train traffic and shunting work on railway transport - “The procedure for securing railway rolling stock”, a method for quickly calculating the number of brake shoes that need to be placed under the cars to secure the composition from leaving at stations.

**Keywords:** train traffic safety, brake shoes, calculations, railway transport, operation of railways, rules for the technical operation of Russian railways.

Первая стальная магистраль в России была открыта в 1837 году, но правила, которые бы регулировали всю систему, появлялись постепенно и не сразу. Чем больше происходило нарушений, тем больше составлялись акты и нормативные документы. Сход поезда при столкновении на скрещивании, крушение состава из-за неправильного распределения вагонов в составе, гибель пассажиров и работников – это причины появления первых Правил технической эксплуатации. Все, что сейчас есть на железной дороге, существует благодаря методу проб и ошибок. Первое упоминание о ПТЭ было указано в приказе министра путей сообщения России генерал-адъютанта Константина Посьета № 5900 от 27 июня 1883 года. Самые примитивные меры безопасности: от обозначения составов поездными сигналами до появления первых средств интервального регулирования, были на тот момент большим прорывом.

И первые средства торможения на железнодорожном транспорте обслуживались работниками: к каждому вагону были прикреплены сотрудники, которые специальным устройством притормаживали вагон по сигналам машиниста, после были изобретены ручные тормоза (ручные тормоза

расположены в рабочем тамбуре на торцевой стенке вагонов и соединены с тормозной рычажной передачей и тормозными колодками). Затем, в 1847 году появились первые автоматические тормоза, которые срабатывали при нарушении нормальной работы тормозной магистрали и были управляемы с кабины машиниста.

Но даже после изобретения автоматических пневматических и электропневматических тормозов на железнодорожном транспорте до сих пор используют на стоянках (станциях, железнодорожных станционных путях), на первый взгляд, довольно примитивное устройство. Но именно этому устройству, спасшему немало жизней и грузов, был возведен в Омске памятник на Западно-Сибирской железной дороге [1].



Рисунок 1 – Памятник тормозному башмаку в Омске, *Источник:*  
<https://wikimapia.org/33629659/ru/Памятник-железнодорожному-башмаку>

Тормозной башмак – устройство для предотвращения самопроизвольного движения вагонов или недействующих локомотивов, а также другого подвижного состава, оставленного на станционных путях без действующих автотормозов (локомотивов или стационарных тормозных устройств).

Впервые тормозной башмак изобрели и начали использовать в середине 19 века (в 1857 году) в Германии, а затем это устройство было распространено по железным дорогам всего мира. Сначала его использовали только для закрепления составов от самопроизвольного ухода, а в дальнейшем и для

регулирования скорости при маневровых передвижениях вагонов и одиночных локомотивов [1].

Тормозные башмаки делали металлические, деревянные, однобортные и двубортные в виде собранной или единой конструкции.

Особенности конструкции тормозного башмака:

- Полоз – часть тормозного башмака, на которую накатывается колесо подвижного состава;
- Опорная колодка – часть тормозного башмака, в которую упирается колесо подвижного состава при накате на него;
- Ручка – часть тормозного башмака, с помощью которой переносят тормозного башмака.



Рисунок 2 – Тормозной башмак, *Источник:*  
<https://sdo.pgups.ru/mod/page/view.php?id=463177>

Тормозные башмаки должны быть ярко окрашены:

Три поперечные полосы (белый, желтый или оранжевый цвета) на полозе, нанесенные стойкой к внешним воздействиям краской на горизонтальную плоскость и оба борта полоза башмака. Но тормозные башмаки для торможения вагонов при расформировании составов поездов на сортировочных горках и вытяжных путях станций не окрашиваются [1].

## **Методика быстрого расчета укладки тормозных башмаков под вагоны на железнодорожном транспорте. Составные части алгоритма**

Тормозными башмаками необходимо закреплять железнодорожный подвижной состав на станционных железнодорожных путях и на путях необщего пользования с уклоном до 0,0025 без оставления на этих путях состава с локомотивом, но при уклоне более 0,0025 только с локомотивом, кроме определенных случаев (пункт 20 настоящего Порядка).

Математический алгоритм укладки тормозных башмаков – описание последовательности действий, которое уменьшит время расчета необходимого количества тормозных башмаков для их укладки на станционных железнодорожных путях и железнодорожных путях необщего пользования, строгое исполнение которых приводит к решению поставленной задачи за конечное число шагов.

Безопасности на железнодорожном транспорте уделяется большое внимание, потому что от этого зависит жизнь и здоровье не только работников и специалистов, но и пассажиров. А закрепление железнодорожного подвижного состава является приоритетным при условии оставления любого количества вагонов, но расчет необходимого количества устройств для закрепления имеет несколько поэтапных действий, которые учесть при ручном счете не всегда можно быстро и точно.

Существуют электронные системы расчета, но они не всегда находятся в нужном рабочем состоянии. И таким образом была поставлена задача – через упрощение условий, которые указаны в приложении №12 «Порядок закрепления железнодорожного подвижного состава» к Приложению №2 «Инструкция по движению поездов и маневровой работе» к ПТЭ (Правилам технической эксплуатации) железных дорог России [2].

Методом решения были выбраны простейшие математические алгоритмы укладки тормозных башмаков – описание последовательности действий, которое уменьшит время расчета необходимого количества тормозных башмаков для их укладки на станционных железнодорожных путях и железнодорожных путях необщего пользования, строгое исполнение которых приводит к решению этой задачи за минимальное количество шагов в сжатые сроки.

При закреплении сотрудниками железнодорожного транспорта необходимо помнить, что одно из главных правил процесса закрепления: тормозной башмак укладывается так, чтобы носок полоза башмака касался обода колеса. Это правило, которые не входит в сам алгоритм и контролируется самим работником, на которого возлагается ответственность за безопасность закрепления подвижного состава. Также учитываем, что укладка производится только под крайние вагоны.

Необходимо учитывать, что есть различные варианты расчета количества тормозных башмаков, в том числе автоматизированные системы, но здесь будет рассматриваться именно простейший и доступный способ в виде метода исключения: «Да» и «Нет».

Таблица 1 – Запрещенные действия с тормозными башмаками (запрещено)

Укладка	Более 1 тормозного башмака под одну и ту же вагонную ось
	На рельсовый стык, если он не сварен (Ближе 1 м от стыка)
	На наружный рельс кривой
	Перед крестовиной стрелочного перевода
	На рамный рельс, к которому прижат остяк стрелочного перевода
Между колесными парами тележек вагона	
Закрепление	Не под последний (крайний) вагон
Использование неисправных тормозных башмаков	Излом или изгиб конструкции элементов, покоробленный, изогнутый полоз или подошва, неокрашенные охранные тормозные башмаки
В зимнее время использование	С обледенелым или замасленным полозом (подошвой)
Маркировка	Отсутствие

Есть несколько вариантов укладки тормозных башмаков, это зависит от уклона станционных путей, на которых оставляют подвижной состав. Первый случай, когда уклон до 0,0005 или горизонтальный, то есть практически нет варианта самопроизвольного ухода подвижного состава, следовательно, условия упрощены и легко запоминаемы согласно приказу Министерства транспорта РФ от 23 июня 2022 г. № 250 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации».

Первый линейный математический алгоритм, который состоит из трех шагов, действителен для уклона менее 0,0005 (0,5%). Если уклон на железнодорожных путях общего пользования и на железнодорожных путях необщего пользования менее 0,5%, то любое количество вагонов закрепляется двумя тормозными башмаками: с каждой стороны по одному тормозному башмаку [2].

Таблица 2 – Уклон до 0,0005 (0,5%) включительно или горизонтальные пути

Количество тормозных башмаков	Один тормозной башмак для закрепления любого количества вагонов с обеих сторон
Состав	2 башмака
Группа вагонов	
Одиночный вагон	

Общий порядок действий:

1. Определение величины уклона;
2. Определение количества вагонов – расчет количества тормозных осей;
3. Расчет по формуле, если уклон более 0,0005 (0,5%) – два варианта;
4. Дополнительные тормозные башмаки при дополнительных условиях (замасленные поверхности, сильный ветер, уклон от 0,0005 до 0,001 и т.д.);
5. Общее количество тормозных башмаков для закрепления железнодорожного подвижного состава.



Рисунок 3 – Линейный алгоритм для уклона менее 0,005, *Источник: Собственная разработка на основе приказа Министерства транспорта РФ от 23 июня 2022 г. № 250 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации»*

Второй случай, когда уклон превышает 0,0005 (0,5‰), но не более 0,001 (1‰) (в соответствии с Приказом Министерства транспорта РФ от 23 июня 2022 г. № 250 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации»):

Таблица 3 – Уклон от 0,0005, но не более 0,0025 (более 15 тонн)

Одиночный вагон	$K = n * \frac{1,5i + 1}{200}$
Сплоток локомотивов в недействующем состоянии	
Рефрижераторные вагоны (все порожние или все груженые), секция с машинным отделением	
Составы или группа вагонов (однородные по массе (брутто): - грузовые груженые, - порожние: грузовые пассажирские, мотор-вагонные)	
Составы или группа вагонов (смешанные, разнородные по весу): - и грузовые, и порожние вагоны различной массы (нагрузка на ось НЕ менее 15 т (брутто); - при отсутствии таких вагонов, укладка под вагоны с меньшей нагрузкой на ось, но максимальной для закрепляемой группы.	

(K – необходимое количество башмаков, штук;

n – количество осей в составе (группе), штук;

i – средняя величина уклона пути;

(1,5i+1) – количество тормозных башмаков на каждые 200 осей).

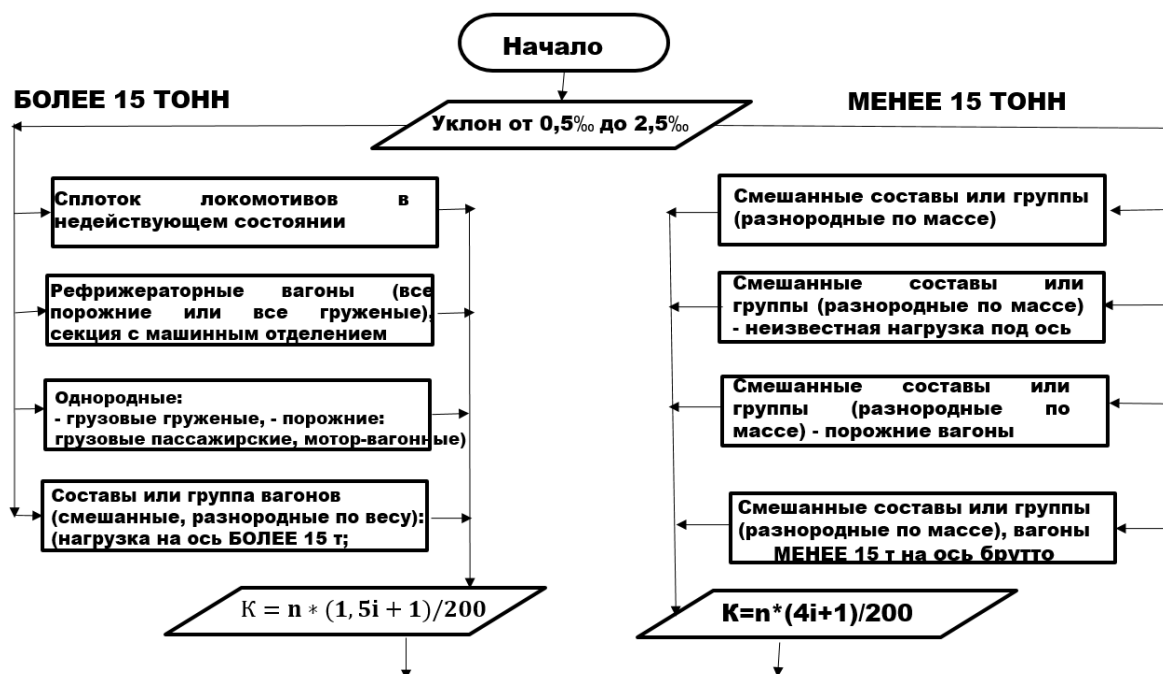


Рисунок 4 – Алгоритм закрепления при уклоне более 0,0005, Источник: Собственная разработка на основе приказа Министерства транспорта РФ от 23 июня 2022 г. № 250 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации»

Таблица 4 – Уклон от 0,0005 (0,5‰) при закреплении менее 15 тонн (брутто)

Смешанные составы или группы (разнородные по массе)	$K=n*(4i+1)/200$
Смешанные составы или группы (разнородные по массе) – неизвестная нагрузка под ось	
Смешанные составы или группы (разнородные по массе) – порожние вагоны	
Смешанные составы или группы (разнородные по массе), вагоны МЕНЕЕ 15 т на ось брутто	

(K – необходимое количество башмаков, штук;

n – количество осей в составе (группе), штук;

i – средняя величина уклона пути;

(4i+1) – количество тормозных башмаков на каждые 200 осей).

Таблица 5 – Дополнительные тормозные башмаки при определенных случаях (дополнительные сведения)

Величина уклона от 0,0005 (0,5‰) до 0,001 (1‰)	+1 башмак со стороны противоположной спуску
Замасленные поверхности рельсов	Увеличивается количество тормозных башмаков в 1,5 раза
Ветер более 15 м/с (сильный ветер)	+3 башмака на каждые 200 осей
Ветер более 21 м/с (штормовой ветер)	+7 башмаков на каждые 200 осей
5 тормозных осей вагона	1 тормозной башмак
Уклон более 0,001 (1)	Тормозные башмаки с противоположной стороны не требуются

Таким образом можно сделать поэтапное решение для уклона более 0,0005, но не более 0,0025:

1. Уклон более 0,0005, но не более 0,0025;

2. Подтверждение одной из пяти ситуаций (табл. 3);

3.  $K = n * \frac{1,5i + 1}{200}$  – количество тормозных башмаков по формуле (расчет количества вагонов – расчет тормозных осей);

4. Дополнительные условия (дополнительные тормозные башмаки) (табл. 5);

5. Суммарное количество тормозных башмаков.



Также для ситуации, когда используется вторая формула (табл. 4), используем схожие действия:

1. Уклон более 0,0005, но не более 0,0025;
2. Подтверждение одной из четырех ситуаций (табл.3);
3.  $K=n*(4i+1)/200$  – расчет количества вагонов и тормозных осей;
4. Дополнительные условия;
5. Суммарное количество тормозных башмаков.

Такой алгоритм помогает методом исключения уменьшить затраченное время на расчет количества тормозных башмаков для закрепления железнодорожного подвижного состава, быстро установить требуемое количество тормозных башмаков.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кабанов А. В.* Применение совмещённой нормы закрепления подвижного состава тормозными башмаками / А. В. Кабанов, Т. А. Кабанова // Тенденции развития железнодорожного транспорта и управления перевозочным процессом: Материалы международной юбилейной научно-технической конференции, посвященной 95-летию кафедр «Железнодорожные станции и транспортные узлы», «Управление эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте», Москва, 20–21 ноября 2019 года. Москва: Российский университет транспорта, 2020. С. 186-192. – EDN ZKGPEY.

2. Патент на полезную модель № 199581 U1 Российская Федерация, МПК В61К 7/16, В60Т 3/00, В61Н 7/10. башмак тормозной: № 2020114088: заявл. 03.04.2020: опубл. 08.09.2020 / Л. В. Горячев, Я. Э. Витолс; заявитель Открытое акционерное общество «Тверской вагоностроительный завод» (ОАО «ТВЗ»). – EDN НМУQKI.

УДК 331.453

## РАЗВИТИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА КАК ВРЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ФАКТОРА

Куклев В. А., д-р пед. наук

Качкаев Г. Е.

Дорофеев Е. С.

*Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева  
(г. Ульяновск)*

**Аннотация.** В статье охарактеризованы инициативные исследования по развитию лабораторной базы по изучению защиты от шума как вредного производственного фактора. Охарактеризованы реализованные идеи по внедрению авторских учебных макетов. Описаны новые возможности предложенных технических решений. Приведены обобщающие выводы.

**Ключевые слова:** шум, производственный фактор, учебный макет, инновации, лабораторная работа.

# DEVELOPMENT OF LABORATORY BASE FOR THE STUDY OF NOISE PROTECTION AS A HARMFUL INDUSTRIAL FACTOR

Kuklev V. A., Doctor of Pedagogical Sciences  
Kachkaev G. E.  
Dorofeev E. S.

*Ulyanovsk Civil Aviation Institute named after Chief Marshal of Aviation  
B.P. Bugaev  
(Ulyanovsk)*

**Abstract.** The article characterises the initiative research on the development of the laboratory base for studying the protection against noise as a harmful production factor. The realised ideas on introduction of author's training models are characterised. New possibilities of the proposed technical solutions are described. Generalising conclusions are given.

**Keywords:** noise, production factor, training model, innovations, laboratory work.

## Введение

Известно, что под воздействием вредных физических производственных факторов (повышенной или пониженной температуры воздуха рабочей зоны; высокой влажности и скорости движения воздуха; повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука и различных излучений) находится значительное число работающих в России. Действительно, под воздействием шума производительность труда снижается примерно на 10%, так как организм человека не может полностью адаптироваться к его действию, что происходит в условиях постоянного нервного и физического напряжения. Шум снижает визуальную реакцию, что, наряду с усталостью, увеличивает риск эксплуатационных ошибок.

В условиях производства источниками шума могут являться различные механизмы, работающие станки, ручной механизированный инструмент, машины, основа действия которых связана с применением электрических двигателей, вспомогательное (установки кондиционирования, вентиляционные установки), подъемно-транспортное оборудование и т.д. Классификация производственного шума приведена на рис. 1.

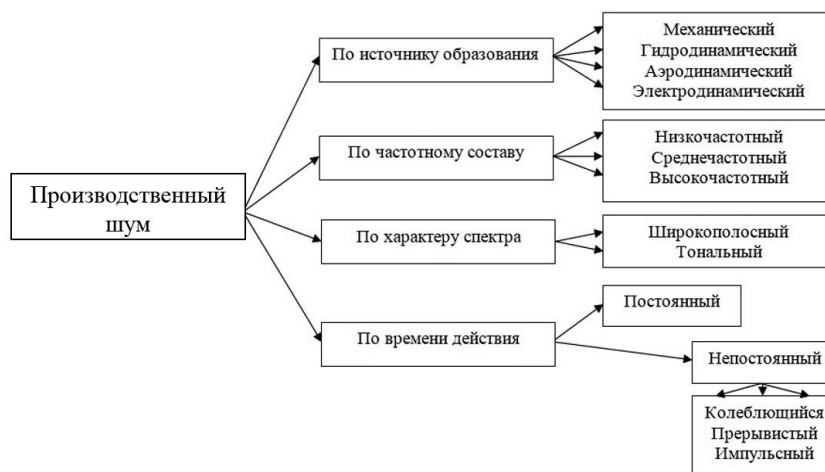


Рисунок 1 – Классификация производственного шума, *Источник:*  
<https://e.otruda.ru>

## **Проблематика исследования**

Известно, что вследствие воздействия повышенных уровней шума работник затрачивает энергии примерно на 10-20% больше, чем в обычных условиях, чтобы сохранить оптимальный уровень своей продуктивности. Анализ показывает, что оптимальный уровень продуктивности, при котором затрачивается наименьшее количество физических и психоневрологических усилий, достигается работником при воздействии шума ниже 70 дБ. Ряд публикаций [1-5] подчеркивает потенциальную опасность шума в гражданской авиации. Авторы исследований (Парахин А. М. Защита от шума и вибрации : учебное пособие. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2021. 64 с.) [6-7] прямо указывают на необходимость обеспечения безопасности по шумовому фактору. Действительно, при длительном воздействии акустических факторов, таких как вибрация, шум, ультразвук и инфразвук, наблюдается динамика роста профессиональной заболеваемости на рабочих местах на 10–15%, что отражено в различных публикациях (Широков Ю. А. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие для вузов / Ю. А. Широков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 564 с.) [8-9].

Проведенный анализ показал, что нормативно-правовыми актами РФ, в том числе СанПиН 2.2.4.3359–16, в сфере обеспечения безопасности работников от негативного воздействия шума установлены наиболее существенные требования к уровням воздействия акустических факторов.

## **Полученные результаты и их обсуждение**

Отметим, что в ходе изучения шума как вредного производственного фактора в вузе реализуется исследовательская работа по подготовке и совершенствованию учебно-материальной базы образовательного процесса в рамках обеспечения безопасности человека. Целью данной публикации является обобщение выполненных проектов по совершенствованию учебно-материальной базы учебного процесса в вузе.

Например, рассматривая возможность использования учебных макетов в рамках инициативных исследований, направленных на изучение физических факторов бытовой и производственной сред, студентами, обучающимся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», была проведена апробация макета, названного IDТС-2020 (рис. 2). Данный макет представляет из себя программно-техническое устройство, позволяющее наглядно представить сущность физического фактора «шум» [10].

На макете были реализованы 4 режима: Info (представляется теоретическая информация о шуме); Demo (при приближении к макету прибор издаёт звуковой сигнал, оповещая работника, что тот приближается к источнику шума и ему следует применить средства защиты); Test (для работника выдаётся индивидуальный комплект средств защиты), Check (после выдачи противошумных берушей позволяет протестировать их эффективность). Макет является доступным решением для изучения шума как фактора производственной среды, положительным аспектом макета является наличие наглядной практической работы.



Рисунок 2 – Внешний вид макета IDTC–2020,  
 Источник: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_43172986\\_43793618.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43172986_43793618.pdf)

На следующем этапе были выполнены работы по совершенствованию имеющегося на кафедре лабораторного стенда «Звукоизоляция и звукопоглощение». На первом этапе в качестве источника шума использовалась программа для ЭВМ, интерфейс которой представлен на рис. 3.



Рисунок 3 – Интерфейс программы, Источник:  
<https://labkit.ru/html/profit?id=425>

Была предложена и реализована следующая последовательность исследования: с помощью цифрового шумомера измеряется уровень звукового давления на частотах 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц, сначала без защитного экрана, затем с использованием различных экранов на указанных частотах и устанавливаются численные значения ослабления уровня шума при различных экранах. Для проведения измерений был использован цифровой шумомер AR854 с USB-интерфейсом. Для снижения влияния внешних акустических воздействий дополнительно в ходе апробации внутренняя

поверхность стенда была оклеена акустическим поролоном (рис. 4). В дополнение к имеющимся экранам были изготовлены дополнительные экраны из акустического поролона и стекловаты.

После выполнения измерений и их обработки выявляются наиболее характерные явления. Например, наиболее значимые и наглядные результаты проведенных измерений на частотах 63 Гц, 4.000 Гц, 8.000 Гц отображаются на обобщающих диаграммах (рис. 5-7), что позволяет сформулировать выводы по лабораторным опытам.



Рисунок 4 – Улучшение внутренней звукоизоляции с помощью акустического поролона

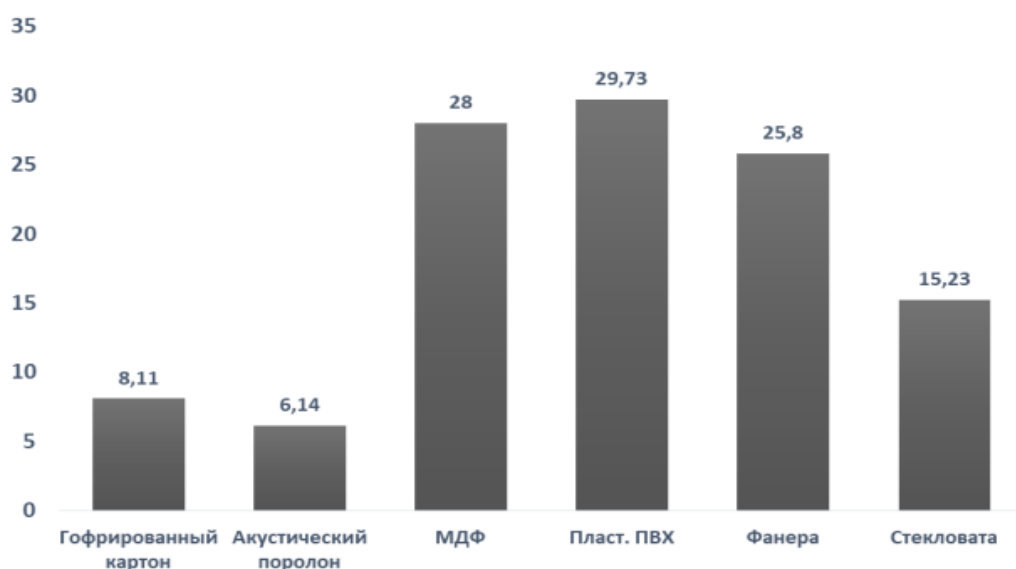


Рисунок 5 – Зависимость эффективности звукоизоляции (в %) от звукоизоляционного материала для частоты 63 Гц, *Источник: [http://lib.uvauga.ru/disk/2015/Shurekov,\\_Afrikantov,\\_Vinogradov\\_Vezopasnost\\_zhiz\\_nedeyatelnosti\\_laboratory\\_practical\\_work\\_part\\_1\\_2015.pdf](http://lib.uvauga.ru/disk/2015/Shurekov,_Afrikantov,_Vinogradov_Vezopasnost_zhiz_nedeyatelnosti_laboratory_practical_work_part_1_2015.pdf)*

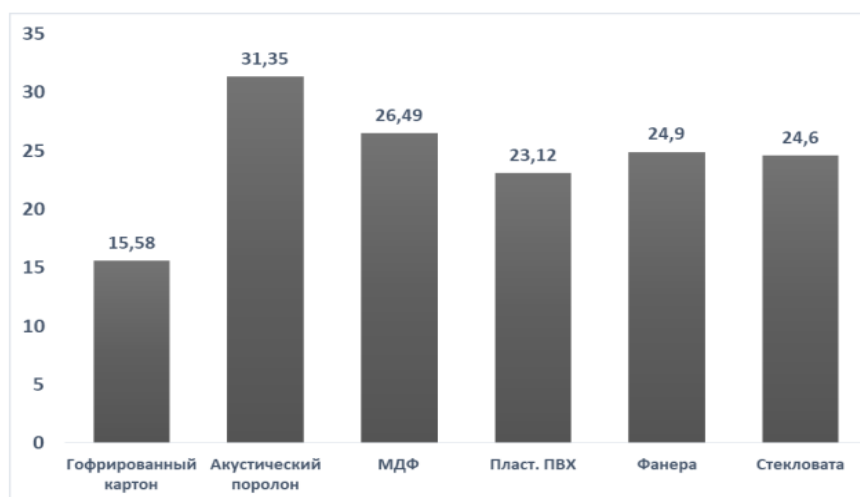


Рисунок 6 – Зависимость эффективности звукоизоляции (в %) от звукоизоляционного материала для частоты 4000 Гц, *Источник: [http://lib.uvauga.ru/disk/2015/Shurekov,\\_Afrikantov,\\_Vinogradov\\_Vezopasnost\\_zhiz\\_nedeyatelnosti\\_laboratory\\_practical\\_work\\_part\\_1\\_2015.pdf](http://lib.uvauga.ru/disk/2015/Shurekov,_Afrikantov,_Vinogradov_Vezopasnost_zhiz_nedeyatelnosti_laboratory_practical_work_part_1_2015.pdf)*

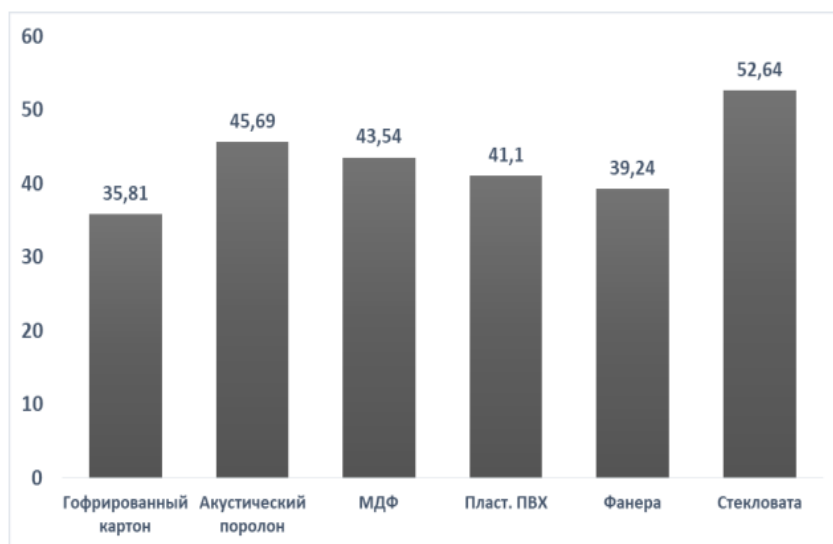


Рисунок 7 – Зависимость эффективности звукоизоляции (в %) от звукоизоляционного материала для частоты 8000 Гц, *Источник: [http://lib.uvauga.ru/disk/2015/Shurekov,\\_Afrikantov,\\_Vinogradov\\_Vezopasnost\\_zhiz\\_nedeyatelnosti\\_laboratory\\_practical\\_work\\_part\\_1\\_2015.pdf](http://lib.uvauga.ru/disk/2015/Shurekov,_Afrikantov,_Vinogradov_Vezopasnost_zhiz_nedeyatelnosti_laboratory_practical_work_part_1_2015.pdf)*

В ходе проведенных испытаний дополнительно предложено изготовить цифровой генератор звуковой частоты на микроконтроллере. Предложенный генератор был собран на микроконтроллере Arduino с использованием цифрового генератора AD9833. Генератор позволяет устанавливать круговым энкодером дискретно частоту и форму сигнала, что позволило расширить варианты испытаний. Процесс проверки возможностей генератора (рис. 8) показал его возможность использования в качестве источника шума.

## Выводы

1. Выполненные работы способствовали развитию лабораторной базы по исследованию шума как вредного производственного фактора.
2. Внедрены в процесс исследования новые материалы (акустический поролон, стекловата) с улучшенными защитными свойствами, подтверждены их характеристики.
3. Предложенные решения способствуют повышению наглядности образовательного процесса.



Рисунок 8 – Апробация автономного цифрового генератора

В заключение отметим, что проведенная исследовательская работа по подготовке и совершенствованию учебно-материальной базы способствует повышению качества образовательного процесса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зинкин В. Н.* Акустическая безопасность летного и инженерно-технического состава государственной авиации / В. Н. Зинкин, С. К. Солдатов, С. П. Драган [и др.] // Национальная безопасность / Nota Bene. 2017. № 4(51). С. 19-35. – EDN ZHRPYB.
2. *Зинкин В. Н.* Обоснование выбора средств индивидуальной защиты от шума для инженерно-авиационных специалистов государственной авиации / В. Н. Зинкин, П. М. Шешегов, Л. П. Сливина // Безопасность труда в промышленности. 2020. № 7. С. 54-59. – DOI 10.24000/0409-2961-2020-7-54-59. – EDN JWKNEB.
3. *Сливина Л. П.* Инфразвук и низкочастотный шум как вредные производственные факторы / Л. П. Сливина, Д. А. Куклин, П. В. Матвеев [и др.] // Безопасность труда в промышленности. 2020. № 2. С. 24-30. – DOI 10.24000/0409-2961-2020-2-24-30. – EDN QQSGGY.
4. *Шешегов П. М.* Авиационный шум как ведущий фактор, влияющий на заболеваемость и профессиональные риски у инженерно-авиационного состава / П. М. Шешегов, В. Н. Зинкин, Л. П. Сливина // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2018. Т. 52, № 3. С. 62-68. – DOI 10.21687/0233-528X-2018-52-3-62-68. – EDN OTNFRG.

5. Кукушкин Ю. А. Методика эргономической экспертизы средств коллективной защиты от авиационного шума / Ю. А. Кукушкин, С. К. Солдатов, М. В. Сомов [и др.] // Вопросы безопасности. 2018. № 2. С. 60-73. – EDN XRFHFJ.

6. Феоктистова О. Г. Особенности подготовки специалистов в области производственной безопасности в современных условиях / О. Г. Феоктистова, Т. Г. Феоктистова // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2016. № 225(3). С. 173-178. – EDN WQUUDN.

7. Лепихова В. А. Безопасность рабочих мест по шумовому фактору / В. А. Лепихова, Н. В. Ляшенко, С. Г. Шестак ; Южно-Российский государственный политехнический университет (НИИ) имени М.И. Платова. Новочеркасск : Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2022. 100 с. – EDN WWVEYN.

8. Мурзинов В. Л. Защита от шума на путях его распространения с использованием вакуумной прослойки / В. Л. Мурзинов, П. В. Мурзинов, Ю. В. Мурзинов // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 8(248). С. 13-15. – EDN XNZZTA.

9. Харитонов В. В. Механизмы формирования шума на рабочих местах авиационных специалистов воздушных судов государственной авиации / В. В. Харитонов, В. Н. Зинкин, С. П. Драган, Н. И. Скуратовский // Проблемы безопасности полетов. 2018. № 10. С. 1-17. – EDN VKKSEQ.

10. Малюгина А. О. Программно-аппаратный тренажёр по изучению шума на рабочем месте / А. О. Малюгина, В. Э. Кольцова, В. А. Куклев // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности: материалы III Международной научно-практической конференции, 20 марта 2020 г. Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. 213 с. – ISBN 978-5-4268-0041-4.

**УДК 37.012.4**

## **ДИАГНОСТИКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТИРОВ В ОТНОШЕНИИ ГРАЖДАНСТВЕННОСТИ И ПАТРИОТИЧНОСТИ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА НА КОНСТАТИРУЮЩЕМ ЭТАПЕ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Мейер О. С.<sup>1</sup>

Федотова Е. Л.<sup>2</sup>, д-р пед. наук

<sup>1</sup>*Иркутский филиал МГТУ ГА*

<sup>2</sup>*Иркутский государственный университет  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В статье дается подробная характеристика эмоционально-ценностного критерия сформированности гражданственности и патриотизма в соотношении с соответствующим уровнем воспитания. Исследование проводилось на базе одного из ведущих технических вузов города Иркутска – Иркутского филиала МГТУ ГА (среднее профессиональное образование). В качестве диагностического инструментария были использованы анкеты, а также был применен на практике метод педагогического наблюдения. Проведенный автором подробный анализ результатов исследования позволил выявить слабые места в воспитании студентов технического вуза на констатирующем этапе исследования.

**Ключевые слова:** гражданственность, патриотизм, уровень сформированности, эмоционально-ценностный критерий, воспитание.



# DIAGNOSTICS OF THE LEVEL OF FORMATION OF VALUE ORIENTICS IN RELATION TO CITIZENSHIP AND PATRIOTICITY IN TECHNICAL UNIVERSITY STUDENTS AT THE CONSTANT STAGE OF THE EXPERIMENT

<sup>1</sup>Meyer O. S.

<sup>2</sup>Fedotova E. L., Doctor of Pedagogical Sciences

<sup>1</sup>*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch*

<sup>2</sup>*Irkutsk State University  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article provides a detailed description of the emotional and value criterion for the formation of citizenship and patriotism in relation to the corresponding level of education. The study was conducted on the basis of one of the leading technical universities in the city of Irkutsk – the Irkutsk branch of MSTU GA (secondary vocational education). Questionnaires were used as diagnostic tools, and the method of pedagogical observation was also applied in practice. The author's detailed analysis of the research results made it possible to identify weaknesses in the education of technical university students at the ascertaining stage of the study.

**Keywords:** citizenship, patriotism, level of formation, emotional and value criterion, upbringing.

Процедура диагностики в процессе воспитания играет важную роль, поскольку помогает педагогам решать поставленные педагогические задачи. Диагностика позволяет, соблюдая необходимые научные критерии, собрать, обработать данные, получить результат и скорректировать дальнейшие действия педагога. Также она помогает увидеть изменения в уровне воспитанности обучающихся и может стать источником для инновационной деятельности педагога.

В резко изменяющемся мире особую актуальность приобретает проблема гражданско-патриотического воспитания студентов любого российского вуза, в том числе технического. Исследование уровня сформированности ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности проводилось на базе Иркутского филиала Московского государственного технического университета гражданской авиации (Иркутский филиал МГТУ ГА). В эксперименте принимали участие 46 обучающихся: учебная группа СТ2-204 – 23 человека (экспериментальная группа); учебная группа СТ2-205 – 23 человека (контрольная группа) [1].

В филиале реализуются программы как высшего, так среднего профессионального образования. Эксперимент проводился с обучающимися по программам среднего профессионального образования в течение двух лет (2021-2022). Несмотря на техническую направленность вуза, обучающиеся получали образование по аккредитованной специальности 43.02.06 Сервис на транспорте (по видам транспорта). Этим объясняется непривычный для технического вуза контингент обучающихся: в экспериментальной группе – 22 девушки и один юноша, в контрольной группе – 21 девушка и двое юношей.

Специфика среднего профессионального образования подразумевает назначение приказом директора для каждой учебной группы классного руководителя, который в рамках воспитательной работы проводит с обучающимися встречи на классном часе.

Наряду с когнитивной, мотивационной и деятельностной составляющей человеческой духовности также немаловажную роль играет эмоциональная составляющая. Эмоционально-ценностный критерий позволяет определить уровень сформированности у студентов технического вуза ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности (таблица 1) [2].

Для диагностики эмоционально-ценностного критерия мы использовали методику эмпирического исследования, основанную на опросе респондентов, для получения информации об отношении студентов к таким нравственным ценностям, как гражданственность и патриотизм (анкеты «Оценка гражданской позиции у студентов», «Патриотические ценности молодежи» и «Сформированность личностных качеств гражданина-патриота»).

Таблица 1 – Уровни гражданского и патриотического воспитания студентов технического вуза (эмоционально-ценностный критерий)

Уровни гражданского и патриотического воспитания		
Высокий	Средний	Низкий
Гражданское воспитание		
Гордится своей страной, проявляет уважение к традициям и обычаям своего народа, готов помогать слабым, больным и нуждающимся, эмоционален, дисциплинирован, толерантен по отношению к окружающим.	Гордится своей страной, старается проявлять уважение к традициям и обычаям своего народа, избирательно готов помогать слабым, больным и нуждающимся, эмоционален, достаточно дисциплинирован, не всегда проявляет толерантность по отношению к окружающим.	Гордится своей страной по ситуации, к традициям и обычаям своего народа равнодушен, безучастен по отношению к слабым, больным и нуждающимся, скрывает эмоции, слабо дисциплинирован, часто не толерантен по отношению к окружающим [3].
Патриотическое воспитание		
Гордится своей принадлежностью к истории, традициям, культуре, героическим свершениям и достижениям Отечества, понимает свою роль и место в жизни общества, государства и судьбе Отечества, готов защищать национальные интересы России для возрождения ее силы и могущества [3].	Гордится своей принадлежностью к истории, традициям, культуре, героическим свершениям и достижениям Отечества, не всегда понимает свою роль и место в жизни общества, государства и судьбе Отечества, уверен в необходимости защиты национальных интересов России для возрождения ее силы и могущества [3].	Безразличен к истории, традициям, культуре, героическим свершениям и достижениям Отечества, не старается понимать свою роль и место в жизни общества, государства и судьбе Отечества [4], не готов защищать национальные интересы России для возрождения ее силы и могущества [3].

Исследование с помощью анкеты «Оценка гражданской позиции у студентов» показало высокий уровень гражданской позиции у 5 обучающихся (21%) в экспериментальной группе и у 4 обучающихся (18%) в контрольной группе. Средний уровень гражданской позиции был зафиксирован у 10 обучающихся экспериментальной группы (44%), у 11 обучающихся контрольной группы (46%) [5].

К сожалению, приходится констатировать, что у 8 обучающихся экспериментальной группы (35%) и у 8 обучающихся контрольной группы (36%) был диагностирован низкий уровень гражданской позиции. Респонденты не смогли четко сформулировать свое понимание гражданской позиции, считают, что ее можно развить самостоятельно, используя специальные упражнения и тренинги. Некоторые участники опроса считают, что с гражданской позицией рождаются. Несмотря на это, можно констатировать, что большинство участников опроса показали хорошее знание основополагающих нормативных актов РФ и государственную символику. Результаты опроса представлены в графическом виде (рисунок 1).

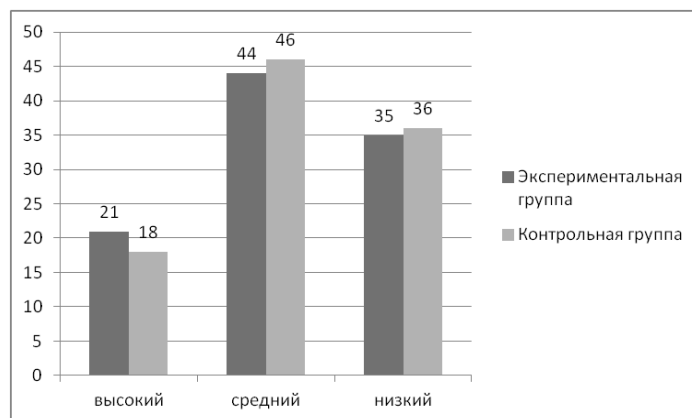


Рисунок 1 – Результаты оценки гражданской позиции у студентов

Результаты диагностики с помощью анкеты «Патриотические ценности молодежи» (рисунок 2) показывают, что к высокому уровню можно отнести 8 обучающихся в экспериментальной группе (36%) и 11 обучающихся в контрольной группе (46%).

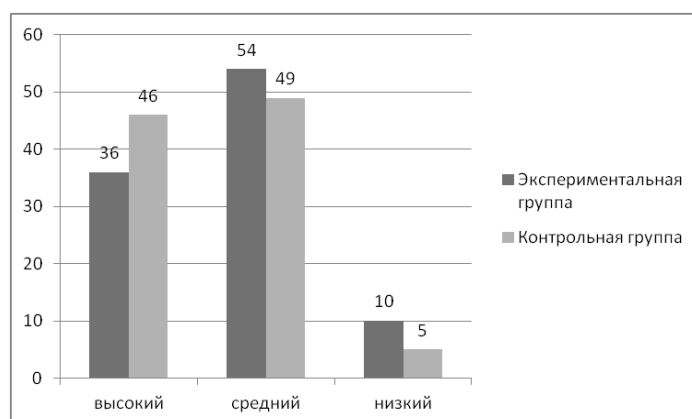


Рисунок 2 – Результаты оценки патриотических ценностей

Вопросами-маркерами в данной анкете выступили вопросы под номерами 3, 4, 6. Они позволили выявить принадлежность респондентов к патриотам страны, определили взгляды курсантов на необходимость патриотического воспитания. К среднему уровню сформированности ценностных ориентиров можно отнести 13 обучающихся экспериментальной группы (54%) и 11 обучающихся контрольной группы (49%), так как они выбрали ответ «Затрудняюсь ответить». Низкий уровень показали 2 обучающихся (10%) экспериментальной группы и обучающийся 1 (5%) контрольной группы [5]. В их анкетах встречались ответы о нежелании проживать в России, также на их взгляд сегодня истинными патриотами можно назвать наименьшее количество россиян.

Результаты поставленных перед обучающимися значимых для личностного развития вопросов анкеты «Сформированность личностных качеств гражданина-патриота» показали: высокий уровень 5 обучающихся (20%) в экспериментальной и 5 обучающихся (22%) в контрольной группе, средний уровень – у 13 обучающихся экспериментальной группы (60%), у 15 обучающихся контрольной группы (67%). Результаты опроса представлены в графическом виде (рисунок 3).

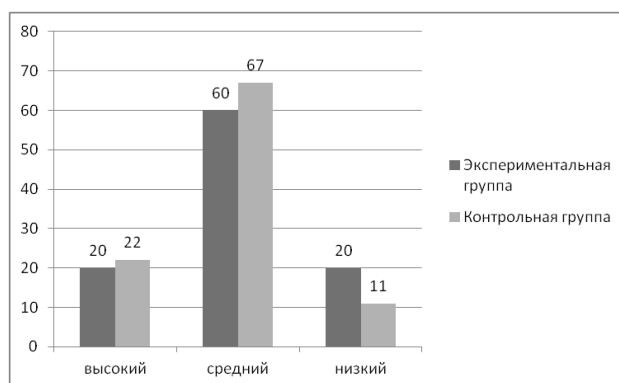


Рисунок 3 – Результаты оценки сформированности личностных качеств студентов

Низкий уровень сформированности ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности у 5 обучающихся экспериментальной группы (20%) и у 3 обучающихся контрольной группы (11%) обусловлен отсутствием ответов на открытые вопросы, выбором таких ответов как «Стараюсь не думать об имидже моей страны на мировой арене», «Нет необходимости создавать систему патриотического воспитания», «в будущем не хочу остаться жить и работать в своем регионе». Патриотизм сегодня им видится в ведении бизнеса, в превосходстве личных интересов по сравнению с общественными.

Таким образом, по результатам диагностики в экспериментальной и контрольной группах уровень сформированности ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности у студентов выше среднего, что подтверждается их позитивным отношением к обществу, желанием участвовать в мероприятиях гражданско-патриотической направленности [2].

Однако говорить о тотальном патриотизме рано. Из результатов исследования следует, что в группах есть студенты, чьи личностные качества гражданина-патриота сформированы не до конца. Путем среднего арифметического подсчета процента на начало эксперимента уровень сформированности ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности у студентов в сравнении экспериментальной и контрольной групп на констатирующем этапе представлен на рисунке 4.

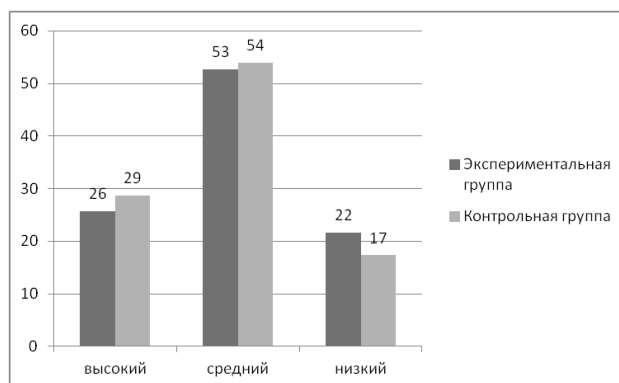


Рисунок 4 – Уровень сформированности ценностных ориентиров в отношении гражданственности и патриотичности у студентов экспериментальной и контрольной групп

На классном часе была проведена диагностика уровня гражданственности и патриотизма у курсантов экспериментальной группы путем их участия в дискуссионном клубе «Служба в армии: «за» или «против»?». Целью дискуссионного клуба не являлось определение конечного или правильного решения, было важно участие студентов в дебатах, отстаивание своей точки зрения, умение приводить доказательные аргументы.

По правилам такого формата общения на начальном этапе было проведено голосование на тему дискуссии. Кто был «за» службу в армии – поднимал зеленую карточку (34% – 8 человек), кто был «против» – красную карточку (26% – 6 человек), «воздержавшиеся» поднимали белую карточку (40% – 9 человек). Далее определившиеся со своей позицией студенты занимали соответствующие места и по очереди отстаивали свою точку зрения. Состав участников дискуссионного клуба был интересным – 22 девушки и один юноша, всего 23 человека в экспериментальной группе.

«За» высказывались те, кто считал, что армия способствует укреплению здоровья, закалке характера, приёму на работу и возможности карьерного роста. «Против» высказывались те, кто считал, что служба в армии – это потеря времени, большая физическая и эмоциональная нагрузка, жёсткая дисциплина, издевательства и унижение человеческого достоинства («дедовщина»), возможность получить травмы различного рода при выполнении заданий. «Воздержавшиеся» аргументировали свою позицию, сославшись на гуманистические, пацифистские и религиозные убеждения, также высказывалась позиция нейтралитета в вопросах воинской службы.

Классный руководитель экспериментальной группы в своем выступлении продемонстрировала видеоролик о прохождении срочной военной службы девушками наравне с мужчинами, предложила обсудить основные положения Конституции РФ (статья 59) о долге защиты своего Отечества, что на сегодняшний день является обязанностью гражданина нашей страны. Разобрав основные утверждения, с ними согласились 20 курсантов из 23 присутствующих.

Также участие в дискуссии приняли выпускники отделения средне-специального образования факультета сервиса на транспорте, отслужившие в рядах вооруженных сил Российской Федерации на момент поступления в филиал. Они рассказали, какие преимущества они имеют сейчас среди выпускников для трудоустройства, какой путь становления личности они прошли в процессе воинской службы, как поменялось их мировоззрение в общем. Курсанты экспериментальной группы активно дискутировали с приглашенными гостями, задавали вопросы о трудностях службы, о том, как преодолеть себя и научиться существовать в необычной для себя роли.

В завершении заседания дискуссионного клуба было проведено повторное голосование на тему дискуссии. «За» службу в армии проголосовали 60% обучающихся экспериментальной группы (14 человек), «против» – 18% (4 человека), «воздержавшиеся» – 22% (5 человек). Динамика результатов опроса показывает уменьшение количества неопределившихся и противников службы в армии в пользу увеличения числа одобряющих. Полученные цифры показывают почти у половины студентов группы их неагрессивное отношение к службе в рядах российской армии.

По результатам исследований было выявлено, что курсанты обеих групп по большей части достаточно зрелые в отношении патриотизма и гражданской идентичности. Исследование показало, что ряд студентов не готовы выполнять свой долг гражданина РФ, они не задумываются об обязанностях защищать интересы своей Родины. Некоторые обучающиеся вообще не задумываются о вопросах патриотизма, живут своей, обособленной жизнью.

В итоге приходим к выводу о необходимости организации специальной воспитательной работы, которая позволит реализовать программу развития патриотических чувств обучающихся филиала в рамках учебной и воспитательной деятельности. Тогда воспитательный процесс станет осмысленным, интенсивным и продуктивным, а выпускники филиала будут готовы к самостоятельной жизни, смогут отличать истинные жизненные ценности от вымышленных.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мейер О. С. Об уровне гражданского и патриотического сознания студентов технического вуза (когнитивный критерий) / О. С. Мейер, Е. С. Григорьева // Воспитание: региональный аспект. Проблемы, пути решения, опыт : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 27–31 марта 2023 года / Под редакцией Н. В. Калининой, Е. А. Никитиной, Е. Л. Федотовой. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2023. С. 176-180. – EDN IZNOPD.

2. Мейер О. С. Об уровне гражданско-патриотической воспитанности студентов технического вуза / О. С. Мейер, Е. Л. Федотова // Образование в XXI веке : Материалы V Международной научно-практической конференции, Москва, 28–31 марта 2022 года / Под редакцией О. М. Коломиец, М. Г. Голубчиковой, И. И. Капалыгиной, У. К. Кыякбаевой. Москва: Развитие образования, 2022. С. 414-421. – EDN NDGFMB.

3. Мейер О. С. Модель гражданско-патриотического воспитания студентов технического вуза в образовательном процессе / О. С. Мейер, Е. Л. Федотова // Социальные процессы в современном российском обществе: проблемы и перспективы : материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием, Иркутск, 22 апреля 2022 года. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2022. С. 217-223. – EDN INBJJW.

4. Суздальцев Е. Л. Патриотическое воспитание средствами геральдики обучающихся 5-8-х классов на занятиях по изобразительному искусству : специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (изобразительное искусство)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Суздальцев Евгений Леонидович; Московский государственный областной университет. Москва, 2009. 25 с.

5. Плаксина Н. А. Воспитание толерантности младших школьников к детям с особыми образовательными потребностями : специальность 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования» : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Плаксина Надежда Александровна; Волгоградский государственный социально-педагогический университет. Волгоград, 2016. 183 с.

УДК 542.2

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ПРОЦЕСС ИЗУЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Пенно А. Ф., канд. пед. наук  
Беловодский Ю. П., канд. техн. наук

*Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение  
высшего образования Краснодарское высшее военное авиационное училище  
летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова Министерства обороны  
Российской Федерации  
(г. Краснодар)*

**Аннотация.** В статье предлагается обзор возможных путей подготовки и проведения лабораторных работ при изучении курсантами летного училища учебного модуля «Конструкция авиационной техники». Показано некоторое отставание материально-технического обеспечения учебного процесса от технологического роста качества истребительной авиации. Представлены возможные направления деятельности профессорско-преподавательского состава летных учебных заведений по совершенствованию оснащённости материальной базы для выполнения лабораторных работ.

**Ключевые слова:** система инженерного анализа, виртуальная лабораторная работа, турбореактивный двигатель, GasTurb.

# EXPERIENCE IN CREATING AND IMPLEMENTING VIRTUAL LABORATORY WORK IN THE PROCESS OF STUDYING AVIATION TECHNOLOGY

Penno A. F., Candidate of Pedagogical Sciences  
Belovodsky Yu. P., Candidate of Technical Sciences

*Federal State Public Military Educational Institution of Higher Education Krasnodar Air Force Institute for Pilots named after Hero of the Soviet Union A.K. Serov of the Ministry of Defence of the Russian Federation  
(Krasnodar)*

**Abstract.** The article provides an overview of possible ways to prepare and conduct laboratory work when studying the training module "Design of aviation equipment" by cadets of the flight school. Some lag of the material and technical support of the educational process from the technological growth of the quality of fighter aircraft is shown. The possible directions of activity of the teaching staff of flight educational institutions to improve the equipment of the material base for laboratory work are presented.

**Keywords:** engineering analysis system, virtual laboratory work, turbojet engine, GasTurb.

## **Введение**

Во всех сферах деятельности человека, в том числе в военном авиастроении, сегодня наблюдается стремление, кто быстрее и точнее сумеет спроектировать самолет, двигатель, точно спрогнозировать их качество и определить оптимальную технологию производства, тот и будет иметь преимущества в материально-техническом оснащении Вооруженных сил.

Это возможно при использовании систем автоматизированного проектирования (САПР). Под этим понятием подразумевают программное обеспечение, позволяющее создавать математическую компьютерную модель самолета и двигателя с максимальной точностью и предоставить производителю полный пакет конструкторской документации по международным стандартам обеспечения качества.

Понятие САПР включает в себя все возможности программного проектирования. Оно включает в себя следующие основные функциональные компоненты:

1. CAD системы (computer-aided design) – для создания трехмерных объектов с детализацией их особенностей и возможностью получения полного комплекта конструкторско-проектной документации.

2. CAM системы (computer-aided manufacturing) – с их помощью прописывают алгоритмы работы станков с ЧПУ.

3. CAE (computer-aided engineering) – для компьютерной поддержки расчетов и проведения инженерного анализа.

В то же время современная авиационная техника должна находиться в руках грамотных, подготовленных к эффективной летной эксплуатации специалистов – летчиков Военно-воздушных сил. Процесс обучения курсантов-летчиков достаточно оснащен современными информационными технологиями



предоставления учебной информации, компьютерного контроля знаний и степени освоения компетенций, предусмотренных образовательными стандартами специальности 25.05.04 «Летная эксплуатация и применение авиационных комплексов».

### **Материалы и методы**

Материалом исследования является процесс освоения курсантами учебных дисциплин в соответствии с рабочей программой учебного модуля «Конструкция авиационной техники» (Рабочая программа учебного модуля МС.2.0. Краснодар: КВВАУЛ, 2021. 73 с.). Программа предусматривает овладение профессиональной компетенцией «Способен организовывать и проводить эксперименты по заданной методике и анализировать полученные результаты». Отсюда следует необходимость проведения лабораторных исследований при реализации дисциплин модуля.

Изучение особенностей проведения лабораторных работ в ряде технических университетов России, в которых находит отражение процесс формирования и становления указанной выше компетенции в ходе выполнения оформления отчетов и защиты лабораторных работ, осуществлялось на основе применения методов текстового и интерпретативного анализа.

В процессе изучения опыта учебных заведений по проведению лабораторных работ, состояния материальной базы и возможностей по ее совершенствованию обозначились **противоречия** между необходимостью проведения экспериментальных исследований, лабораторных работ на реальных установках по таким дисциплинам как «Теория авиационных двигателей», «Конструкция и летная эксплуатация силовых установок», которые предполагают наличие дорогостоящего оборудования, средств измерения быстротекущих процессов в режиме реального времени, и недоступностью такого оборудования для учебных заведений, не относящихся к категории исследовательских или федеральных образовательных организаций.

Исследование проблемы совершенствования экспериментально-лабораторной составляющей образовательного процесса подготовки курсантов-летчиков было проведено с **целью** найти альтернативу использованию дорогостоящего лабораторного оборудования.

### **Дискуссия**

Основной гипотезой проведенного исследования была попытка заменить работу с реальными образцами авиационной техники виртуальными лабораторными работами.

В ходе исследования авторы использовали общенаучные методы сравнительного и статистического анализа, компьютерного моделирования процессов, протекающих во время работы газотурбинного двигателя (ГТД), которые позволили дать высокую степень обобщения изучаемых явлений и процессов.

Предлагаемый предприятием «Учебная техника – Профи» учебным заведениям виртуальный стенд «Устройство, конструкция и принцип работы

турбореактивного двигателя» с физическим макетом позволяет с помощью трехмерной графики и системы виртуальной реальности или наглядного действующего макета изучить устройство, принцип работы и конструкцию двухконтурного турбореактивного (ТРДД) двигателя. Стоимость стенда в 2020 году составляла 471 760 руб. [1]. Однако типы и характеристики двигателей на таких стендах не соответствуют силовым установкам самолетов-истребителей.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» организовал группу по созданию виртуальных лабораторных работ – это компьютерные программы, позволяющие выполнять эксперименты и получать результаты без непосредственного использования реальных лабораторных установок и приборов. Работа с виртуальной лабораторной установкой напоминает своеобразную компьютерную игру. Можно нажимать кнопки виртуальных приборов, переключать тумблеры, поворачивать вентили, подключать провода, наблюдать за течением жидкости, горением и другими физическими и химическими явлениями и технологическими процессами [2].

В качестве основы для создания виртуальных лабораторных работ можно выбрать некоторые программные комплексы инженерного анализа [3]. Приведем их краткую характеристику:

NASTRAN (США, по заказу NASA) – универсальный программный комплекс, очень мощный, предназначенный первоначально для решения аэродинамических задач. Способен решить любые машиностроительные задачи. В основе лежит метод конечных элементов.

ANSYS – самый старый программный комплекс. Создавался как пакет для поддержки научных работ. Является наиболее используемым и дешевым.

StarCD (Великобритания) – специализированный газодинамический программный комплекс. Создавался по заказу автомобильной промышленности Великобритании.

CFX (США) – создавался в 1980 г. для решения гидрогазодинамических задач.

ADAMS – создан для кинематического и динамического анализа механизмов.

FlowVISION (Россия) – создавался в 1999-2002 гг. для решения гидрогазодинамических задач.

Gas Dynamic Tools (Россия, г. Тула) – предназначен для решения высокоградиентных гидрогазодинамических задач (взрывы, пуски ракет...).

Анализ существующих программ термогазодинамического расчёта газотурбинных двигателей (ГТД) показал, что в настоящее время основными используемыми программными комплексами (ПК) являются [4]:

1. ГРАД (Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева (КАИ)).
2. DWIGw (Уфимский государственный авиационный технический университет).
3. GasTurb (Технический университет Мюнхена (Германия)).

4. ThermoGTE (ОКБ им. А. Льюльки) (д.т.н. Лещенко И.А.).

5. ЕТА (ЦИАМ).

6. ANSYS FENSAP-ICE – программный модуль для расчета аэродинамики и обледенения летательных аппаратов и турбореактивных двигателей и оценки эффективности противообледенительных и антиобледенительных систем [5], опыт использования которого проанализирован в статье [6].

На первых порах исследования в качестве основы для создания виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Теория авиационных двигателей» предполагалось использовать программный комплекс GasTurb [7].

Программный комплекс GasTurb позволяет решать задачи, которые наиболее часто встречаются в инженерной практике: параметрические исследования рабочего процесса; оптимизация параметров цикла; расчет характеристик двигателя; моделирование; анализ влияния различных факторов на положение линии совместной работы узлов на характеристиках компрессоров, в том числе на переходных режимах и т.д. (рис. 1).

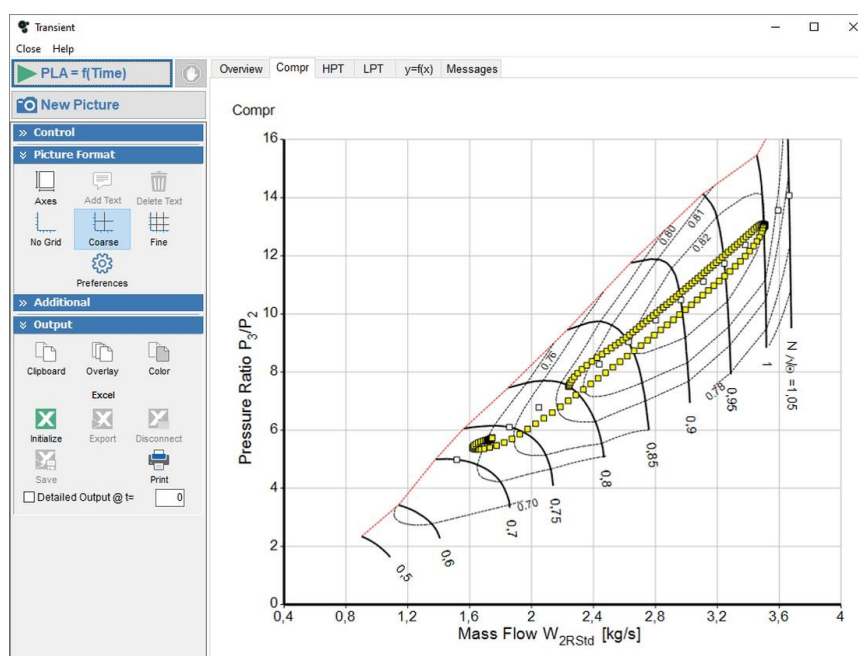


Рисунок 1 – Пример моделирования переходных процессов ГТД в GasTurbo, *Источник: [https://www.gasturb.com/images/Home/GT14\\_Transient\\_large.png](https://www.gasturb.com/images/Home/GT14_Transient_large.png)*

Все приведенные программные комплексы инженерного анализа позволяют создавать виртуальные лабораторные работы, получать готовые графики и диаграммы для их последующего анализа при оформлении отчетов по виртуальным лабораторным работам. При обоснованном выборе CAE – система разработки заданий на моделирование газотурбинных двигателей не является трудоемкой.

Однако такой подход для подготовки курсантов-летчиков можно смело назвать «стрельбой из пушки по воробьям» из-за высокой стоимости, как готовых виртуальных работ, так и высокой стоимости CAD – систем инженерного анализа, а также высоких требований к архитектуре компьютеров

для установки таких систем. В то же время рабочая программа учебного модуля «Конструкция авиационной техники» (Рабочая программа учебного модуля МС.2.0. Краснодар: КВВАУЛ, 2021. 73 с.) истребительной авиации предусматривает овладение профессиональной компетенцией «Способен организовывать и проводить эксперименты по заданной методике и анализировать полученные результаты». Отсюда следует необходимость проведения виртуальных лабораторных исследований, направленных на получение начальных навыков планирования экспериментальных работ, уяснения физической сути исследуемого процесса или явления, подтверждения основных теоретических положений.

Профессорско-преподавательский состав кафедры осваивает технологии создания как простых, так и сложных виртуальных лабораторных работ, разрабатывает авторские методики их организации и проведения.

Примером простой работы покажем виртуальную демонстрацию термодинамического процесса изобарного и изохорного подвода тепла к газу как рабочему телу.

Работа проводится с курсантами 1 курса. Преподаватель ставит перед курсантами цель работы, знакомит с моделью лабораторной установки, методами мозгового штурма подводит аудиторию к выяснению тех систем самолета и двигателя, в которых реализуются указанные процессы. На рисунке 2 показаны начальная, средняя и конечная фазы работы виртуальной лабораторной установки «Исследование изохорного процесса».

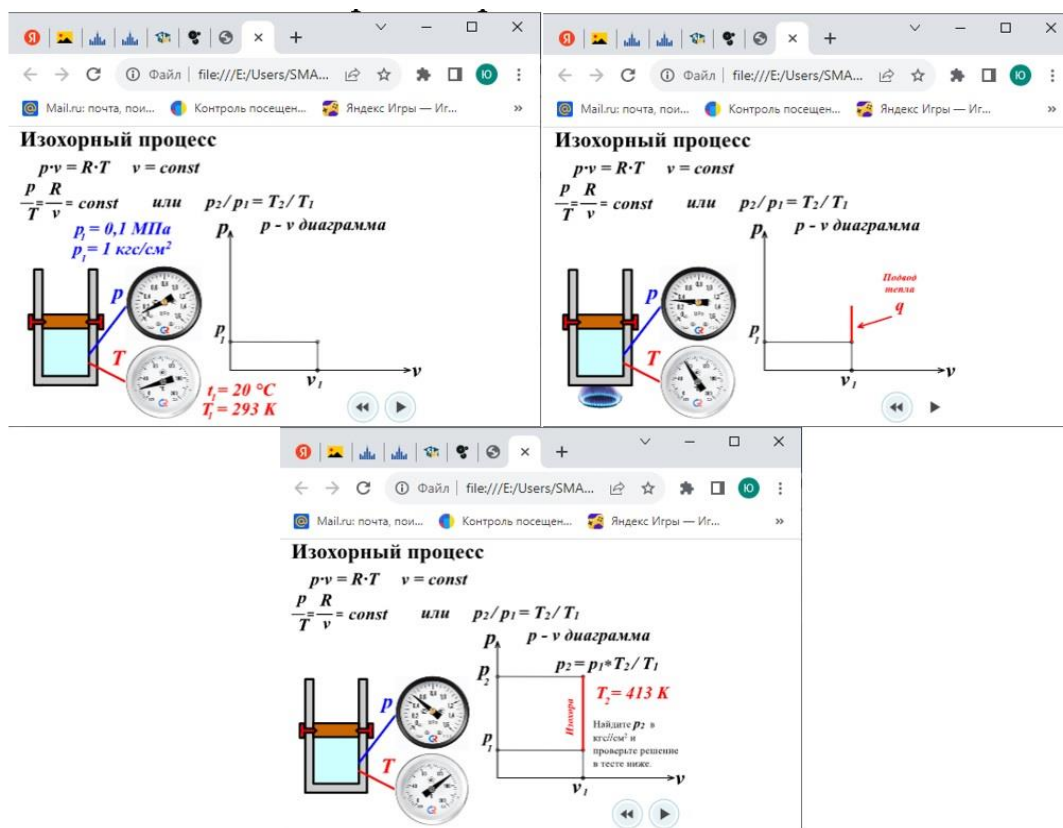


Рисунок 2 – Пример моделирования изохорного процесса

На рисунке 3 показаны начальная и конечная фазы работы виртуальной лабораторной установки «Исследование изобарного процесса».

Обе модели созданы авторами в программе Adobe Animate 2020 за 3-4 часа и по нашим наблюдениям не вызывают у курсантов затруднений при снятии показаний виртуальных измерительных устройств, обработке результатов эксперимента, формулировке выводов и прохождении компьютерного теста по термодинамическим процессам.

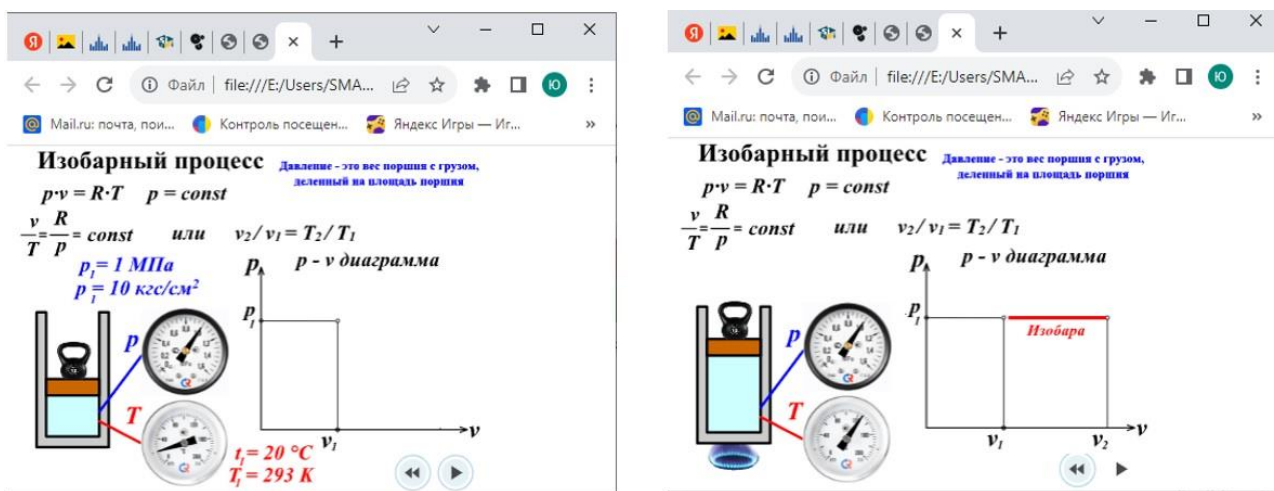


Рисунок 3 – Пример моделирования изобарного процесса

Следующим перспективным направлением создания виртуальных лабораторных работ нам представляется MS EXCEL (Табличный процессор Excel в экономических и финансовых расчетах: учебный курс // [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/3659/901/lecture/32705>), которая обеспечивает 10 разных категорий функций: арифметические/тригонометрические, инженерные, логические, текстовые, статистические, функции категории дата/время, функции для работы с базами данных/списками, финансовые, информационные и функции категории ссылки/массивы.

Программа EXCEL содержит более 400 встроенных функций, которые можно выбрать с помощью «Мастера функций».

Примером виртуальной лабораторной работы, выполненной в MS EXCEL, покажем «Расчет на прочность рабочей лопатки компрессора при ее растяжении от действия центробежных сил».

Цель работы – произвести проверочный расчет на прочность рабочей лопатки компрессора, в результате которого в расчетных сечениях лопатки определить:

- геометрические параметры рабочей лопатки;
- расчет растягивающих усилий и напряжений;
- построить графики изменения по длине лопатки:
  - а) центробежных сил;
  - б) напряжений растяжения от центробежных сил.

Расчетная схема по одному из 30 вариантов геометрии и материала лопаток рабочего колеса представлена на рисунке 4 и в таблице 1 (фрагмент вариантов заданий).

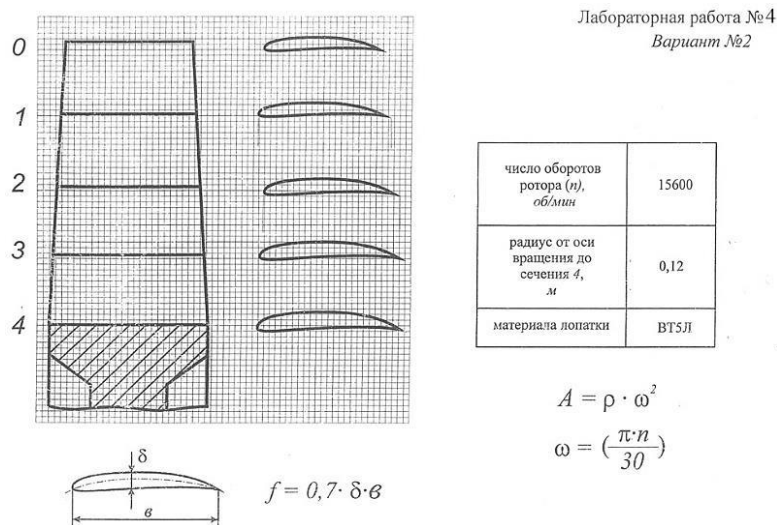


Рисунок 4 – Расчетная схема лопатки рабочего колеса

Таблица 1 – Варианты заданий

№ по журналу	Частота вращения ротора $n$ , %	Радиус от оси вращения до сечения № 4, м	Материал лопатки
1	15500	0.12	АЛ15
2	15600	0.12	ВТ5Л
3	16500	0.12	ЭИ4375
.....			
30	15000	0.14	ВТ5Л

На рисунке 5 показано окно программы с ячейками для ввода исходных данных результатами моделирования в виде графиков изменения нормальных напряжений в расчетных сечениях рабочей лопатки.

Однако познавательное значение этой виртуальной лабораторной работы заключено в методике ее использования в процессе занятия.

Так, после получения результатов первого моделирования ставится ряд проблем с анализом нагружения лопаток осевого компрессора:

при увеличении частоты вращения ротора на 10% нормальные напряжения в лопатках – (останутся неизменными, увеличатся на \_\_ %, уменьшатся на \_\_%) и почему;

при увеличении высоты лопатки на 10% и неизменной хорде лопаток нормальные напряжения в лопатках – (останутся неизменными, увеличатся на \_\_ %, уменьшатся на \_\_%) и почему;

при увеличении хорды лопатки на 10% и неизменной высоте лопаток нормальные напряжения в лопатках – (останутся неизменными, увеличатся на \_\_ %, уменьшатся на \_\_%) и почему;

при исходной геометрии лопатки на заданных оборотах замена материала лопатки с \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ нормальные напряжения в лопатках – (останутся неизменными, увеличатся на \_\_\_%, уменьшатся на \_\_\_%) и почему;

как влияет форма проточной части осевого компрессора (рис. 6) на нормальные напряжения рабочих лопаток первых и последних ступеней компрессора, если геометрия и материалы и первых, и последних ступеней форм *а*, *б* и *в* одинаковы.

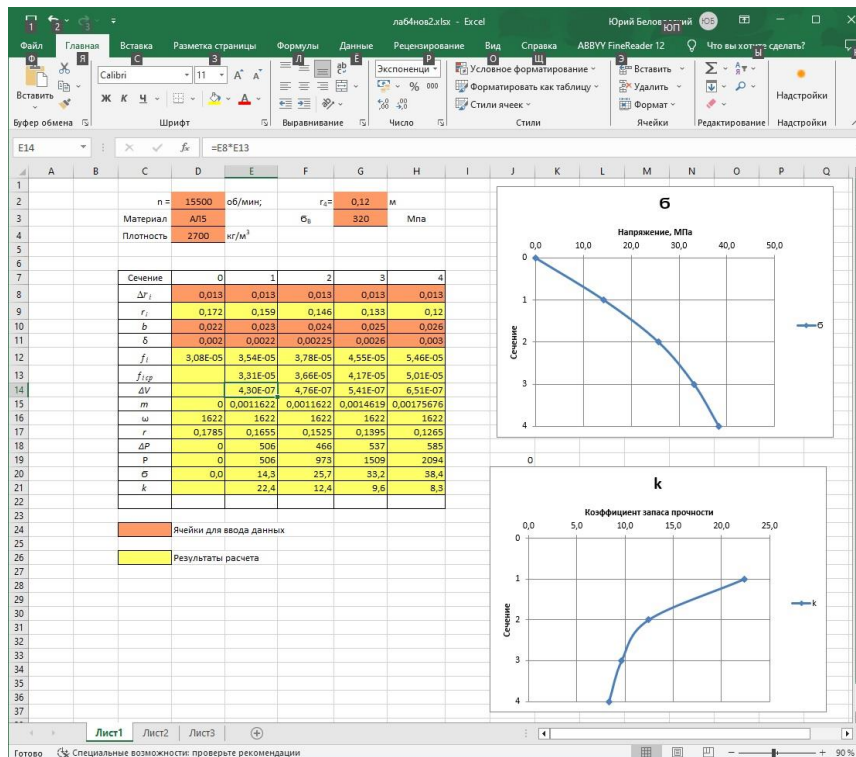


Рисунок 5 – Результаты моделирования

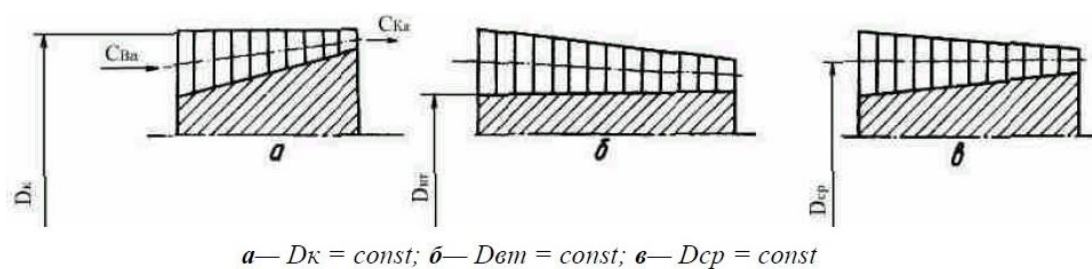


Рисунок 6 – Формы проточной части многоступенчатого осевого компрессора, *Источник: [https://studfile.net/html/2706/47/html\\_gLxAXYXnac.SB\\_Y/htmlconvdcq7rKt\\_html\\_6b7b1e8a13d1935f.png](https://studfile.net/html/2706/47/html_gLxAXYXnac.SB_Y/htmlconvdcq7rKt_html_6b7b1e8a13d1935f.png)*

Опыт внедрения предложенных виртуальных лабораторных работ показал положительную динамику успеваемости курсантского состава и их заинтересованность к процессу создания и применения инновационных моделей, что доказывает перспективность методики и способность в определенной мере заменить недостающее лабораторное оборудование.

Стоит отметить, что стационарные установки по предложенным направлениям лабораторных работ по своей доступности (цене) не сопоставимы с разработкой их виртуальных аналогов, и, исходя из целесообразности и специфики учебного заведения, могут широко применяться в учебном процессе.

### **Заключение**

Использование разработанных авторами виртуальных лабораторных работ в процессе изучения авиационной техники способствует повышению качества знаний курсантского состава и выявило ряд положительных факторов: снижение трудоемкости монотонных вычислений; получение навыков исследовательской работы в составе группы (первые две работы) и индивидуальной работы над заданным вариантом; повышение мотивации и интереса к экспериментальному поиску ответов на поставленные вопросы.

Таким образом, можно сделать вывод, что предложенные авторами виртуальные лабораторные работы способны составить альтернативу использованию дорогостоящего лабораторного оборудования, а также дополнить учебно-материальную базу для качественной подготовки авиационного специалиста.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Предприятие «Учебная техника – Профи» // [Электронный ресурс]. – URL: <https://labstand.ru/catalog/dvigateli-letatelnyh-apparatov-virtualnye-trenazhery/virtualnyj-uchebnyj-kompleks-ustrojstvo-konstrukciya-i-princzip-raboty-turboreaktivnogo-dvigatelya-s-fizicheskim-maketom-model-dvigatelya-na-vybor-zakazchika> (дата обращения: 25.08.2023)
2. Виртуальное лабораторное пространство Томского государственного университета // [Электронный ресурс]. – URL: [https://portal.tpu.ru/ceog/v\\_lab](https://portal.tpu.ru/ceog/v_lab) (дата обращения: 28.08.2023).
3. Программные комплексы инженерного анализа // [Электронный ресурс]. – URL: <https://studizba.com/lectures/106-transport/1387-konstrukcija-i-prochnost-aviacionnyh-dvigatelej-i-jenergeticheskikh-ustanovok/25575-1-programmnye-kompleksy-inzhenernogo-analiza.html> (дата обращения: 25.08.2023)
4. Агульник А. Б. Программный комплекс для расчета характеристик основных схем газотурбинных двигателей / А. Б. Агульник, И. В. Кравченко, А. А. Горбунов [и др.] // [Электронный ресурс]. – URL: [http://thermogte.ru/\\_ld/0/7\\_0001.pdf](http://thermogte.ru/_ld/0/7_0001.pdf) (дата обращения: 25.08.2023)
5. Программный модуль для расчета аэродинамики и обледенения летательных аппаратов и турбореактивных двигателей и оценки эффективности противообледенительных и антиобледенительных систем // [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cadfemcis.ru/products/ansys/fluids/fensap-ice/> (дата обращения: 25.08.2023)
6. Агульник А. Б. Опыт применения программного комплекса FENSAP-ICE для моделирования обледенения крыла самолета / А. Б. Агульник, Я. А. Индруленайте // Полярная механика. 2016. № 3. С. 236-246. – EDN XYGQCN.
7. Professional software for gas turbine performance calculations. Built for engineers, managers, researchers and students alike // [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gasturb.de/> (дата обращения: 25.08.2023)



## МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭЛЕКТРОННЫМ СРЕДСТВАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ (АТСЕП)

Рубцов Е. А., канд. техн. наук  
Кудряков С. А., д-р техн. наук  
Муксимова Р. Р., канд. техн. наук

*Российский университет транспорта (МИИТ)  
(Москва)*

**Аннотация.** В ближайшее десятилетие авиационная отрасль столкнется с нехваткой специалистов, в том числе специалистов по электронным средствам обеспечения безопасности воздушного движения (АТСЕП). Решить проблему возможно путем внедрения инновационных методов и технологий обучения. В работе предлагается применять трансформационное обучение, а также индивидуализированный подход при обучении специалистов и разработку образовательной траектории для каждого обучающегося с учетом его особенностей и требований работодателя. Предлагается разработать и внедрить комплексный тренажер для специалистов АТСЕП, использующий технологии виртуальной и дополненной реальности, а также технологию цифровых двойников. Предлагаемые решения позволят повысить качество подготовки специалистов АТСЕП и сократить время на стажировку и дублирование.

**Ключевые слова:** АТСЕП, специалист по техническому обслуживанию, трансформационное обучение, образовательная траектория, тренажер.

## METHODS OF TRAINING AIR TRAFFIC SAFETY ELECTRONICS PERSONNEL (ATSEP)

Rubtsov E. A., Candidate of Technical Sciences  
Kudryakov S. A., Doctor of Technical Sciences  
Muksimova R. R., Candidate of Technical Sciences

*Russian University of Transport (MIIT)  
(Moscow)*

**Abstract.** In the next decade, the aviation industry will face a shortage of specialists, including air traffic safety electronics personnel (ATSEP). It is possible to solve the problem by introducing innovative teaching methods and technologies. The paper proposes to apply transformational learning, as well as an individualized approach in the training of specialists and the development of an educational trajectory for each student, taking into account his characteristics and the requirements of the employer. It is proposed to develop and implement a complex simulator for ATSEP using virtual and augmented reality technologies, as well as digital twin technology. The proposed solutions will improve the quality of training of ATSEP and reduce the time for internships and duplication.

**Keywords:** ATSEP, maintenance specialist, transformational training, educational trajectory, simulator.

## **Введение**

Человеческий фактор в авиации является причиной примерно 70% инцидентов и катастроф, поэтому уровень квалификации специалистов напрямую влияет на безопасность полетов. Планируемое расширение и обновление мирового авиапарка и расширение сети воздушных трасс находятся под угрозой из-за нехватки квалифицированных кадров, в частности специалистов по электронным средствам обеспечения безопасности воздушного движения (ATSEP).

В официальном письме AN21/3-14/43 2014 года генеральный секретарь Международной организации гражданской авиации (ИКАО) отметил, что к 2027 году на пенсию выйдет рекордное количество специалистов ATSEP. В ряде случаев следующее поколение не подготовлено в нужном количестве или не способно обеспечить требуемый уровень квалификации. Это приводит к необходимости внедрения инновационных методов обучения, которые позволят сократить время на подготовку специалиста и повысить качество обучения, а также сделать сам процесс гибким и адаптируемым.

Целью статьи является разработка инновационных методов подготовки специалистов ATSEP, которые позволят снизить влияние человеческого фактора и повысить уровень безопасности полетов.

## **Подготовка специалистов ATSEP за рубежом**

ИКАО выпустила несколько документов с рекомендациями по подготовке специалистов ATSEP:

– 10057 «Руководство по основанной на компетенциях системе подготовки и оценке персонала по электронным средствам обеспечения безопасности воздушного движения (ATSEP)».

– 7192 «Руководство по обучению Часть E-2. Персонал по электронным средствам для обеспечения безопасности воздушного движения (ATSEP)».

– 9941 «Руководство по разработке учебных программ. Методика компетентностной подготовки кадров».

– Инструктивные указания по управлению подготовкой персонала ТРЕЙНЭР (TMG);

– Инструктивные указания по организации учебного процесса ТРЕЙНЭР (TDG);

– Письмо государствам AN 7/5-01/52.

Согласно документу 10057, эффективная работа системы организации воздушного движения (ОрВД) зависит от компетентных и квалифицированных специалистов ATSEP, которые участвуют в установке, эксплуатации и техническом обслуживании системы связи, навигации, наблюдения и управления воздушным движением. По мере развития интерфейсов «диспетчер-пилот» и «система-система», специалисты ATSEP нуждаются в общей компетенции и практических навыках для обеспечения бесперебойной работы.

В концепции обучения специалистов ATSEP заложены следующие этапы процесса обучения (рис. 1), изложенные в «Руководстве по обучению персонала по электронным средствам для обеспечения безопасности воздушного движения»:

- 1) начальная подготовка;
- 2) квалификационная подготовка;
- 3) подготовка с целью получения квалификационной отметки о праве на обслуживание систем и оборудования (специальная подготовка);
- 4) подготовка для поддержания компетенции;
- 5) подготовка для развития карьеры.



Рисунок 1 – Этапы концепции обучения специалистов ATSEP,  
 Источник: [https://aerohelp.ru/sysfiles/374\\_111.pdf](https://aerohelp.ru/sysfiles/374_111.pdf)

Первые два этапа формируются в ходе обучения ATSEP в профильных учебных заведениях. ИКАО в качестве достаточного уровня образования определяет его как среднее специальное образование со специализацией в области электронной техники в объеме не менее 1600 часов. Три последних этапа определяют профессиональную подготовку ATSEP на рабочем месте.

В документе 10057 представлены принципы, которыми нужно руководствоваться для оценки результатов обучения. Целью оценки является определение того, достиг ли стажер ATSEP целей обучения и соответствующих компетенций. Провайдер обучения может использовать различные методы оценки. Каждый метод оценки следует выбирать в соответствии с целью обучения, требуемой компетенцией и его влиянием на безопасность и/или качество. Возможными методами оценки могут быть: уникальная и/или множественная анкета; письменный и/или устный экзамен; практический экзамен (демонстрация); тест на позиции; а также тест в симуляции.

Как только специалист ATSEP продемонстрировал требуемую эффективность, необходимо поддерживать этот уровень эффективности и, следовательно, поддерживать компетентность путем повышения квалификации.

После успешного завершения базовой подготовки ATSEP потребуется пройти квалификационную подготовку, соответствующую профилю. По завершении квалификационных модулей ATSEP должен быть в состоянии объяснить назначение каждой системы, каждой единицы оборудования и их технические характеристики.

На базе документов ИКАО Евроконтролем был разработан документ ESRR, который применяется в странах Евросоюза [1]. Структура обучения и программы жестко регламентированы и являются обязательными. Учебные организации создают методические материалы и проводят обучение строго по данным программам. Для провайдера аэронавигационного обслуживания осуществляется набор будущих специалистов ATSEP среди лиц с дипломами о среднем специальном образовании, бакалавра или инженера (направления электротехника, электроника, радиотехника и другие). В учебном заведении проводится Basic Training (в течение 7 недель), а также как минимум один курс Qualification Training (в течение 2 недель на один курс). Затем проводится стажировка на рабочем месте (System/Equipment Rating Training), которая по терминологии ИКАО именуется Unit Training.

### **Подготовка специалистов ATSEP в России**

В России ATSEP именуется инженерно-техническим персоналом (ИТП) службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС). В общем случае процесс подготовки ИТП службы ЭРТОС схож с рекомендациями ИКАО по подготовке ATSEP и включает этапы:

1) первоначальное обучение в учебных заведениях гражданской авиации или других заведениях радиотехнического профиля (соответствует начальной и квалификационной подготовке по рекомендациям ИКАО);

2) допуск ИТП службы ЭРТОС к самостоятельной работе (специальная подготовка по рекомендациям ИКАО);

3) повышение квалификации ИТП службы ЭРТОС.

Непосредственно на производстве реализовано два последних этапа.

Допуск ИТП службы ЭРТОС к самостоятельной работе на объектах радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи (РТОП и АС) включает в себя:

- стажировку;
- сдачу зачетов по знанию самого объекта РТОП и АС, правил эксплуатации средств объекта, правил охраны труда и пожарной безопасности, нормативных документов по службе ЭРТОС.

- получение (продление) свидетельства на право выполнения технического обслуживания и/или ремонта объекта (средства) РТОП и АС.

Стажировка является составной частью непрерывного процесса подготовки ИТП службы ЭРТОС к самостоятельной работе и направлена на приобретение теоретических знаний и практических навыков при выполнении должностных обязанностей на конкретном объекте (средстве) РТОП и АС. Стажировка завершается проверкой теоретических знаний и практических навыков технической эксплуатации и/или ремонта методом сдачи зачета.

Повышение квалификации ИТП службы ЭРТОС выполняется в форме:

- курсов повышения квалификации;
- производственной учебы.

Курсы повышения квалификации проводятся с целью изучения новых средств РТОП и АС, современных методов технического обслуживания и ремонта, повышения уровня теоретических знаний и методических навыков в организации технической эксплуатации средств.

Производственная учеба организуется и проводится на объектах, а также с использованием компьютерных курсов с целью поддержания на требуемом уровне теоретических знаний и практических навыков ИТП.

Этапы подготовки ИТП службы ЭРТОС представлены на рис. 2. Анализ рис. 2 показывает, что подготовка специалистов службы ЭРТОС в России по основным пунктам схожа с подготовкой, рекомендуемой ИКАО (рис. 1).



Рисунок 2 – Этапы подготовки ИТП службы ЭРТОС

Обучение будущих специалистов проходит в высших учебных заведениях. По мнению работодателя, уровень образования должен быть «специалист» или «магистр», допускается «бакалавр». Обучение таким образом занимает от 4 до 6 лет, что намного превышает длительность обучения специалиста, реализованного в Евросоюзе. Несмотря на длительный срок обучения, всесторонняя подготовка будущего специалиста положительным образом сказывается на усвоении компетенций, в том числе после окончания учебного заведения, при этом полученный методологический аппарат позволяет им осваивать новое и перспективное оборудование самостоятельно.

В основе нормативной базы по обучению и подготовке специалистов ATSEP в России лежат профессиональные стандарты, представляющие собой характеристики квалификаций, которые должны применяться в профессиональной деятельности.

В подразделениях службы ЭРТОС профессиональные стандарты существуют не на все профессии. Так, существуют профессиональные стандарты для должностей инженера связи (телекоммуникаций), инженера-метролога, электромонтёра по ремонту и обслуживанию аппаратуры и устройств связи и кабельщика спайщика. Для инженера по радионавигации, радиолокации и связи профессионального стандарта не существует (имеется проект Федеральных авиационных правил «Требования к специалистам, осуществляющим эксплуатацию средств РТОП и АС»).

В настоящее время большой проблемой становится длительность допуска работника к самостоятельной работе. Так, в службе ЭРТОС стажировка инженера составляет 6-7 недель, а дублирование – 4 недели. На практике дублирование может занимать до нескольких месяцев.

В настоящее время выпускники высших учебных заведений, поступая на работу, обладают недостаточным количеством практических навыков и умений. Поэтому перед тем, как приступить к дублированию, а затем и к самостоятельной работе, специалисту во время стажировки на протяжении 6 недель необходимо изучать очень большой объем информации. Это занимает достаточно много времени и не является наглядным. Используется линейная система, отсутствуют системы самоконтроля и самопроверки. Таким образом, можно сделать вывод, что необходимо разработать новый подход к решению этой проблемы. Усовершенствование возможно в двух направлениях: необходимо сократить время от принятия на работу до момента самостоятельной работы, а также повысить качество подготовки. Кроме того, необходимо снабдить будущую систему обучения самоконтролем и самопроверкой.

### **Иновационные методы подготовки специалистов ATSEP**

Стратегической задачей для авиационной отрасли на ближайшие годы является быстрая и качественная подготовка требуемого количества специалистов ATSEP. Для решения этой задачи целесообразно применить совокупность инновационных технологий, способных вывести процесс обучения на качественно новый уровень.

Из группы «Технологии виртуальной и дополненной реальности» для поставленной задачи могут применяться [2]:

– технология виртуальной реальности, позволяющая создавать виртуальные измерительные приборы и средства РТОП и АС, моделировать производственные ситуации, а также реализовать систему поддержки и принятия решений путем применения средств дополненной реальности при работе на реальном оборудовании и стендах (рис. 3) [3, 4].

– технология цифровых двойников, позволяющая путем сбора и обработки данных реальных средств РТОП и АС (из автоматизированной системы управления технологическими процессами РТОП) и измерительных приборов создавать виртуальные приборы и оборудование, копирующее поведение реального, включая отказы, погрешности, и особенности работы в разных климатических условиях [2].

Из инновационных методов обучения можно выделить трансформационное обучение, индивидуализированный подход и разработку образовательной траектории для каждого обучающегося с учетом его особенностей. Рассмотрим предложенные методы и технологии подробнее.

Особенности процесса обучения позволяют рассматривать его как управляемый процесс, при этом актуальной представляется проблема разработки модели управления обучением подготовки на основе синергетического подхода [5].



Рисунок 3 – Примеры применения технологий виртуальной и дополненной реальности: а – моделирование производственных ситуаций; б – система поддержки и принятия решений для специалистов,

*Источники:* <https://www.viar360.com/virtual-reality-training-examples>,  
<https://vyksavkurse.ru/news/obshestv/omk-vnedrila-sistemu-udalennyh-remontov>

Совокупность различных индивидуальных особенностей обучаемых является одним из базовых факторов, определяющих продуктивность обучения. В работе человеческий фактор отражают два коэффициента:  $f$  – коэффициент забывания;  $c$  – коэффициент умозаключения. Пара этих коэффициентов образует двухмерный вектор интеллекта обучаемого ( $f, c$ ), который вместе с векторами управления ( $h, u$ ) и состояния ( $x, y$ ) определяет эффективность процесса обучения. Отсюда следует логическая связь между коэффициентами  $f$  и  $c$  в уравнениях состояния [6]:

$$\frac{dx}{dt} = fuy, \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dt} = c(1-u)xy, \quad (2)$$

где  $x$  – объём накопленных знаний;

1.  $y$  – объём накопленных умений;

2.  $u$  – доля времени, отведённая накоплению знаний.

3. Логической связи между коэффициентами  $f$  и  $c$  можно придать аналитическую форму, если зафиксировать значение  $u$  и ввести отношение  $\operatorname{tg}\varphi = c/f$  ( $\varphi$  – фаза интеллекта). Формула этой связи следует из системы (1)-(2):

$$\frac{2uy}{x^2(1-u)} = \frac{c}{f}. \quad (3)$$

4. Отношение (3) связывает эвристическую способность личности с качеством памяти. Варьируя исходные значения исходя из особенностей каждого обучающегося, возможно создать оптимальную кривую для каждого специалиста. При этом обеспечивается:

- прогнозирование достижения компетенции за определённое время;
- осуществление регулирования во время формирования индивидуальной траектории обучения;

– контроль за степенью достижения определённой компетенции, определение фактических показателей времени, достижения цели, вектора состояния  $(x, y)$ .

Рассмотрим особенности трансформационного обучения. Суть методики состоит в разделении комплексной задачи на близкие по сложности выполнения блоки операций (БО) (рис. 4) [7].



Рисунок 4 – Схема разделения профессиональной деятельности специалиста

При реализации этой методики ведётся совместный учёт характеристик безошибочности и времени выполнения действий обучаемых при отработке БО. Трансформационность обучения связана с образованием у операторов новой стратегии мышления на основе полученных в ходе тренинга знаний, навыков и умений, а также их взаимодействия [7-9].

Рассмотрим суть трансформационного обучения на примере. Для этого выделим стадии обучения (рис. 5):

- 1) освоение БО 1 типа;
- 2) решение БО 1 типа и первичное освоение БО 2 типа с вытеснением БО 1 типа;
- 3) продолжение освоения и решения БО 2-типа.

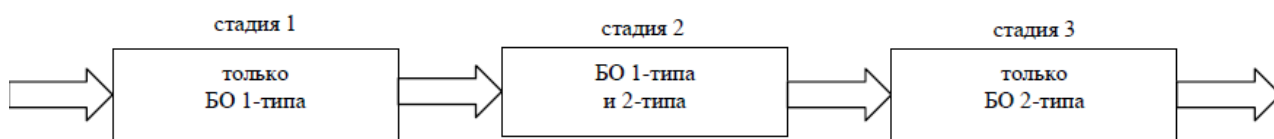


Рисунок 5 – Представление процесса трансформационного обучения

БО могут выполняться: быстро и безошибочно; безошибочно, но медленно; с ошибками, но быстро; с ошибками и медленно. Модели обучения оператора имеют вид функций:

$$n_i = A_n \alpha^{i-1} + B_n \beta^{i-1} + C_n \gamma^{i-1} + D_n \delta^{i-1}, \quad (4)$$

где  $n_i$  – среднее число БО, освоенных к шагу  $i$ , при качестве выполнения  $U = (X, Y, Z)$ ;



$X, Y, Z$  – число задач, освоенных по безошибочности ( $X$ ), скорости ( $Y$ ), безошибочности и скорости ( $Z$ );

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$  – простые корни характеристического уравнения (4), при этом принимается:  $\alpha = 1$ ;  $\beta = 0.5(a_x + b_z + c_z + A)$ ;  $\gamma = 0.5(a_x + b_z + c_z - A)$ ;  $\delta = b_y - b_z$ ;

$$A = \sqrt{(a_x - b_z - c_z)^2 + 4a_z(b_x + c_x)};$$

$A_n, B_n, C_n, D_n$  – коэффициенты, характеризующие потенциальные возможности по подготовке специалистов.

При обучении четко выделяют три стадии (рис. 5). На стадии 1 выполняются однородные БО, происходит освоение 1-го набора БО. На стадии 2 мы имеем дело с неоднородной марковской цепью, так как числа БО 1 и 2 типов зависят от шага, поэтому разнятся и вероятности перехода. На стадии 3 опять выполняются однородные БО (осваивается 2-й набор). На стадии 2 как правило происходит падение познавательной способности, что вызвано необходимостью изменения стратегии обучения. Для более комфортного прохождения кризисной фазы рекомендуется на стадии 2 снижать скорость подачи материала до момента выработки новой стратегии, а затем плавно восстанавливать скорость, переходя в стадию 3. Это позволит повысить эффективность усвоения материала, выработки требуемых умений и навыков.

Для контроля усвоения программы обучения необходимо после каждого блока проводить контроль.

Для контроля рассмотрим модель опроса по двум тестам. При реализации этой стратегии опроса обучаемому выдается два теста, при этом оценивается корреляция ответов. Для дальнейших расчетов применим метод линейной корреляции Пирсона. При этом ковариация определяется как математическое ожидание произведения отклонений случайных величин [9]:

$$S_{xy} = M[(X - M(X))(Y - M(Y))] = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})(Y_i - Y_{cp})}{n}, \quad (5)$$

где  $n$  – количество элементов выборки.

Линейный коэффициент корреляции (коэффициент корреляции Пирсона), рассчитывается как:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (6)$$

где  $\sigma_x$  – среднеквадратическое отклонение величины  $X$ ;

$\sigma_y$  – среднеквадратическое отклонение величины  $Y$ .

Основным инновационным техническим средством для подготовки специалистов ATSEP должны стать комплексные тренажеры, включающие в себя аппаратную и программную части в разных долях, применяемые на разных этапах обучения [10, 11].

Подготовка ATSEP с тренажёрными установками эффективнее изучения только теоретического материала, поскольку позволит визуализировать рабочие ситуации на объекте РТОП и АС. Помимо измерений и проверки работоспособности возможно моделировать ремонтные работы и технический осмотр [11].

Работа с тренажером предполагает визуальное ознакомление с оборудованием, выполнение типовых операций (включение, проверка, калибровка, измерения), техническое обслуживание.

Работа с тренажером предполагает поэтапный переход от виртуального оборудования к применению стендов и настоящих приборов. Это позволит обучающемуся приобрести необходимые знания, умения и навыки для использования измерительных приборов при прохождении практики и для дальнейшей работы. Система обучения включает в себя 3 модуля:

- Модуль 1: получение теоретических знаний по работе с оборудованием в рамках учебного плана;
- Модуль 2: изучение оборудования с помощью виртуального тренажера (реализующего технологию цифровых двойников) на персональном компьютере, а также с применением технологий виртуальной реальности;
- Модуль 3: работа с настоящим оборудованием, в том числе с применением технологий дополненной реальности.

Тренажеры могут применяться в службе ЭРТОС для:

- 1) ознакомления с приборами во время стажировки;
- 2) проверки и оценивания знаний специалистов во время аттестаций;
- 3) поддержания уровня квалификации ATSEP на требуемом уровне.

Тренажерная подготовка может помочь сократить сроки подготовки специалиста ATSEP для конкретного рабочего места за счет лучшего усвоения знаний на этапе стажировки и сокращения этапа дублирования. Таким образом, подготовленный специалист может раньше приступить к самостоятельной работе со средствами РТОП и АС.

### **Заключение**

Качественная профессиональная подготовка специалистов ATSEP и кадровая их достаточность для эксплуатационной практики являются главными критически важными элементами авиатранспортной системы страны.

В работе проведен анализ подготовки специалистов ATSEP в России и за рубежом, выявлены общие тенденции и определены направления дальнейшего развития. Проанализированы и предложены методы по выявлению индивидуальных особенностей обучающегося и построения траектории обучения (исходя из анализа вектора интеллекта обучаемого). Для внедрения в образовательный процесс предложена модель трансформационного обучения и контроля усвоения материала по двум тестам с оценкой корреляции результатов. Приведены результаты эксперимента, проведенного среди ИТП узла систем посадки службы ЭРТОС аэропорта Петропавловск-Камчатский.

Предложен комплексный тренажер для подготовки специалистов ATSEP, включающий виртуальное оборудование и приборы, а также стенды и

настоящие измерительные приборы. Применение тренажера позволит повысить качество подготовки специалистов ATSEP, а также сократить время на стажировку и дублирование.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Easy Access Rules for Air Traffic Management/Air Navigation Services (Regulation (EU) 2017/373). Published November 2022 // EASA [Электронный ресурс]. – 2022. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/125141/en> (дата обращения: 17.09.2023).

2. Абдрахманова Г. И. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты // докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская, К. О. Вишнеvский, Л. М. Гохберг и др. ; рук. авт. кол. П. Б. Рудник ; науч. ред. Л. М. Гохберг, П. Б. Рудник, К. О. Вишнеvский, Т. С. Зинина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 239 с. – ISBN 978-5-7598-2510-4.

3. Виртуальная реальность в образовании // Виртуальные очки [Электронный ресурс]. URL: <https://virtualnyeochki.ru/stati/primenenie-virtualnoj-realnosti-v-sfere-obrazovaniya> (дата обращения: 17.09.2023).

4. ОМК внедрила систему удаленных ремонтов и монтажа оборудования в онлайн-режиме // IoT Daily [Электронный ресурс]. URL: <https://iotdaily.ru/2021/03/15/omk-vnedrila-sistemu-udalennyh-remontov-i-montazha-oborudovaniya-v-onlajn-rezhime> (дата обращения: 17.09.2023).

5. Колесников А. А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза / А. А. Колесников. М.: УРСС, 2006. 240 с.

6. Рухлинский В. М. Разработка механизма непрерывного мониторинга уровня профессиональной подготовки авиационных специалистов / В. М. Рухлинский, Л. Г. Большедворская // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 214(4). С. 31-36. – EDN TONSDR.

7. Чабаненко П. П. Исследование безопасности и эффективности функционирования систем человек-техника эргосетями / П. П. Чабаненко. Севастополь : Издательство Академии военно-морских сил им. П. С. Нахимова, 2012. 160 с.

8. Вельмисов И. А. Показатели профессиональной деятельности авиационных специалистов / И. А. Вельмисов, С. А. Кудряков, Ю. Б. Остапченко [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2018. № 2(19). С. 26-37. – EDN XRZFKX.

9. Майер Р. В. Кибернетическая педагогика: имитационное моделирование процесса обучения / Р. В. Майер. Глазов : Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко, 2014. 141 с. – ISBN 978-5-93008-176-3. – EDN RXQAIF.

10. Рубцов Е. А. Внедрение в учебный план тренажерных систем для подготовки и тренировки инженерного персонала службы ЭРТОС / Е. А. Рубцов, Е. П. Ковтунов // Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем «Радиоинфоком-2021»: сборник научных статей в международной научно-практической конференции, Москва, 15–19 ноября 2021 года. Москва: МИРЭА – Российский технологический университет, 2021. С. 746-749. – EDN XLTCDN.

11. Шалупин С. В. О повышении эффективности подготовки инженерно-технического состава служб ЭРТОС на основе метода компьютерной эмуляции радиооборудования / С. В. Шалупин, Э. А. Болелов, В. В. Ерохин // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2022. № 4. С. 56-69. – DOI 10.51955/2312-1327\_2022\_4\_56.

## АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ СТУДЕНТОВ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТОДАМИ АСИНХРОННОЙ ГИМНАСТИКИ

Стадников С. Б.<sup>1,2</sup>  
Подлиняев О. Л.<sup>1</sup>, д-р пед. наук

<sup>1</sup>*Иркутский государственный университет*  
<sup>2</sup>*Иркутский филиал МГТУ ГА*  
(г. Иркутск)

**Аннотация.** Работа посвящена вопросу активизации высших психических процессов студентов методами асинхронной гимнастики. Описываются специальные кинезиологические упражнения, позволяющие повысить эффективность памяти и внимания за счёт синхронизации полушарий головного мозга. Представлены результаты экспресс-диагностики, проведённой со студентами первого курса Иркутского филиала Московского государственного технического университета гражданской авиации.

**Ключевые слова:** активизация познавательных процессов, асинхронная гимнастика, межполушарная асимметрия головного мозга.

## ACTIVATION OF COGNITIVE PROCESSES IN STUDENTS' LEARNING ACTIVITIES THROUGH ASYNCHRONOUS GYMNASTICS METHODS

Stadnikov S. B.<sup>1,2</sup>  
Podlinyaev O. L.<sup>1</sup>, Doctor of Pedagogical Science

<sup>1</sup>*Irkutsk State University*  
<sup>2</sup>*Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk Branch*  
(Irkutsk)

**Abstract.** The work is devoted to the issue of activating students' higher mental processes through asynchronous gymnastics methods. It describes specific kinesiological exercises aimed at enhancing memory and attention efficiency by synchronizing the hemispheres of the brain. The study presents the results of express diagnostics carried out with first-year students at the Irkutsk branch of the Moscow State Technical University of Civil Aviation.

**Keywords:** cognitive process activation, asynchronous gymnastics, interhemispheric asymmetry of the brain.

Современная дидактика ставит перед преподавателями задачу не только передачи знаний, умений и навыков, но и повышения эффективности учебного процесса. Один из способов достижения этой цели – использование методов активации познавательных процессов студентов посредством тех или иных нейрофизиологических методик и практик. В данной статье мы рассмотрим один из необычных и эффективных методов – асинхронную гимнастику – и то, как она может быть применена для активации познавательных процессов студентов в учебной деятельности на примере групп первокурсников.

Асинхронная гимнастика представляет собой специально разработанные упражнения, которые выполняются студентами для повышения эффективности когнитивных процессов. Основным принципом асинхронной гимнастики заключается в том, что посредством упражнений, задействующих оба полушария мозга, активизируются психические процессы обучающихся, что способствует улучшению когнитивных функций, а также повышает качество восприятия и усвоения учебного материала.

Полушария головного мозга человека имеют разную специализацию и характеристики. Левое полушарие отвечает за оперирование вербально-знаковой информацией, правое – за оперирование информацией образной. Условное распределение психических функций между полушариями представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональное распределение психических функций полушарий головного мозга

<b>Функции левого полушария</b>	<b>Функции правого полушария</b>
Абстрактное мышление. Дискурсивное мышление. Логическое мышление. Анализ, синтез, обобщение. Аналитическое восприятие мира.	Образное мышление. Ассоциативное мышление. Интуитивное мышление. Воображение. Фантазия. Инсайты. Целостное восприятие мира.
Речь. Распознавание речи, управление речью. Чтение, письмо, счёт. Решение логических, арифметических, инженерных задач. Математические способности. Установление причинно-следственных связей.	Распознавание неречевых звуков: восприятие музыки, невербальных шумов и звуков. Восприятие пространства. Творческие способности: музыкальные, художественные, поэтические и т. д.
Обработка и генерирование вербально-знаковой информации: знаки, тексты, формулы и т. д.	Обработка и генерирование образов, символов. Распознавание целостных образов (гештальтов).
Управление сложными и мелкомоторными двигательными актами. Контралатеральное управление правой стороной тела.	Управление пространственными двигательными актами. Контралатеральное управление левой стороной тела.

Поскольку мозг является самым энергозатратным органом, то в процессе эволюции человек привык использовать его сегментарно [1]. Как правило, при осуществлении когнитивной активности, человек «включает» то одно полушарие, то другое, в зависимости от характера выполняемой деятельности. Если человек занят логическим мышлением, чтением и письмом, решением каких-либо математических или физических задач, то в большей степени «работает» левое полушарие, в то время как правое – находится в режиме «энергосбережения». Если же человек мыслит образно, воображает, генерирует какие-либо творческие продукты, то напротив – активно правое полушарие; при этом, левое полушарие переходит в «спящий режим». Такое поочерёдное переключение было оправдано при дефиците энергии, в наше время проблема голода практически устранена, что делает эволюционный реликт «энергосбережения» неактуальным. Иными словами, современный человек может использовать свой самый энергозатратный орган «на максимум», не опасаясь истощить свои жизненно важные ресурсы.

Лауреат Нобелевской премии, американский нейропсихолог Роджер Сперри доказал, что одновременное включение в познавательную активность обоих полушарий головного мозга повышает эффективность таких когнитивных процессов как мышление, воображение, память и внимание. Это улучшает результативность интеллектуальной деятельности, в том числе, повышает качество учебного процесса [2].

Функциональная асимметрия мозга проявляется не только в управлении психическими процессами, но и двигательными актами. Сенсорные и моторные пути, связывающие мозг и тело, почти полностью перекрещены. Правая и левая части тела управляются, главным образом, противоположными (контралатеральными) полушариями [3]. Иными словами, левое полушарие управляет двигательной активностью правой части тела (правой рукой, правой ногой, правым глазом, и т.д.), правое полушарие – двигательной активностью левой части. В то же время справедлива и обратная связь: при помощи двигательных упражнений можно управлять активностью мозга и повышать эффективность его функционирования [4, 5].

Существует комплекс асимметричной гимнастики, позволяющей синхронизировать работу обоих полушарий головного мозга. В свою очередь, синхронная работа полушарий позволяет мозгу работать как единой когнитивной системе [6], что повышает его продуктивность в несколько раз.

К наиболее простым, но достаточно эффективным упражнениям из арсенала асимметричной гимнастики можно отнести следующие.

Упражнение «ОК» – «Victory»: указательный и средний пальцы левой руки поднимаются вверх (знак «Победа»), указательный и большой пальцы правой руки замыкаются в кольцо (знак «Ок»). После этого нужно хлопнуть в ладоши (разрыв шаблона привычных действий) и поменять расположение пальцев на зеркальное положение: указательный и большой пальцы левой руки показывают знак «Ок», указательный и средний пальцы правой руки – показывают знак «Победа» (рис. 1). При выполнении данного упражнения, положение пальцев меняется с интервалом в одну секунду. Само упражнение выполняется в течение одной минуты. Упражнение тренирует устойчивость произвольного внимания и развивает способность быстро переключаться с выполнения одной задачи на другую.

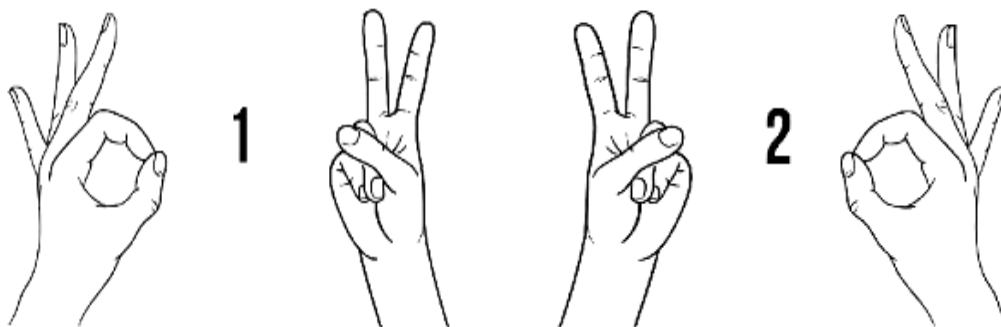


Рисунок 1 – Упражнение «ОК» – «Victory», *Источник:*

<https://i.pinimg.com/originals/2c/f5/33/2cf5339828940ee006982c69ab897f07.jpg>

Упражнение «Синхронное рисование»: для выполнения этого упражнения нужно взять ручки или карандаши в каждую руку и, на листах бумаги, одновременно нарисовать две разные геометрические фигуры, к примеру, левой рукой нарисовать круг, а правой – квадрат (рис. 2).

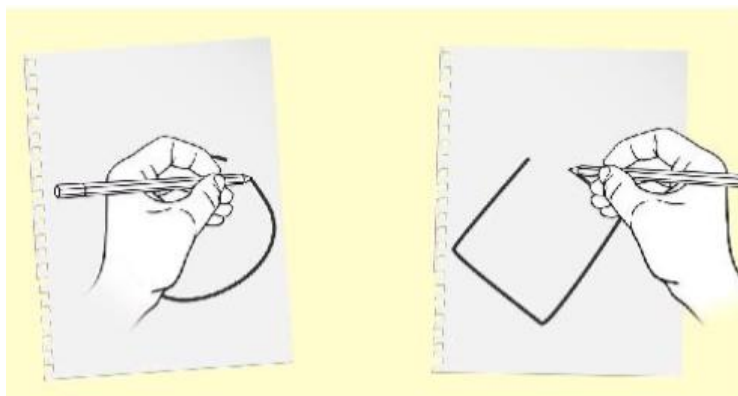


Рисунок 2 – Упражнение «Синхронное рисование», *Источник:*  
[https://avatars.mds.yandex.net/get-images-cbir/1052271/ctE-9t42FE\\_JF82Wpac0Nw6697/ocr](https://avatars.mds.yandex.net/get-images-cbir/1052271/ctE-9t42FE_JF82Wpac0Nw6697/ocr)

Упражнение «Синхронное письмо»: как и при выполнении предыдущего упражнения, нужно взять в каждую руку ручку или карандаш и постараться одновременно обеими руками написать на бумаге две разные буквы; к примеру, левой рукой букву «А», а правой – «В» (рис. 3). Такое упражнение тренирует мозг эффективно обрабатывать несколько задач одновременно и стимулирует когнитивную активность обоих полушарий.



Рисунок 3 – Упражнение «Синхронное письмо», *Источник:*  
<https://avatars.mds.yandex.net/get-images-cbir/1608536/vlGINy4661W5t8uaVBS1Nw6322/ocr>

Существует большое количество упражнений, позволяющих активизировать психические процессы за счёт синхронизации работы полушарий головного мозга, в том числе есть видеоуроки в YouTube и других ресурсах Интернета (например, здесь: <https://youtube.com/watch?v=JRUNKHUBWs&si=qHJedy8xe1z4-Svo>).

Также подобные упражнения можно придумывать самостоятельно. Полезным упражнением, тренирующим мозг, является перенос привычных навыков с ведущей руки на вспомогательную; набор текста на клавиатуре компьютера всеми пальцами и т. д.

С целью проверки эффективности асинхронных упражнений нами был проведён эксперимент со студентами Иркутского филиала Московского государственного технического университета гражданской авиации. Для проведения эксперимента были выбраны контрольная и экспериментальная группы первого курса специальности «Обслуживание и ремонт летательных аппаратов и двигателей», для обеих групп был подготовлен обширный материал из курса «Теория двигателей летательных аппаратов».

В контрольной группе было проведено стандартное занятие продолжительностью 90 минут, за которые материал был усвоен восемнадцатью обучающимися из двадцати девяти, что составляет около 68,1 %.

В экспериментальной группе 20 минут было потрачено на проведение комплекса упражнений, направленных на «разгон» когнитивных способностей, включающих в себя упражнения по асинхронной гимнастике, а 70 минут на выдачу материала, за которые материал был усвоен двадцатью шестью обучающимися из двадцати девяти, что составляет около 89,7 %

Также нами был отмечен эффект активизации памяти и внимания. В экспериментальной группе до начала упражнений и после выполнения асинхронной гимнастики была проведена экспресс-диагностика памяти по методике Г. Эббингауза (Согласно: Подлиняев О. Л. Эффективная память // Учебное пособие: Иркутск: ИГУ, Изд. 8-е, 2016. – 200 с.) и внимания – по методике Д. Векслера [7]. Сравнительный анализ проведённых измерений показал, что после выполненных упражнений эффективность памяти студентов возросла в среднем на 15 %, а устойчивость внимания – на 18 %.

### **Заключение**

В целом, методы асинхронной гимнастики подтвердили свою эффективность как в контексте активизации когнитивных функций студентов, так и в повышении качества образовательного процесса в целом, что доказывает целесообразность использования таких упражнений в учебной деятельности.

Заметим, что использование методов асинхронной гимнастики в работе с обучающимися не требует от педагога специальной подготовки и, тем более, специального образования. Их проведение не занимает много времени (в среднем – это несколько минут), в связи с чем, подобные упражнения можно выполнять как непосредственно во время учебных занятий, так и на переменах или специально организованных «спортивных пятиминутках». Учитывая, что кинезиологические упражнения активизируют мыслительную активность, память, произвольное внимание и концентрированность сознания, их целесообразно использовать перед какими-либо «стрессогенными» для студентов событиями: экзаменами, публичными выступлениями, иными аттестационными мероприятиями.



Таким образом, методы асинхронной гимнастики можно рекомендовать педагогам для активного использования в образовательном процессе как с целью активизации когнитивных процессов обучающихся, так и для повышения эффективности учебной деятельности в целом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Блонский П. П.* Избранные педагогические и психологические сочинения. Т. 1. Педагогика. М., 1979. С. 81-82.
2. *Сперри Р. У.* Психология: Биографический библиографический словарь / Под ред. Н. Шихи, Э. Дж. Чепмана, У. А. Конроя. СПб.: Евразия, 1999. С. 136-137.
3. *Подлиняев О. Л.* Проблема диагностики и учета психологических особенностей обучающихся в образовательном процессе современной школы / О. Л. Подлиняев // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Психология. 2014. Т. 8. С. 65-73. – EDN SXTZGN.
4. Комплексная нейропсихологическая коррекция когнитивных процессов в детском возрасте / В. А. Воробьева [и др.]. М., 2001. 180 с.
5. *Подлиняев О. Л.* Учёт нейропсихологических особенностей учащихся в образовательном процессе / О. Л. Подлиняев // Школьные технологии. 2014. № 6. С. 152-159. – EDN TIAGID.
6. *Подлиняев О. Л.* Функциональная специализация полушарий головного мозга и её учёт в тренировочном процессе / О. Л. Подлиняев, Т. С. Каримова // Современные проблемы и потенциал научных исследований в физической культуре и спорте : материалы всероссийской научно-практической конференции, Улан-Удэ, 25–26 октября 2018 года. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2019. С. 35-41. – EDN VWUNAI.
7. *Асеев В. Г.* Пакет психодиагностических методик. Иркутск: ИГПИ, 1991. 171 с.

**УДК 615.851**

### **ЭФФЕКТЫ СВЕРХКРАТКИХ КУРСОВ ПСИХОТЕРАПИИ В РАЗЛИЧНЫХ МОДАЛЬНОСТЯХ ПРИ АФФЕКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ**

Степанова Е. Б.

*ЧОУ ДПО «Институт возрастной нейропсихологии»  
(г. Москва)*

**Аннотация.** Данная статья посвящена исследованиям эффективности сверхкратких курсов психотерапии у пациентов с аффективными расстройствами с учетом различных модальностей. Автор анализирует результаты клинических исследований, чтобы определить наиболее эффективные методы лечения таких заболеваний. Изучение данной темы имеет важное значение для развития современного подхода к лечению пациентов с аффективными расстройствами.

**Ключевые слова:** психотерапия, депрессивные расстройства, аффективные расстройства, психодинамическая психотерапия, логотерапия, когнитивно-бихевиоральная психотерапия (КБТ).

# EFFECTS OF EXTRASHORT PSYCHOTHERAPY COURSES IN DIFFERENT MODALITIES IN AFFECTIVE DISORDERS

Stepanova E. B.

*Institute of Age-related Neuropsychology  
(Moscow)*

**Abstract.** The paper focuses on research of efficiency of extrashort psychotherapy courses for patients with affective disorders in view of different modalities. The author analyses the clinical findings to determine the most efficient methods for treating such diseases. The analysis of the issue is of great importance for developing a modern approach to treating patients with affective disorders.

**Keywords:** psychotherapy, depressive disorders, affective disorders, psychodynamic psychotherapy, speech and language therapy, cognitive-behavioural psychotherapy

Депрессивные расстройства – одна из классических тем в психологии [3]. Однако несмотря на существование ряда психологических теорий депрессии и значительное разнообразие психотерапевтических подходов, производимые ими психологические эффекты [1] и их специфичность [2] не до конца ясны. Целью данного исследования являлась характеристика объективных (оцененных экспертом-психиатром) и субъективных (отмечаемых самим пациентом) изменений выраженности депрессивной симптоматики у пациентов, не получающих психотерапию и получающих психотерапию в различных модальностях.

Выборка включала 182 пациента (85 мужчин и 97 женщин, возраст  $37,6 \pm 9,4$  года, длительность заболевания  $4,7 \pm 2,8$  лет) с аффективными расстройствами, находящиеся на стационарном лечении. Все участники получали стандартную психофармакотерапию. Кроме того, пациенты были случайным образом распределены в одну из четырех групп: без психотерапии, психодинамическая психотерапия, логотерапия и КБТ. Испытуемые из групп психотерапии дополнительно получили 5 сессий психотерапии в соответствующей модальности.

Для оценки эффекта до и после курса были проведены измерения по Шкале депрессии Гамильтона (HAM-D) и Госпитальной шкале тревоги и депрессии (HADS). Эксперт, оценивавший пациентов по HAM-D после завершения курса, не был уведомлен о том, какой вид психотерапии получали пациенты. Статистический анализ был реализован в IBM SPSS 21.0 и включал *h*-критерий Крускала-Уолиса и, для переменных со значимыми различиями, последующее попарное сравнение групп по *U*-критерию Манна-Уитни.

Группы не отличались друг от друга по исходным показателям HAM-D и HADS (все  $p > 0,25$ ). При этом после курса между группами отмечено значимое различие по HAM-D ( $h(3) = 22,5$ ,  $p = 0,000005$ , Рис. 1) и незначимые тенденции по шкалам тревоги ( $h(3) = 7,7$ ,  $p = 0,053$ ) и депрессии ( $h(3) = 6,6$ ,  $p = 0,085$ ) HADS. Апостериорный попарный анализ показал, что группа без психотерапии по завершении курса характеризовалась большими оценками HAM-D, чем любая группа психотерапии ( $U = 450,5$ ,  $p = 0,001$ ,  $U = 436,5$ ,  $p = 0,0007$ ,  $U = 356$ ,  $p = 0,00001$

для сравнения с психодинамической, экзистенциальной и когнитивно-поведенческой психотерапией, соответственно). Таким образом, все три различия сохраняют значимость при применении поправки Бонферрони (эквивалентно  $p < 0,0083$ ). Однако различий по показателю HAM-D между группами психотерапии обнаружено не было (все  $p > 0,15$ ). При попарном анализе показателей HADS только одно различие приближается к уровню достоверности при применении поправки Бонферрони: представители группы логотерапии после завершения курса характеризуются меньшей субъективной тревожностью, чем участники из группы «чистой» фармакотерапии ( $U=526, p=0,009$ ).

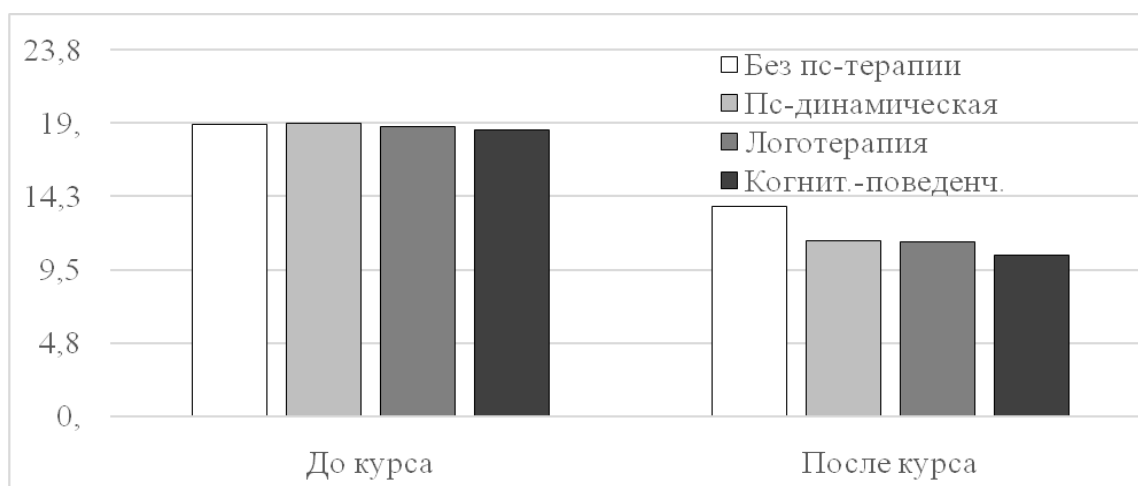


Рисунок 1 – Средние показатели HAM-D в исследованных группах до и после курса. Снижение показателей характерно для всех групп, однако в существенно большей степени – для групп, получивших психотерапию

Таким образом, для стационарных пациентов с депрессией получение даже крайне кратких курсов психотерапии в дополнение к фармакотерапии связано со снижением объективных показателей депрессивной симптоматики. Однако не удается выявить различий в антидепрессивном эффекте различных модальностей психотерапии. Также не наблюдается значимых различий в субъективных показателях тревожности и депрессии в зависимости от получаемой психотерапии. Однако обнаружен тренд, указывающий на связь психотерапии, в особенности экзистенциальной, со снижением уровня субъективной тревожности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гаранян Н. Г.* Эффективность интегративной когнитивно-динамической модели расстройств аффективного спектра / Н. Г. Гаранян, А. Б. Холмогорова // Социальная и клиническая психиатрия. 2000. Т. 10, № 4. С. 45-50.
2. Научные исследования процесса психотерапии и ее эффективности: история проблемы / О. Д. Пуговкина, И. В. Никитина, А. Б. Холмогорова, Н. Г. Гаранян // Московский Психотерапевтический Журнал. 2009. № 1(60). С. 35-68.
3. *Barton Y. A.* Deconstructing depression: A latent profile analysis of potential depressive subtypes in emerging adults / Y. A. Barton, S. H. Barkin, L. Miller // Spirituality in Clinical Practice. 2017. Vol. 4. № 1. P. 1-21.

## РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ УЗБЕКИСТАНА

Шамсиев З. З., д-р техн. наук  
Шамсиев Р. З., канд. техн. наук

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

**Аннотация.** Дается краткий анализ состоянию системы подготовки специалистов для авиационного и космического секторов экономики Республики Узбекистан. Приводятся основные приоритеты образовательной системы с учетом путей развития и использования достижений гражданской авиации и прикладных космических технологий.

**Ключевые слова:** образование, авиационно-космическая отрасль, подготовка специалистов, развитие образовательной системы, актуальные сферы применения космических технологий.

## DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN THE AVIATION AND SPACE SECTOR OF UZBEKISTAN

Shamsiev Z. Z., Doctor of Technical Sciences  
Shamsiev R. Z., Candidate of Technical Sciences

*Tashkent State Transport University  
(Tashkent, Uzbekistan)*

**Abstract.** A brief analysis is given to the state of the system of training specialists for the aviation and space sectors of the economy of the Republic of Uzbekistan. The main priorities of the educational system are given, taking into account the ways of development and use of the achievements of civil aviation and applied space technologies.

**Keywords:** education, aerospace industry, training of specialists, development of the educational system, current areas of application of space technologies.

Авиационно-космическая отрасль Республики Узбекистан по объективным причинам стала пересматриваться и ориентироваться на новые направления. Приоритеты, имеющиеся до 1991 года, не стали отвечать новым экономическим доктринам республики или же стали невыполнимыми по множеству объективных и субъективных причин. Эти обстоятельства, исходя из потребностей экономики, обусловили коренной пересмотр направления развития. Актуальными стали решения проблем и задач в области использования прикладных космических технологий для мониторинга различных экономических и экологических объектов с целью обеспечения роста показателей промышленных предприятий, сельского хозяйства, сферы услуг, градостроительства, поиска и добычи природных ресурсов, охраны окружающей среды и др.

Для авиационных структур Узбекистана в условиях роста международных полетов, что связано с глобализацией экономики, ростом туризма, ростом мобильности населения и другими факторами, одной из важных задач, требующей своего решения, стала необходимость дальнейшего повышения качества подготовки кадров с учетом наблюдающихся коренных изменений в организационно-управленческих и технических структурах авиационного сектора. Особенно это важно для сфер гражданской авиации.

Уровень подготовленности авиационных специалистов, как специалистов других отраслей, во многом зависит от методологического подхода разработки учебных материалов. Этому аспекту уделяется особое внимание. Например, ведется активная работа в области цифровизации учебно-методического обеспечения [1-3]. Несмотря на установленные правила и требования к последовательности, содержанию и преемственности учебных материалов, наблюдаются некоторые отклонения их от реальных должностных задач авиадиспетчеров. В частности, предоставляемые вниманию студента материалы по последовательности изложения не совсем вписываются в технологию обслуживания реального процесса, наблюдаемого в полете воздушного судна. Здесь речь идет о том, насколько методологически правильно формируется механизм наблюдения, оценки и принятия решения по тем или иным полетным ситуациям. В спектре потенциальных знаний у авиадиспетчера должен быть до автоматизма усвоенный и отработанный стандартный набор готовых решений, благодаря которым авиадиспетчер при наступлении некоторой ситуации мог бы без эмоционального напряжения принять однозначно верное решение.

В высшей образовательной системе на постоянной основе ведутся работы по максимальному приближению знаний студентов к будущей профессии. Наряду с этим имеется тенденция формирования «универсальных» знаний, чтобы после соответствующей дополнительной подготовки в условиях производства добиться использования специалистов там, где это необходимо. Такой подход имеет преимущества, но в определенной степени, т.к. «универсальные» знания не всегда эффективны. Там, где необходимы конкретные и твердые модульные знания, «универсальные» знания могут быть просто не применимы. Таким образом, подготовка авиационного диспетчера должна проводиться так, чтобы он в своей деятельности не допускал ошибок, ибо в системе воздушной перевозки даже самые элементарные упущения могут привести к необратимым процессам. Воздушное судно не наземный транспорт, имеющий возможность останавливаться по пути следования там, где вздумается.

Вопросам подготовки авиационного персонала в рамках международной гражданской авиации со стороны ICAO уделяется большое внимание. В частности, имеется программа TRAINAIR PLUS [4], которая предлагает более эффективную методологию разработки курсов для подготовки и переподготовки авиационных специалистов. Методология данной образовательной программы максимально приближена к особенностям протекания процесса полета воздушных судов. Согласно этой программе авиадиспетчеры получают прочные и конкретные профессиональные знания в определенном диапазоне с привязкой их к месту работы. Особенностью

программ является то, что они предлагают основательно пересмотренные процедуры разработки курсов, новую библиотеку совместного использования стандартизированных учебных пакетов (STP) в режиме онлайн и самоподдерживающийся бюджетный механизм, который поощряет разработку новых STP и модернизацию существующей библиотеки. Наряду с этим ICAO рекомендовал ряд других документов, посвященных вопросам подготовки кадров, например [5, 6].

В рамках поставленной цели целесообразно построить общую схематическую структуру движения воздушного судна от аэродрома вылета до посадки и руления на аэродроме назначения. При этом для обеспечения легкости понимания механизма достижения цели рационально использовать упрощенную до разумного уровня схему этапов полета воздушного судна. На основе этого подхода можно добиться существенных улучшений качества подготовки кадров.

В плане вышеизложенного появилась необходимость в доскональном математическом описании разнообразия технологий обслуживания полетов воздушных судов с учетом этапов полета и наблюдающихся на них факторов, влияющих на безопасность полетов. В последующем на этой основе разработать научно обоснованную методологию построения стандартных сценариев учебного процесса. Этот подход даст возможность в нужное время скорректировать текущий процесс подготовки кадров для гражданской авиации. Добиться максимальной реальности состава, содержания и последовательности учебного материала, служащих правильному формированию теоретических и практических знаний у студента, чтобы они не отличались от требований профессиональной деятельности. Концептуальная схема реализации представлена на рис. 1. Чтобы не перегружать схему было предпочтено укрупненное представление задач.

Другим направлением образования, где наблюдаются в определенной степени расхождения между составом и содержанием учебных программ с требованиями структур экономики, в которых идет освоение прикладных космических технологий. Если в первом случае существует международная организация (ICAO), которая ведет глобальную политику по гражданской авиации и осуществляет различные исследования и разрабатывает рациональные рекомендации и правила, то по части подготовки специалистов по прикладным космическим технологиям, к сожалению, нет единого подхода. Очевидно, в этом нет необходимости, ибо развитие этой отрасли не сопровождается единой международной организацией. В этой связи те или иные отрасли экономики для использования методов и средств прикладных космических технологий для своих нужд прибегают к решениям локального уровня.

Касательно образовательного процесса в сфере космических технологий, нужно признать, что основными задачами в деятельности структур экономики Узбекистана в этой области, как было сказано выше, являются задачи, связанные с мониторингом окружающей среды и объектов отраслей экономики, в частности, сельскохозяйственных угодий, лесных массивов, водных ресурсов, состояния ледников в горных регионах, градостроительства и т.д. В наше время

космические технологии в образовательном процессе предоставляют уникальные возможности для практического применения знаний и навыков студентов. Ниже рассмотрены некоторые аспекты применения космических технологий в образовании.



Рисунок 1 – Концепция формирования учебного процесса на основе данных производства полетов гражданской авиации

Космические снимки и геоинформационные системы (ГИС): использование космических снимков и ГИС позволяет студентам изучать географические данные в различных масштабах и рассматривать различные аспекты географии, такие как топография, климат, растительность и землепользование.

Системы аэронавигации: обучение на системах аэронавигации позволяет студентам практиковаться в навигации в аэрокосмической среде и повышать свои навигационные навыки.

Моделирование космических процессов: использование программного обеспечения для моделирования космических процессов позволяет студентам изучать физику космических явлений, таких как движение планет, звезд и галактик.

Разработка космических аппаратов: обучение студентов разработке космических аппаратов позволяет им получить практические навыки в области инженерии и технологии и развить свои творческие способности.

Исследования космических объектов: использование космических телескопов и других инструментов позволяет студентам изучать космические объекты, такие как планеты, звезды и галактики, и расширять свои знания в астрономии и космологии.

Одним из важных направлений в образовательной системе, как было сказано выше, являются космические снимки и геоинформационные системы, которые тесно взаимосвязаны с аэронавигацией. Космические снимки, полученные с помощью систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) проходят несколько этапов обработки, такие как предварительные, тематические, автоматизированные, и после проводится анализ полученных результатов и делаются выводы о динамике изменений исследуемого природного или техногенного объекта на присутствие экстремальных и аномальных факторов (Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления: Учебное пособие – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 121 с.; Ципилева Т.А. Геоинформационные системы: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004.– 162 с.). Данные ДЗЗ имеют ряд преимуществ по сравнению с аэроснимками, это охват съемки и изучение больших территорий, что невозможно получить с обычного дрона или самолета. С помощью радиометрических космических снимков можно формировать топографические карты исследуемых местностей, спектральные снимки низкого и высокого разрешения в сочетании различных комбинаций каналов могут дать подробную информацию о состоянии растительности и почвы [7, 8]. Основным фактором применения космических снимков является обнаружение потенциальных опасностей, таких как штормы и другие погодные условия, которые влияют на безопасность полетов. Для обнаружения сдвига ветра, турбулентности, облака вулканического пепла применяются технологии радиолокационной визуализации, позволяющие наблюдать за большими территориями из космоса. Также, космические снимки средних разрешений удобны для создания карт и моделей местности для определения местоположения и выбора удобного маршрута полета. Применение космических снимков в авиационной деятельности, как например в аэронавигации, требует обработки большого объема информации, называемой «Big data», где нужно кроме обработки снимков произвести анализ полученных результатов, что является трудоемким процессом. «Big data» анализ может быть использован для мониторинга транспортных потоков, определения зон с повышенной аварийностью и проектирования новых маршрутов, тем самым повышается эффективность с уменьшением рисков управления воздушным транспортом. Данное положение естественно предопределило важность сбора, обработки и анализ данных ДЗЗ и внедрения их в образовательный процесс подготовки специалистов в системе аэронавигации. В настоящее время в образовательные системы внедряются инновационные программы обучения



студентов, разработанные ведущими компаниями в аэрокосмической сфере. Например, космические программы, разработанные NASA и SpaceX, позволяют студентам изучать космос, аэрокосмическую технологию и некоторые из этих программ включают возможность обучения на космических центрах и участие в научных проектах, конкурсах. Также, в пример можно привести интерактивные образовательные программы и игры, включающие моделирование полетов, создание собственных космических аппаратов и управление космическими миссиями. Одним из важных сторон данных программ является использование практических методов обучения, интеграция различных дисциплин в обучение и доступ к современным оборудованию и программным обеспечениям.

Вопросы подготовки специалистов для структур экономики, использующих достижения космических технологий, находятся в аналогичном состоянии. В этой области также важно осуществить мероприятия, позволяющие выпускать востребованных специалистов.

Состояние уровня подготовки специалистов для авиационно-космической отрасли Республики Узбекистан обусловило проведение доскональных исследований, чтобы достижения в этой области были эффективно внедрены в экономику, с целью обеспечения максимального роста социального уровня народа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Shamsiev Z. Z.* Improving the process of training air traffic controllers based on the formation of an electronic educational environme. *Journal of Airline Operations and Aviation Management*. ISSN: 2949-7698. Volume 1. Issue 2. December, 2022. Doi: <https://doi.org/10.56801/jaoam.v1i2.5>
2. *Шамсиев З. З.* Построения автоматизированной системы для профессиональной подготовки авиадиспетчеров управления воздушным движением. *Узб. / З. З. Шамсиев, А. Р. Шарипова. // Журнал Проблемы информатики и энергетики. 2022. №1. С. 23-29.*
3. *Shamsiev Z. Z.* Organizational factors affecting the effectiveness of the educational process of training air traffic controllers. *Международный мега-журнал «Heliyon»*. 23 ноября 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11801>.
4. Doc 10052. ICAO. Программа TRAINAIR PLUS. URL: <https://www.icao.int/training/Training-Programmes/Pages/TRAINAIR-PLUS.aspx> (дата обращения: 21.10.2023)
5. Cir 323 AN/185. ICAO. Рекомендации по программам обучения авиационному английскому языку. 2010. URL: [https://www.icao.int/safety/lpr/Documents/323\\_en.pdf](https://www.icao.int/safety/lpr/Documents/323_en.pdf) (дата обращения: 21.10.2023)
6. Doc 4444. ICAO. Организация воздушного движения. 2016. URL: [https://www.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2021/AFI%20ATM%20Coordination%20Meeting%202021/Presentations/4444\\_16ed\\_amend\\_10\\_highlighted.pdf](https://www.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2021/AFI%20ATM%20Coordination%20Meeting%202021/Presentations/4444_16ed_amend_10_highlighted.pdf) (дата обращения: 21.10.2023)
7. *Shamsiev R. Z., Shamsiev Z. Z.* Structural and Technological Complex of Methods for Processing Satellite Images. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 2021, 8(2). DOI: <https://doi.org/10.15394/ijaaa.2021.1583>
8. *Sulyukova L. F., Shamsiev R. Z.* Decision-making algorithms for the identification of crops based on remote sensing data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2023, 1206(1), 012017. DOI: 10.1088/1755-1315/1206/1/012017

**О РАЗРАБОТКЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ПМ.03  
«УЧАСТИЕ В КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАБОТЕ»**

Захаров Г. В.

*ГБПОУ ИО «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного  
строительства»  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы разработки контрольно-оценочных средств (КОС) по специальности 23.02.05 Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного). Представлены апробированные контрольно-оценочные средства по профессиональному модулю 03 (ПМ.03) «Участие в конструкторско-технологической работе».

**Ключевые слова:** контрольно-оценочные средства, контроль, профессиональный модуль, квалификационный экзамен, профессиональное обучение, среднее профессиональное образование.

**ON THE DEVELOPMENT OF CONTROL AND EVALUATION TOOLS FOR  
PROFESSIONAL MODULE 03  
“PARTICIPATION IN DESIGN AND TECHNOLOGICAL WORK”**

Zakharov G. V.

*Irkutsk College of Automobile Transport and Road Construction  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article discusses the development of control and evaluation tools in the specialty 02.23.05 “Operation of transport electrical equipment and automation (by type of transport, with the exception of water transport)”. The author presents the results of tested control and evaluation tools for professional module 03 (PM.03) “Participation in design and technological work”.

**Keywords:** control and evaluation tools; control; professional module; qualifying exam; professional education; secondary vocational education.

Основным видом профессиональной деятельности профессионального модуля (ПМ.03) «Участие в конструкторско-технологической работе» специальности 23.02.05 Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного) является разработка технологических процессов и конструкторской документации для производства, технического обслуживания и ремонта изделий транспортного электрооборудования и автоматики, выбор технологического оборудования и технологической оснастки для производственных целей [1].

В процессе реализации профессионального модуля у студентов формируются профессиональные компетенции, направленные на трудовую

деятельность в сфере транспортной отрасли, такие как: разрабатывать технологические процессы изготовления и ремонта деталей, узлов и изделий транспортного электрооборудования в соответствии с нормативной документацией; проектировать и рассчитывать технологические приспособления для производства и ремонта деталей, узлов и изделий транспортного электрооборудования в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (далее – ЕСКД); выполнять опытно-экспериментальные работы по сокращению сроков ремонта, снижению себестоимости, повышению качества работ и ресурса деталей; оформлять конструкторскую и технологическую документацию [1].

Для усвоения данных компетенций важно не только подобрать соответствующий теоретический материал и практические задания, но и сформировать практические умения и некоторый опыт, который позволит студентам в процессе практической подготовки (учебной и производственной практик) в условиях профессиональной деятельности показать его.

Для этого очень важен этап закрепления полученных знаний и умений, а также отработка практических упражнений.

Контрольно-оценочные средства по данному модулю направлены на формирование практического опыта по оформлению конструкторской и технологической документации; разработки технологических процессов изготовления и ремонта деталей, узлов и изделий транспортного электрооборудования, а также развитие умений: выбирать необходимую конструкторскую и технологическую документацию; разрабатывать технологические процессы производства и ремонта изделий транспортного электрооборудования и автоматики; подбирать технологическое оборудование для производства и ремонта изделий транспортного электрооборудования; подбирать необходимую технологическую оснастку и разрабатывать простейшие технологические приспособления в соответствии с требованиями ЕСКД; разрабатывать планировку производственных и ремонтных участков в соответствии с разработанным технологическим процессом и сформированность знаний о технической и технологической документации; типовых технологических процессов производства и ремонта деталей, узлов и изделий транспортного электрооборудования; номенклатуре и основных параметров технологического оборудования и оснастки, применяемых для производства и ремонта изделий транспортного электрооборудования; порядке разработки и расчета простейшей технологической оснастки [1].

По закреплению знаний и систематизации полученного материала чаще всего предлагаются контрольные вопросы. Например, что такое производственный процесс и что входит в состав производственного процесса? Какие существуют виды по назначению производственных процессов? Как зависят технологические процессы от характера технологических операций? Что такое «основное производство» и какие стадии входят в него? Сравните два понятия «технологический процесс» и «технологическая операция».

Для закрепления знаний о технической документации студентам предлагается работа с учебными пособиями, это – теоретические вопросы и

выполнение практических заданий: Дайте определение «Технологическая документация». Перечислите виды и комплекты технологических документов. Что такое служебные символы и что они обозначают? Обозначьте служебными символами имеющуюся документацию (предлагается комплект документов). Составьте операционную карту (выбрать предложенные детали, узлы автомобиля).

При изучении структуры технологического процесса восстановления деталей важно усвоение не только этапов разработки технологических процессов, но и задач, которые решаются на каждом этапе. Поэтому задания для закрепления материала направлены на соотнесение этапов разработки и задач, направленных на запоминание последовательности. А содержание каждого этапа необходимо закрепить на практических занятиях и даже на учебной практике путем выполнения практических действий:

- анализ дефектов детали;
- выбор способов устранения дефектов;
- составление технологического маршрута восстановления детали;
- разработка технологических операций;
- расчет точности, производительности и экономической эффективности вариантов технологических процессов;
- оформление технологических процессов и др.

В процессе изучения использования технологических процессов в изготовлении и ремонте деталей, узлов и агрегатов автомобиля важно научить студентов пользоваться измерительными приборами и соответствующим оборудованием, инструментами. Практические задания по выполнению восстановления посадочных отверстий, выполнение способов обжатия, вытяжки, правки и т.п. следуют после изучения теоретического материала по теме «Технология восстановления деталей».

Контрольно-оценочные средства в процессе текущей аттестации включают много различных схем, таблиц, рисунков для наглядного представления технологических и технических процессов, используемых в ремонте автомобилей. Невозможно усвоить материал по ЕСДП («Единая система допусков и посадок») без наглядного представления видов допуска: Допуск прямолинейности; Допуск плоскостности; Допуск круглости; Допуск цилиндричности; Допуск профиля продольного сечения; Допуск параллельности; Допуск перпендикулярности; Допуск наклона; Допуск соосности и др. По каждому из видов даются указания допусков формы и расположения условными обозначениями.

Опыт работы в колледже позволяет утверждать, что одним из применяемых на контрольных занятиях видов оценочных средств является тестирование. Аналогичный вывод мы находим и в статье С.А. Титаренко, которая пишет, что данный вид часто используется педагогами при проведении входного контроля знаний, промежуточной аттестации [2].

Автор развивает эту мысль так: «...этот метод прост и не требует больших временных затрат при проведении контроля. Однако, он действенен только при условии качественной подготовки тестового материала» [2, с. 133].

Интересна точка зрения И.Г. Сахновой, которая предлагает использовать тестирование на всех этапах уроков, так или иначе связанных с проверкой и закреплением знаний [3]. Так, по её мнению, преподаватель должен чётко представлять цель и задачи проводимого им тестирования, а также должен владеть самой технологией составления заданий и способами обработки результатов [3].

Мы разделяем её точку зрения и также считаем, что использовать тестовые задания можно с различной целью и для решения конкретных задач, например, как промежуточный вариант по уточнению и закреплению знаний используются тесты, диагностирующие достигнутый уровень знаний, умений и навыков. После изучения темы можно оценить, что студенты знают и что умеют делать к настоящему времени, или перед выходом на практику можно предложить тестирование данного вида.

Сторонники другой точки зрения предлагают проводить тестирование лишь по итогам обучения или после определенных этапов обучения, что позволяет понять, насколько программа усвоена и эффективна. И эта позиция тоже имеет право на существование.

Другой подход предлагает Л.А. Иванова – для оценки освоения общих и профессиональных компетенций не подходят традиционные методы, такие как тесты и устные экзамены, поэтому введение новых ФГОС повлекло за собой необходимость разработки принципиально новых контрольно-оценочных средств (КОС) [4, с. 153]. При этом автор отмечает: «...давно известно, что стандартная процедура экзамена, опирающаяся на тестирование, не позволяет уловить многие умения и навыки, которые необходимо формировать у студентов для обеспечения их успешных жизненных и профессиональных стратегий после окончания обучения, в том числе и их успешной социальной адаптации...» [5, с. 401]. В своих многочисленных статьях автор предлагает инновационные формы оценки компетенций и результатов обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОС [6, 7, 8 и др.].

Подводя итог сказанному, можно сделать следующий вывод. В статье поднимается один из наиболее актуальных вопросов современного профессионального образования – контроль результатов учебной деятельности студентов СПО. Проведя анализ публикаций коллег по проблеме контроля, приходится констатировать, что данный вопрос направлен на решение чрезвычайно непростой задачи как в теоретическом, так и в практическом плане. Во всех без исключения педагогических исследованиях утверждается, что проектирование контрольно-оценочных средств занимает одну из ведущих позиций в разработке основных профессиональных программ, профессиональных модулей и рабочих программ междисциплинарных курсов, дисциплин в логике компетентного подхода [4, с. 162]. Точка зрения, представленная в статье, является дискуссионной.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 23.02.05 Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного) (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2014 г. N 387) // [Электронный ресурс]. – 2014. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/77318859/paragraph/3:0> (дата обращения: 11.09.2023)
2. *Титаренко С. А.* Контрольно-оценочные средства как мера форсированности профессиональных и общих компетенций / С. А. Титаренко // Проблемы и перспективы развития образования : Материалы IV Международной научной конференции, Пермь, 20–23 июля 2013 года. Пермь: Меркурий, 2013. С. 133-134. – EDN VMREOB.
3. *Сахнова И. Г.* Использование метода тестирования и самотестирования на занятиях по русской литературе в системе СПО / И. Г. Сахнова // Дидакт. 2022. № 1(9). С. 28-34. – EDN BIVYTR.
4. *Иванова Л. А.* О разработке контрольно-оценочных средств в условиях реализации ФГОС СПО / Л. А. Иванова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2015. № 4(22). С. 152-162. – EDN VHOMZP.
5. *Иванова Л. А.* Аутентичное оценивание с помощью web-портфолио будущих педагогов в контексте перехода на Федеральные государственные образовательные стандарты нового поколения / Л. А. Иванова // В мире научных открытий. 2011. № 5-1(17). С. 399-410. – EDN OPVZAT.
6. *Иванова Л. А.* Инновационные формы оценки компетенций и результатов обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОС: многомерность видения / Л. А. Иванова // Инновации в системе высшего образования : материалы IV Всероссийской научно-методической конференции, Челябинск, 08 февраля 2013 года / НОУ ВПО «Челябинский институт экономики и права им. М. В. Ладощина»; ответственный редактор А. В. Федоров; редколлегия: С. Б. Синецкий, Г. И. Ладощина, А. Е. Сомов. Челябинск: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Челябинский институт экономики и права им. М.В. Ладощина", 2013. С. 112-120. – EDN RVSOLN
7. *Иванова Л. А.* Новые формы оценивания учебных достижений студентов педагогических специальностей: web-портфолио / Л. А. Иванова // Вестник Иркутского регионального отделения Академии наук высшей школы РФ. 2010. № 1. С. 70-75. – EDN QBAOCV
8. *Иванова Л. А.* WEB-портфолио как альтернативная форма оценивания учебных достижений бакалавров, обучающихся по направлению "педагогическое образование" / Л. А. Иванова // Инновации в системе высшего образования : материалы II Всероссийской научно-методической конференции, Челябинск, 28 февраля 2011 года / Ответственный редактор Е. П. Александров; редколлегия: И. А. Фатеева, Г. И. Ладощина, С. Б. Синецкий, Л. А. Иванова. Челябинск: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Челябинский институт экономики и права им. М.В. Ладощина", 2011. С. 128-131. – EDN SIFDWX

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В КОЛЛЕДЖЕ (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ)

Русанов А. А.  
Москаленко Н. И.

*ГБПОУ ИО «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного  
строительства»  
(г. Иркутск)*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены вопросы учета и оценки деятельности студентов в профессиональных образовательных организациях на примере ГБПОУ ИО «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства». Описан опыт реализации текущего контроля, использования индивидуальных, групповых, коллективных форм контроля, устных, письменных методов на занятиях в колледже.

**Ключевые слова:** контроль, текущий контроль, промежуточный контроль, итоговый контроль, система, педагогический процесс, профессиональная подготовка, профессиональная компетенция, знания, умения, навыки.

## CONTROL SYSTEM AS A MEANS OF TRAINING HIGHLY QUALIFIED SPECIALISTS IN COLLEGE (FROM WORK EXPERIENCE)

Rusanov A. A.  
Moskalenko N. I.

*Irkutsk College of Automobile Transport and Road Construction  
(Irkutsk)*

**Abstract.** The article examines the problem of accounting and evaluating of students' activity in professional educational institutions on the example of the State Budgetary Professional Educational Institution of the Irkutsk region "Irkutsk College of Automobile Transport and Road Construction". The authors shares their experience of implementation of current control, using of individual, group, collective forms of control, as well as oral and written methods in the college classes.

**Keywords:** control, current control, mid-term control, final control, system, pedagogical process, professional training, professional competence, knowledge, abilities, skills.

Задачами данной статьи являются рассмотрение одной из актуальных проблем, стоящих перед средним профессиональным образованием (СПО) – учет и оценка деятельности студента, а также описание подхода ГБПОУ ИО «ИКАТ и ДС» к ее решению.

Как многофункциональный компонент целостного педагогического процесса, занимающий значительный удельный вес в учебном процессе (около 30%), сильный побудитель учебной деятельности (по нашим данным 80%

студентов указывают мотив контроля при подготовке к занятиям), контроль при грамотной педагогической организации может оказывать существенное влияние на профессиональную подготовку студентов. Однако, как показывает практика, специальные исследования, баллы, проставленные в зачетной ведомости и во вкладыше к диплому выпускника колледжа, не всегда соответствуют действительному уровню знаний, умений, навыков и сформированных компетенций. На практике, в первые годы работы, отличные оценки по дисциплинам и профессиональным модулям учебного плана подтверждают лишь 43% выпускников.

Причины неадекватности оценки деятельности студентов носят как субъективный, так и объективный характер. К числу последних, на наш взгляд, относится несовершенство существующей системы контроля, учёта и оценки знаний, умений, навыков и сформированных компетенций, а порой и отсутствие таковой. Студент в основном ориентирован на итоговые формы контроля (зачёты, экзамены), именно на период сессии приходится максимальная нагрузка по освоению профессиональных знаний, умений, навыков и компетенций. В научной литературе находим следующее мнение, что такая практика не только не способствует профессиональной подготовке будущих специалистов, но и является причиной стрессового состояния студентов, порождает страх, неуверенность, стремление сдать зачёт, экзамен любыми средствами, даже незаконными [1].

С целью повышения эффективности подготовки будущих техников, операторов технологических установок, слесарей по ремонту технологических установок, техников-технологов, специалистов по земельно-имущественным отношениям, специалистов по землеустройству, техников-электромехаников, машинистов экскаватора одноковшового, машинистов автогрейдера и др. специалистов в ГБПОУ ИО «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства» (ГБПОУ ИО «ИКАТ и ДС») разработана и апробирована в течение ряда лет система контроля и оценки деятельности студентов, которая является компонентом, составной частью общей системы подготовки студентов к профессиональной деятельности в колледже.

С Положением о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГБПОУ ИО «ИКАТ и ДС» и Положением о государственной итоговой аттестации выпускников в ГБПОУ ИО «ИКАТ и ДС» можно ознакомиться на сайте колледжа <https://www.ikatids38.ru/sveden/document> [2].

В научной литературе встречаются разные толкования понятия «система». Большую роль в уточнении данного понятия сыграло определение Т.А. Стефановской, которая под системой понимает «последовательность педагогических действий, расположенных во времени и направленных на подготовку студентов к качественной профессиональной деятельности» [3, с. 57].

Система контроля деятельности студентов построена с учетом временного фактора (она осуществляется с первого до выпускного курса на каждом занятии), а также с учетом характера и содержания деятельности



студентов и преподавателей/мастеров производственного обучения в определенное время.

Все виды контроля: текущий, промежуточный, итоговый – находятся во взаимосвязи. Каждый вид контроля является подготовительным этапом к последующему. Особое внимание в системе уделяется текущему контролю, так как именно он в большей степени позволяет осуществлять контроль в системе, на практике реализовать его различные функции.

Особенность текущего контроля заключается в том, что он осуществляется в системе на всех организационных структурах учебного процесса: лекциях, семинарских, практических занятиях, уроках производственного обучения и др. В результате чего каждый студент на каждом занятии получает оценку за свою работу.

Пятиминутный опрос, который проводится на лекциях, преследует не только цель контроля знаний, но и развитие психических процессов, эмоциональной сферы студентов.

В соответствии с этим студентам даются задания различного характера: репродуктивного, частично-поискового, творческого. Например, что нужно знать о своей будущей профессии, чтобы грамотно осуществлять профессиональную деятельность? Какими качествами обладать? На основании двух различных точек зрения на проблему обосновать свою позицию. Проанализировать кейс. Сформулировать резюме по теме. Обосновать свой подход к реализации данной проблемы. Защита учебного задания с демонстрацией видеозаписи фрагмента рихтовки наружных панелей кузовного элемента. Защита проекта с использованием мультимедийной презентации. Монографический анализ какой-либо (одной из множества) проблемы. Защита web-портфолио специалиста и др. [4].

Одним из самых сложных моментов текущего контроля является проверка и оценка деятельности каждого студента на каждом семинарском, практическом занятии и уроке производственного обучения. Интересен опыт педагога-исследователя, ктр. описан в учебном пособии «Технологии обучения педагогике в вузе» [3]. Автор предлагает так называемый «оценочный лист», который в определенной мере помогает решить эту сложную задачу. Остановимся подробнее, оценочный лист включает оценку преподавателя, самооценку, взаимооценку. В общей сложности студент может получить за занятие до пяти и даже шести оценок. Количество оценок зависит от количества видов работ и активности студента, т.е. студент может получить дополнительную оценку. Итоговую оценку выставляет преподаватель.

При этом используются индивидуальные, групповые, коллективные формы контроля, устные, письменные методы. Например, сообщения студентов, подготовленные дома, или ответ по конкретному вопросу плюс два оппонента, которые дополняют, анализируют, оценивают ответ товарища и за это получают оценку, ответ «четверкой», когда студенты ведут диалог по проблеме, а преподаватель одновременно проверяет и оценивает четырех студентов.

Используются на занятиях и различные методы письменного контроля: лабораторная, расчетно-графическая и т.п. работа, терминологический диктант, диктант на правильное оформление библиографии, заполнение кроссвордов, письменный ответ по конкретному вопросу, тесты по основным темам, письменное резюме по теме и др.

Групповая форма контроля осуществляется при работе в микрогруппе. Каждая группа получает свое задание, выбирается ведущий, который оценивает студентов и сам выступает с обобщением. Ему оценку выставляет преподаватель/мастер производственного обучения.

На коллективные формы контроля, как правило, выносятся дискуссионные вопросы, естественно требующие знания конкретной темы и предусматривающие специальную подготовку. Например, «Дуальное образование как инновационная модель образовательного процесса колледжа» (до недавнего времени в колледже готовили будущих мастеров производственного обучения по специальности 44.02.06 Профессиональное обучение (по отраслям)), «Проблема формирования педагогической компетентности будущих мастеров производственного обучения», «Организационно-педагогические условия подготовки обучающихся колледжа к рационализаторской и изобретательской деятельности» и др. При такой форме контроля допускается оценка деятельности студента как «зачёт» или «незачёт», однако не исключается и дифференцированная оценка отдельных студентов.

Большинство из перечисленных видов работ в ходе текущего контроля могут быть оценены как преподавателем, так и студентом. И тут возникает ещё одна проблема – проблема объективности само- и взаимооценки. Опыт показывает, что студенты часто стремятся зависить себе оценку. Чтобы избежать этого, наряду с контролем идет обучение студентов объективно оценивать свои знания, знания своих товарищей. Это осуществляется через такие приемы, как:

- чёткая аргументация оценки преподавателем;
- сопровождение каждого задания критериями;
- сравнение ответа студента с образцом правильного ответа;
- совместная оценка студента и преподавателя (особенно это практикуется при работе в микрогруппах, при взаимооценке);
- создание специальных ситуаций. Например, «безмолвный ответ»: студенту предлагается оценить знание нескольких понятий, которые он проговаривает про себя и выставляет оценку. После чего преподаватель предлагает подтвердить оценку – проговорить понятие вслух. На первых порах исправлений бывает достаточно, однако уже через несколько занятий это явление исчезает.

В системе текущего контроля есть и специально контролируемые занятия, где от студента требуются знания конкретного фактического материала, и все этапы этого занятия оценивает преподаватель.

Особенную сложность представляет проверка и оценка практических умений, общих и профессиональных компетенций студентов СПО [5]. Особое внимание педагогов обращает на этот момент Л.А. Иванова, которая отмечает, что «традиционные методы оценки – тесты и устные экзамены ... не позволяют адекватно оценить профессиональную компетентность» [6], и предлагает инновационные формы оценки компетенций и результатов обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОС (см. об этом подробнее [1]).

С учетом вышесказанного должны превалировать индивидуальная форма и практические методы контроля. Хотя не исключаются и групповые. Это могут быть задания типа: «продемонстрировать навыки работы по измерению геометрии кузова с помощью электронной и механической измерительной системы; продемонстрировать навыки работы, необходимые при частичной замене структурного элемента с использованием различных типов сварки; продемонстрировать навыки работы по технологии частичной замены неструктурного элемента кузова; продемонстрировать навыки работы по рихтовке наружных панелей кузовного элемента; продемонстрировать навыки работы диагностирования механических и электрических компонентов, элементов отделки и систем пассивной безопасности и др.» [7, с. 820].

Особенность домашних контрольных работ заключается в том, что студент имеет право на исправление ошибки: оценка, не удовлетворяющая студента, выставляется карандашом, а после доработки задания исправляется.

В конце изучения раздела или определенных тем, предусмотренных учебным планом по дисциплине или профессиональному модулю, проводится контрольная работа, цель которой – систематизация, закрепление знаний, она же рассматривается как форма промежуточного (межсессионного) контроля и как один из этапов итогового контроля (зачета).

Связующим звеном между текущим и итоговым контролем является содержание контроля и самоконтроля. Подробный план ответа по основным темам дает студенту возможность четко представить объем предстоящей работы, которая подлежит контролю и оценке, психологически и практически подготовиться к итоговому контролю.

При четкой организации текущего контроля практически исчезают все проблемы при аттестации студентов в межсессионный период. Как правило, промежуточная аттестация выставляется по текущей оценке (до 90%). Для студентов, изучающих дисциплину самостоятельно, предлагаются разноуровневые контрольные работы, тесты, собеседования по отдельным темам и др.

Отличительной особенностью итоговых форм контроля является вариативность. Так зачет может быть выставлен: по текущей оценке, на основании защиты творческих работ, собеседования, участия студентов в итоговой деловой игре, конференции и др.; семестровый экзамен – по текущей оценке, ответ по билетам, ответ «тройкой», свободное собеседование и др.

В статье «Учебная, Производственная и преддипломная практика: место и роль в подготовке будущего специалиста по Земельно-имущественным отношениям» читаем, что основным документом, где фиксируются результаты текущего контроля, является ведомость открытого учета знаний студентов, где по вертикали дан список студентов, по горизонтали – все виды работ, планируемые на семестр, а также результаты межсессионного и итогового контроля [8].

Как верно, на наш взгляд, отмечает Л.М. Козулина, преподаватель ГБПОУ ИО «ИКАТ и ДС»: «по оценке студентов (более 90% относятся к ведомости положительно) данная форма позволяет наглядно видеть свои результаты («видеть свои оценки», «плюсы и минусы», «темы, которые пропустил»); стимулирует деятельность («заставляет подтягиваться», «лучше готовиться к занятиям»); является ориентиром на предстоящий экзамен («знаешь по какому варианту будешь сдавать экзамен»); снимает сомнения в субъективизме преподавателя, необходимость тайком заглядывать в его личные записи («все оценки на виду», «знаешь, за что получил оценку») [8].

Для преподавателей нашего колледжа – это наглядный показатель его работы: качество знаний студентов, отношение их к дисциплине, ориентир в работе со студентами разного уровня подготовки, мобильный документ для работы с администрацией, родителями [8].

Апробированная в течение ряда лет система контроля деятельности студентов позволяет:

- своевременно и оперативно получать обратную информацию, вносить коррективы в учебный процесс, совершенствовать его;
- создавать объективные условия для систематической подготовки студентов к занятиям, как следствие, повысить качество знаний;
- добиваться максимальной объективности оценки деятельности студентов (по мнению 90-95% студентов оценка на зачете, экзамене выставлена объективно);
- на научной основе осуществлять дифференциацию и индивидуализацию профессиональной подготовки;
- формировать гностические умения студентов, такие личностные качества, как самоконтроль, требовательность к себе и своим товарищам, объективность;
- в полной мере реализовать на практике один из основных принципов контроля – гласность и др.

Иными словами, реализуемая в ГБПОУ ИО «Иркутский колледж автомобильного транспорта и дорожного строительства» система контроля позволяет значительно расширить его функции, повысить его роль в профессиональном становлении и развитии личности студентов.

Проблема контроля многогранна. Опыт ГБПОУ ИО «ИКАТ и ДС» – один из подходов к ее решению.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванова Л. А.* Инновационные формы оценки компетенций и результатов обучения студентов в соответствии с требованиями ФГОС: многомерность видения / Л. А. Иванова // Инновации в системе высшего образования : материалы IV Всероссийской научно-методической конференции, Челябинск, 08 февраля 2013 года / НОУ ВПО «Челябинский институт экономики и права им. М. В. Ладощина»; ответственный редактор А. В. Федоров; редколлегия: С. Б. Синецкий, Г. И. Ладощина, А. Е. Сомов. Челябинск: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Челябинский институт экономики и права им. М.В. Ладощина", 2013. С. 112-120. – EDN RVSOLN
2. Основные документы образовательной организации 3. // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ikatids38.ru/sveden/document> (дата обращения: 10.08.2023).
3. *Стефановская, Т. А.* Технологии обучения педагогике в вузе / Т. А. Стефановская. Москва : Совершенство, 2000. 251 с. – ISBN 5-8089-0037-9. – EDN SJPQAV
4. *Иванова Л. А.* Новые формы оценивания учебных достижений студентов педагогических специальностей: web-портфолио / Л. А. Иванова // Вестник Иркутского регионального отделения Академии наук высшей школы РФ. 2010. № 1. С. 70-75. – EDN QBAOCV
5. *Иванова Л. А.* О разработке контрольно-оценочных средств в условиях реализации ФГОС СПО / Л. А. Иванова // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2015. № 4(22). С. 152-162. – EDN VHOMZP.
6. *Иванова Л. А.* Аутентичное оценивание с помощью web-портфолио будущих педагогов в контексте перехода на Федеральные государственные образовательные стандарты нового поколения / Л. А. Иванова // В мире научных открытий. 2011. № 5-1(17). С. 399-410. – EDN OPVZAT.
7. *Русанов А. А.* Опыт ГБПОУ ИО ИКАТ и ДС по организации и проведению региональных чемпионатов "Молодые профессионалы" (World Skills Russia) по компетенции 13 Кузовной ремонт (Autobody Repair) / А. А. Русанов, Н. И. Москаленко // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения : материалы 3й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 16–18 октября 2018 года. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2018. С. 817-824. – EDN GKNMDC.
8. *Козулина Л. М.* Учебная, Производственная и преддипломная практика: место и роль в подготовке будущего специалиста по Земельно- имущественным отношениям / Л. М. Козулина // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2018. № 3. С. 231-245. – EDN YAWQWD.

## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

### А

Аблялимов О. С. ....	132
Алексеева А. Д. ....	233
Альмухтар Насир Джавад Хамад .....	161
Аракчаа А. Р. ....	280
Арефьев Р. О. ....	7

### Б

Бакурова Н. С. ....	243
Батенков К. А. ....	19
Беловодский Ю. П. ....	303
Боброва А. И. ....	251
Бойманов И. Ж. ....	96

### В

Вахрушева У. С. ....	73
Викулов К. В. ....	102
Винников А. Ю. ....	25
Воробьев С. А. ....	34

### Г

Галаева К. И. ....	44
--------------------	----

### Д

Давиденко В. Ю. ....	86
Данг Суан Ханг .....	62
Денисенко П. Е. ....	102
Диланян А. А. ....	205
Дорофеев Е. С. ....	289

### Е

Ерохин В. В. ....	50
-------------------	----

### З

Захаров Г. В. ....	338
--------------------	-----

### И

Иванова Л. А. ....	256
Иванская Н. Н. ....	275

### К

Карелин В. Е. ....	7, 67
Качкаев Г. Е. ....	289
Копосов А. В. ....	86
Копполино Массимо. ....	170
Костенков В. А. ....	120
Кудашева Л. А. ....	280
Кудряков С. А. ....	313
Кузьмина Л. В. ....	138, 200
Куклев В. А. ....	275, 289
Куликов Г. В. ....	62

### Л

Латышев О. Ю. ....	144, 153, 161, 170, 179
Латышева П. А. ....	144, 153, 161, 170, 179
Лежанкин Б. В. ....	34, 50
Лофрано М. ....	144
Луизетто М. ....	144, 153

### М

Максимов В. В. ....	188
Максимова И. А. ....	194
Машори Гулам Расул .....	161
Межетов М. А. ....	67, 73, 80
Мейер О. С. ....	296
Меринская Е. Е. ....	200

Москаленко Н. И. .... 343  
Муксимова Р. Р. .... 313

## **Н**

Никифорова Л. Х. .... 233

## **П**

Пенно А. Ф. .... 303

Плясовских А. П. .... 26, 87

Подлиняев О. Л. .... 324

## **Р**

Радаэлли М. .... 144, 153

Родионов М. А. .... 205

Рубцов Е. А. .... 313

Русанов А. А. .... 343

## **С**

Сайдумаров И. М. .... 96

Селезнев А. В. .... 275

Силаков К. А. .... 102

Сирбо В. А. .... 110

Стадников С. Б. .... 324

Степаненко А. С. .... 211

Степаненко Е. В. .... 251

Степанова Е. Б. .... 329

Стукалов С. Б. .... 120

Сушко О. П. .... 220

Сычева Е. Г. .... 138

## **Т**

Тарро Джулио. .... 179

Тихова А. И. .... 73

Топилин В. Ю. .... 25

Туринцев С. В. .... 34, 126

Туринцева М. С. .... 126

## **Ф**

Фархан Ахмад Хан. .... 179

Федотова Е. Л. .... 296

## **Ч**

Черняева Т. Н. .... 229, 280

Черткова Е. Е. .... 229

Чигвинцев А. А. .... 126

Чипелли Риккардо Бенци. .... 170

Чумакина А. Е. .... 229

Чурбаков В. П. .... 50

## **Ш**

Шалаев А. А. .... 80

Шамсиев З. З. .... 332

Шамсиев Р. З. .... 332

## **Щ**

Щегольков А. С. .... 211

## **Я**

Яковлева Д. А. .... 110

Яманов Д. Н. .... 110

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

**СБОРНИК ТРУДОВ**

**ХII Международной научно-практической конференции, посвященной  
празднованию 100-летия отечественной гражданской авиации**

**12-13 октября 2023 г.**

**Том 2**

---

Подписано в печать 25.11.2023 г.

Печать трафаретная  
21,1 печ. л.

Формат 60x84/16  
Заказ № 957

19,6 уч.-изд. л.  
Тираж 50 экз.

---

*Иркутский филиал МГТУ ГА*

*664047, г. Иркутск ул. Коммунаров, д. 3  
Отдел редакционно-издательской и научной работы  
664009, г. Иркутск, ул. Советская, д. 139*

© Иркутский филиал МГТУ ГА, 2023