

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім  
министрлігі  
**Азаматтық авиация академиясының Жаршысы**

---

**Вестник Академии гражданской авиации  
Министерства науки и высшего образования  
Республики Казахстан**

---

**Bulletin of Civil aviation Academy  
Ministry of Science and Higher Education of the  
Republic of Kazakhstan**

**№4(31) 2023**

**АЛМАТЫ – 2023**

**«Азаматтық Авиация Академиясының Жаршысы»**

Ғылыми басылым

*Қазақстан Республикасы инвестициялар және даму министрлігі  
Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитеті  
Мерзімді баспасөз басылымын және ақпараттық агенттікті есепке қою  
туралы куәлігі  
№15452-Ж 1 маусым, 2015 жыл*

*Қазақстан Республикасының ұлттық мемлекеттік кітап палатасы  
(ЮНЕСКО, Франция, Париж қ.) сериялық басылымдарды тіркейтін ISSN  
Халықаралық орталығында тіркелген және халықаралық номер берілген  
ISSN 2413-8614*

*2015 жылдан бастап*

*Журналдың шығу мерзімділігі - жылына 4 рет  
Басылымның тілдері: қазақ, орыс, ағылшын*

*Журналда авиация саласындағы техникалық, жаратылыстану,  
гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдардың әртүрлі салаларында  
ғалымдардың, оқытушылардың, PhD докторанттар мен магистранттардың  
зерттеулерінің нәтижелері бойынша ғылыми мақалалар жарияланады.*

"Азаматтық авиация академиясы" АҚ Закарпатская көшесі, 44, Каб. №202  
А35М2Н5 (жаңа индекс), Алматы қ., Қазақстан Республикасы,  
Тел.: 8 747 182 52 41, e-mail: [almamakeeva@mail.ru](mailto:almamakeeva@mail.ru)

"ААА Жаршысы" ғылыми журналының электрондық нұсқасы  
<https://vestnik.agakaz.kz/> сайтында "Мұрағат" бөлімінде орналастырылған

**Бас редактор**

Сейдахметов Б.К., э.ғ.к., асс.профессор **(h-индекс:2)**

**Бас редактордың орынбасары**

Көшекөв Қ.Т., т.ғ.д., профессор **(h-индекс:5)**

**Редакциялық алқа:**

1. А.В.Стрельцов, доктор (PhD), Эмбри-Риддл Аэронавтика университетінің жаратылыстану ғылымдары кафедрасының профессоры (Дейтона жағажайы, Флорида) **(h-индекс:24);**
2. И.В. Яцкив, инженерия ғылымдарының докторы, профессор Көлік және байланыс институтының (TSI) Басқарма Төрағасы, Еуропалық көлік зерттеу қауымдастығының Басқарма мүшесі **(h-индекс:8);**
3. И.А. Искендеров, ф.-м.ғ. к., Әзірбайжанның Ұлттық авиация академиясының асс. профессоры **(h-индекс:1);**
4. К.Б. Алдамжаров, т.ғ.д, профессор «Азаматтық авиация академиясы» АҚ **(h-индекс:1);**
5. Е.А. Оспанов, 6D070200 – «Шәкәрім атындағы Университет» КЕАҚ-ның «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша PhD, ЖАК қауымдастырылған профессоры **(h-индекс:9);**
6. С.А. Бельгинова, 6D070300 – Ақпараттық жүйелер (салалар бойынша) мамандығы бойынша PhD, Тұран университетінің, Ақпараттық технологиялар кафедрасының қауымдастырылған профессоры **(h-индекс:6);**
7. Р.К. Анаятова, PhD докторы, «Азаматтық авиация академиясы» АҚ, «Авиациялық ағылшын тілі» кафедрасының меңгерушісі **(h-индекс:3);**
8. Е.Е. Қарсыбаев, т.ғ.д, профессор, «Азаматтық авиация академиясы» АҚ **(h-индекс:1);**
9. М.Н. Қалимолдаев, ф.-м. ғ. д., профессор, ҚР БҒМ Ғылым комитеті информатика және басқару мәселелері институты **(h-индекс:10);**
10. Тулешов А. Қ., т. ғ. д., ХАА академигі, Механика және машинатану институты **(h-индекс:4).**

**Жауапты редактор:** А.Т. Макеева

**«Вестник Академии гражданской авиации»**

Научное издание

*Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания и информационного агентства №15452-Ж1 от 1 июля 2015 года**Комитета связи, информатизации и информации**Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан**Национальная государственная книжная палата Республики Казахстан  
Зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и ей присвоен международный номер**ISSN 2413-8614**Год основания - 2015**Периодичность издания журнала – 4 номера в год.**Языки издания: казахский, русский, английский**В журнале публикуются научные статьи по результатам исследований ученых, преподавателей, докторантов PhD и магистрантов в различных областях технических, естественных, гуманитарных и общественных наук авиационной отрасли.*

АО «Академия гражданской авиации» ул. Закарпатская, 44, Каб. №202

А35М2Н5 (новый индекс), г. Алматы, Республика Казахстан

Тел.: 8 747 182 52 41, e-mail: [almamakeeva@mail.ru](mailto:almamakeeva@mail.ru)Электронная версия научного журнала "Вестник АГА" размещено на сайте <https://vestnik.agakaz.kz> / в разделе "Архив"

**Главный редактор**

Б.К.Сейдахметов, к.э.н., асс. профессор (**h-индекс:2**)

**Зам. главного редактора**

К.Т.Кошеков, д.т.н., профессор (**h-индекс:5**)

**Редакционная коллегия:**

1. А.В. Стрельцов, доктор (PhD), профессор кафедры естественных наук университета аэронавтики Эмбри-Риддл (г. Дейтона-Бич, штат Флорида) (**h-индекс:24**);
2. И.В. Яцкив, Председатель правления Института транспорта и связи (TSI), доктор инженерных наук, профессор, член правления Европейской ассоциации транспортных исследовательских институтов (**h-индекс:8**);
3. И.А.Искендеров, к.ф.-м.н., асс. профессор, Национальная авиационная академия Азербайджана (**h-индекс:1**);
4. К.Б. Алдамжаров, д.т. н., профессор АО «Академия гражданской авиации» (**h-индекс:1**);
5. Е.А. Оспанов, PhD по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление», ассоциированный профессор ВАК, НАО «Университет имени Шакарима» (**h-индекс:9**);
6. С.А. Бельгинова, PhD по специальности 6D070300 – Информационные системы (по отраслям), ассоциированный профессор университета Туран, кафедры информационных технологии (**h-индекс:6**);
7. Е.Е. Карсыбаев, д.т.н., профессор АО «Академия гражданской авиации» (**h-индекс:1**);
8. Р.К. Анаятова, доктор PhD, зав. каф. «Авиационный английский язык», АО «Академия гражданской авиации» (**h-индекс:3**);
9. М.Н. Калимолдаев, д.ф.-м.н., профессор, Институт проблем информатики и управления комитета науки МОН РК (**h-индекс:10**);
10. А.К. Тулешов, д.т.н., академик МИА, Институт механики и машиноведения (**h-индекс:4**).

**Ответственный редактор:** А.Т. Макеева

**“Bulletin of the Civil Aviation Academy”***Scientific publication*

*The certificate of registration of a periodical and  
Information Agency from July 1, 2015, №154521 Ж1  
Communication, Informatization and Information Committee*

*The Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan  
Registered in the International Center for the Registration of Serials ISSN  
(UNESCO,  
Paris, France) and assigned an international number ISSN 2413-8614*

*Foundation year – 2015*

*Periodicity is 4 issues per year.*

*Publication Languages are Kazakh, Russian and English*

*The journal publishes scientific articles based on the results of research by  
scientists, teachers, PhD students and undergraduates in various fields of technical,  
natural, humanitarian and social sciences of the aviation industry.*

*JSC “Academy of Civil Aviation” Zakarpatskaya str., 44, Office No. 202  
A35M2N5 (new index), Almaty, Republic of Kazakhstan  
Tel.: 8 747 182 52 41, e-mail: almamakeeva@mail.ru*

The electronic version of the scientific journal "Bulletin of the AGA" is posted on the  
website <https://vestnik.agakaz.kz/> in the "Archive" section

**Editor-in – chief**

Seydakhmetov B.K., Candidate of Economics, Associate Professor (**h-index:2**)

**Deputy Chief Editor**

Koshekov K.T., doctor of technical sciences, professor (**h-index:5**)

**Editorial staff:**

1. A.V. Streltsov, Doctor of Philosophy (PhD), Professor of Engineering Physics department of Physical Sciences at Embry-Riddle Aeronautics University (Daytona Beach, Florida) (**h-index:24**);
2. I.V. Yatskiv, Chairman of the Board of the Institute of Transport and Communications (TSI), Doctor Engineering Sciences, Professor, Member of the Board of the European Association of Transport Research Institutes (**h-index:8**);
3. I.A. Isgandarov, candidate of physical and mathematical sciences, associated professor of Azerbaijan National Aviation Academy (**h-index:1**);
4. K.B. Aldamzharov, doctor of technical sciences, professor (**h-index:1**);
5. Ospanov E. A., PhD in the specialty 6D070200 – "Automation and Control", Associate Professor of the Higher Attestation Commission, NJSC "Shakarim University" (**h-index:9**);
6. S. A. Belginova, PhD in specialty 6D070300 – Information Systems (by industry), Associate Professor of Turan University, Department of Information Technology (**h-index:6**);
7. E.E. Karsybaev, Doctor of Technical Sciences, Professor, JSC "Academy of Civil Aviation" (**h-index:1**);
8. R.K. Anayatova, PhD, Head of the Department "Aviation English", JSC "Academy of Civil Aviation" (**h-index:3**);
9. Kalimoldaev M.N., PhD, Professor, Institute of Problems of Informatics and Management of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (**h-index:10**);
10. A.K.Tuleshov, PhD, Academician MIA, Institute of Mechanics and Machine Science (**h-index:4**).

**Responsible editor:** Makeeva A.T.

**МАЗМҰНЫ/СОДЕРЖАНИЕ/ CONTENTS**

<b><i>ӘУЕ КӨЛІГІ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ И ТЕХНОЛОГИИ AIR TRANSPORT AND TECHNOLOGY</i></b>	
<b>Давыдов И.А., Кондрякова М.А.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ РАССЛОЕНИЙ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ	10
<b>Сейфула Г.Н., Кермбаева Т.Б., Әбдіматова Т.Д., Рысбекова А.А.</b> ВЛИЯНИЕ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ САМОЛЕТА	20
<b>Пешко Е.В., Кондрякова М.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ	28
<b>Жарков Р.И., Ергалиев Д.С., Еремекбаев М.М.</b> ТРЕНАЖЕРНАЯ ПОДГОТОВКА КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА К ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЛЕТОВ НА СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ	40
<b>Әбдіматова Т.Д., Рысбекова А.А., Тойлыбай Ө., Сейфула Г.Н.</b> BOEING 737 ҰШАҒЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖҮЙЕСІ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ АҚПАРАТ	50
<b>Азаматова Ж.К.</b> ӘУЕ ҚАҚТЫҒЫСЫНЫҢ АЛДЫН АЛАТЫН ЖӘНЕ БОЛДЫРМАЙТЫН ЖҮЙЕЛЕР	66
<b><i>ЛОГИСТИКА, ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ, КӨЛІКТЕГІ ҚАУІПСІЗДІК ЛОГИСТИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ LOGISTICS, TRANSPORTATION ORGANIZATION, TRANSPORT SECURITY</i></b>	
<b>Iskenderova S. I., Kerimov B.A.</b> THE SIGNIFICANCE OF USING THE LATEST IT TECHNOLOGIES IN LOGISTICS	76
<b>Сатаева А., Ахметов Т., Мусалиева Р.Д.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»	81
<b><i>КОМПЬЮТЕРЛІК ҒЫЛЫМДАР, АСПАП ЖАСАУ ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУ КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ, ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ COMPUTER SCIENCE, INSTRUMENTATION AND AUTOMATION</i></b>	
<b>Садуақасова Б.Е., Беқаулова Ж.М., Маматова Г.У.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ	92



## CONTENTS

<b>AIR TRANSPORT AND TECHNOLOGY</b>	
<b>Davydov I. A., Kondryakova M. A.</b> AUTOMATION OF THE PROCESS OF DIAGNOSING SUBSURFACE STRATIFICATIONS ON COMPOSITE STRUCTURES OF AIRCRAFT	10
<b>Seifula G.N., Keribaeva T.B., Abdimatova T.D., Rysbekova A.A.</b> THE INFLUENCE OF ENGINE ROTOR ROTATION ON AIRCRAFT STABILITY AND CONTROLLABILITY	20
<b>Peshko E. V., Kondryakova M. A.</b> APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN AUTOMATED AIR TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEMS	28
<b>Zharkov R. I., Yermekbaev M. M., Yergaliyev D.S.</b> SIMULATOR TRAINING AS ONE OF THE METHODS OF TRAINING FLIGHT PERSONNEL TO PERFORM FLIGHTS ON MODERN AIRCRAFT	40
<b>Abdimatova T., Rysbekova A. A., Toilybai O., Seifula G.N.</b> GENERAL INFORMATION ON THE ELECTRICAL EQUIPMENT OF THE BOEING 737 AIRCRAFT	50
<b>Azamatova Zh.K.</b> STUDY TRAFFIC ALERT AND COLLISION AVOIDANCE SYSTEM	66
<b>LOGISTICS, TRANSPORTATION ORGANIZATION, TRANSPORT SECURITY</b>	
<b>Iskenderova S. I., Kerimov B.A.</b> THE SIGNIFICANCE OF USING THE LATEST IT TECHNOLOGIES IN LOGISTICS	76
<b>Sataeva A., Akhmetov T., Musalieva R.</b> RESEARCH ON THE METHODOLOGY OF IMPLEMENTING THE LEAN MANUFACTURING SYSTEM	81
<b>COMPUTER SCIENCE, INSTRUMENTATION AND AUTOMATION</b>	
<b>Saduakasova B. E., Bekaulova Zh. M., Mamatova G. U.</b> APPLICATION OF BIG DATA TECHNOLOGY IN RISK MANAGEMENT IN THE BANKING SECTOR	92

---

---

**ӘУЕ КӨЛІГІ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ И ТЕХНОЛОГИИ  
AIR TRANSPORT AND TECHNOLOGY**

---

---

**МРНТИ 73.37.41**

**[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_10](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_10)**

**<sup>1</sup>И.А. Давыдов\*, <sup>1</sup>М.А.Кондрякова**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
им. А.А. Новикова, г. Санкт-Петербург, Россия

\*E-mail: [iskander\\_bek@mail.ru](mailto:iskander_bek@mail.ru)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ  
ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ РАССЛОЕНИЙ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ  
КОНСТРУКЦИЯХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

***Аннотация:** Подготовленная автором статья представляет собой исследование, направленное на автоматизацию диагностирования подповерхностных расслоений на композиционных конструкциях воздушных судов, которые образуются при постударных повреждениях. В данной статье представлены результаты испытаний – удар наносился по «образцам-свидетелям», то есть из композиционного материала, который используется в конструкциях гражданских воздушных судов. Удар наносился наконечниками различной формы и диаметром, позволяющие максимально смоделировать эксплуатационные дефекты воздушных судов. Ударное воздействие производилось в диапазоне от 5 Дж до 80 Дж, воздействие ниже этого предела не приводят к расслоению композиционного материала, воздействия выше заданного предела приводят к трещинам на поверхности композиционного материала и существенно меняют форму конструкции, что выходит за рамки данного исследования. С помощью регрессионного анализа по результатам испытаний получены соотношения геометрических переменных дефектов и ударных воздействий, что позволяет моделировать ширину, глубину и форму дефекта от энергии удара и наоборот. На основе полученных данных автором разработано программное обеспечение на языке программирования Java, которое по геометрическим данным дефекта на поверхности композиционного материала рассчитывает подповерхностное расслоение при постударном повреждении. Автоматизация процесса диагностики постударных повреждений существенно сокращает вероятность пропуска подповерхностного дефекта на композиционном материале инженерно-техническим составом авиационного предприятия, а также автоматически*

выдает рекомендации о замене или ремонта авиационной композиционной конструкции. Актуальность изучения композиционных материалов приобретает особое значение в связи с разработкой абсолютно нового отечественного лайнера МС-21-310, в котором крыло выполнено из многослойного углепластика. Разработанное программное обеспечение на основе результатов испытаний, окажет влияние для успешного обеспечения послепродажной эксплуатации воздушного судна и поддержание летной годности.

**Ключевые слова:** композиционные материала, авиация, дефект, эксплуатация авиационной техники, техническое обслуживание.

**Введение.** На сегодняшний день происходит активное внедрение композиционных материалов в авиастроении. Ни одно современное воздушное судно не обходится без конструктивных элементов из композиционных материалов, благодаря своим уникальным свойствам они во многом опережают металлические конструкции на основе алюминия. Однако, при эксплуатации возникает проблема диагностирования подповерхностных расслоений, которые могут образовываться при постударных повреждениях. Точное и надежное обнаружение таких дефектов является критически важным для обеспечения безопасности и надежности авиационных конструкций [1,2].

Целью данного исследования является автоматизация процесса диагностирования подповерхностных расслоений на композиционных конструкциях воздушных судов. Для достижения этой цели были проведены испытания с использованием «образцов-свидетелей», изготовленных из композиционного материала, применяемого в гражданской авиации. Экспериментальные данные получены при нанесении ударов с различной энергией и наконечниками разной формы, чтобы максимально смоделировать эксплуатационные дефекты.

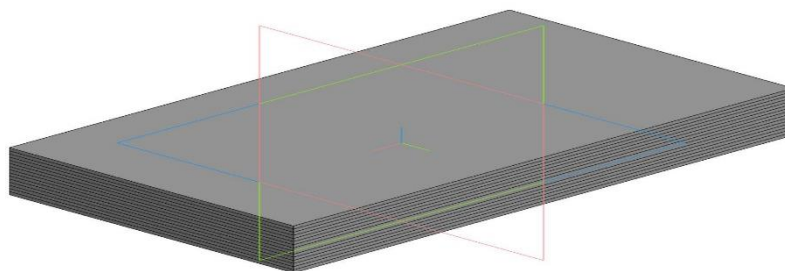
На основе полученных результатов выявлены связи между геометрическими параметрами дефектов и ударными воздействиями. С помощью регрессионного анализа разработаны математические модели, которые позволяют моделировать ширину, глубину и форму дефекта на основе энергии удара и наоборот.

Научное исследование в этой области, приобретает особую важность в контексте разработки современного российского лайнера МС-21-310, где конструкция крыла базируется на многослойных углепластиковых материалах. Применение разработанного программного обеспечения и результаты исследования будут влиять на успешную эксплуатацию данного воздушного судна и поддержание его летной годности.

**Методы исследования.** В современном мировом парке гражданских воздушных судов есть экземпляры, в которых более половины массы планера составляют элементы, выполненные из композиционных материалов, в том

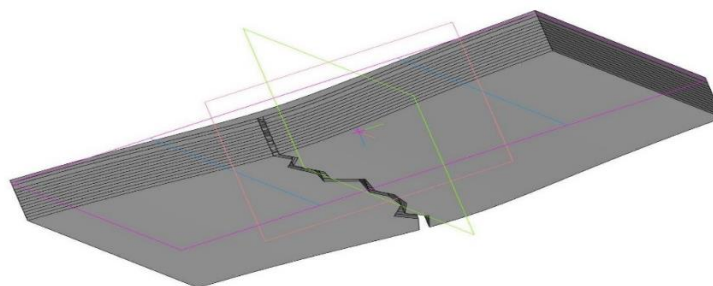
числе, и для обшивки фюзеляжа используются монолитные панели из углепластика. Практика технической эксплуатации авиационных композиционных конструкций показывает, что следствием постударного воздействия на многослойный углепластик является образование подповерхностного расслоения [3-6]. Для сбора статистических данных, выявления математических закономерностей, а также определения взаимосвязей между геометрическими параметрами дефектов на поверхности и подповерхностным расслоением был проведен эксперимент. В ходе эксперимента удар наносился наконечниками различного диаметра и с различной энергией по «образцам-свидетелям», что позволило максимально смоделировать эксплуатационные дефекты. Полученные данные и математические модели позволяют автоматизировать процесс выявления подповерхностных расслоений на авиационных композиционных конструкциях, что исключает пропуск дефекта инженерно-техническим составом и определит площадь расслоения.

*Результат научно-исследовательской работы.* В ходе эксперимента на ударные воздействия использовались «образцы – свидетели», т.е. образцы, из материала непосредственно применяемые в конструкциях воздушных судов, а именно многослойные углепластики (см. рис.1).



**Рисунок 1.** Модель многослойного композита

Удар наносился наконечниками различной формой и диаметром, позволяющие максимально смоделировать эксплуатационные дефекты воздушных судов. Ударное воздействие производилось в диапазоне от 5 Дж до 80 Дж, воздействие ниже этого предела не приводят к расслоению композиционного материала, воздействия выше заданного предела приводят к трещинам на поверхности композиционного материала и существенно меняют форму конструкции, что выходит за рамки данного исследования. Эксперимент показал, что даже после сильного удара с энергией от 50 Дж до 80 Дж на поверхности образуется небольшая вмятина, при этом существенное подповерхностное расслоение (см. рис. 2).



**Рисунок 2.** Модель многослойного композита с подповерхностным расслоением

Для выявления математических закономерностей между энергией удара и геометрическими параметрами [6-9] дефекта на поверхности многослойного авиационного композиционного материала необходимо оценить его механические свойства с помощью коэффициента Пуассона.

$$V_{\text{общ}} = f(V_1, V_2, \dots, V_n)$$

где:

- $V_{\text{общ}}$  - коэффициент Пуассона многослойного углепластика.
- $V_1, V_2, \dots, V_n$  - коэффициенты Пуассона для отдельных слоев композита.

Для простых двухслойных углепластиков, где верхний слой (1) и нижний слой (2) имеют разные коэффициенты Пуассона, можно использовать следующее выражение:

$$V_{\text{общ}} = \frac{h_1 V_1 + h_2 V_2}{h_1 + h_2}$$

где:

- $h_1$  - толщина верхнего слоя.
- $h_2$  - толщина нижнего слоя.
- $V_1$  - коэффициент Пуассона для верхнего слоя.
- $V_2$  - коэффициент Пуассона для нижнего слоя.

Эта модель может быть применяться для многослойных композитов с большим числом слоев. Важно учитывать, что в реальных условиях коэффициент Пуассона может изменяться в зависимости от направления нагрузки и расположения слоев, исходя, из этого для получения точных результатов следует проводить более сложные эксперименты и анализы.

Основываясь на статистических данных эксперимента, учитывая механические свойства многослойного авиационного композиционного материала, был произведен регрессионный анализ, где были получены соотношения ударных воздействий с геометрическими параметрами дефекта (см. таблица 1).

**Таблица 1.** Модель коэффициентов энергии удара от геометрических параметров дефекта

Многослойный углепластик после ударного воздействия элементом диаметром 20 мм	Многослойный углепластик после ударного воздействия элементом диаметром 90 мм
$\varepsilon = \frac{R - 2,4}{0,28}$	$\varepsilon = \frac{R + 1,6}{0,51}$
$H = 0,04e^{0,1\varepsilon}$	$H = 0,04e^{0,1\varepsilon}$
$\omega = 0,02\varepsilon + 0,23$	$\omega = 0,25\varepsilon - 3,9$
Удар наносился с энергией от 50 Дж до 80 Дж	Удар наносился с энергией от 50 Дж до 80 Дж

На основе полученных данных разработано программное обеспечение для инженерно-технического состава, которое позволяет автоматизировать процесс диагностирования подповерхностных расслоений на авиационных композиционных конструкциях воздушных судов. Программное обеспечение было разработано на языке программирования Java, который обладает рядом преимуществ:

- 1. Переносимость:** Java является платформо-независимым языком программирования. Программы, написанные на Java, могут быть выполнены на различных платформах без необходимости переписывания кода. Это достигается благодаря Java Virtual Machine (JVM), которая интерпретирует и выполняет байт-код Java.
- 2. Безопасность:** Java обладает встроенными механизмами безопасности, которые защищают от потенциально опасных операций, таких как доступ к памяти или выполнение небезопасного кода. Это особенно важно при разработке программ для интернета и мобильных устройств.
- 3. Управление памятью:** Java автоматически управляет памятью, что упрощает работу с памятью и уменьшает риск утечек памяти и ошибок, связанных с ней.
- 4. Богатая библиотека классов:** Java имеет обширную стандартную библиотеку классов, что упрощает разработку, поскольку множество полезных функций уже реализовано и готово к использованию.
- 5. Многопоточность:** Java поддерживает многопоточность, что позволяет создавать эффективные и параллельные приложения. Это особенно полезно на современных многоядерных процессорах.
- 6. Широкое применение:** Программирование на языке Java находит применение в разнообразных сферах, включая веб-разработку, создание мобильных приложений, внедрение встроенных систем, разработку крупных корпоративных приложений и многие другие области.

7. **Большое сообщество и поддержка:** Язык программирования Java пользуется огромной поддержкой со стороны сообщества разработчиков, а также предоставляет множество бесплатных образовательных ресурсов и источников для поддержки, что придает этому языку программирования популярность и доступность.
8. **Инструменты разработки:** существует множество мощных инструментов разработки для Java, таких как IntelliJ IDEA, Eclipse и NetBeans, которые упрощают создание и отладку приложений.
9. **Сетевая поддержка:** Java имеет встроенную поддержку сетевого программирования, что делает его идеальным выбором для создания клиент-серверных и сетевых приложений.
10. **Разработка для Android:** Java является одним из основных языков программирования для разработки приложений под платформу Android, что делает его популярным среди мобильных разработчиков.

Эти преимущества делают Java мощным инструментом для разработки разнообразных приложений, особенно в условиях многоплатформенности и безопасности. Исходя из вышеперечисленного, разработанное приложение для автоматического определения подповерхностных расслоений на композитных конструкциях воздушных судов, позволяет усовершенствовать процесс технической эксплуатации, как российской авиационной техники, так и техники зарубежного производства.

*Заключение.* Автоматизация процесса диагностики постударных повреждений существенно сокращает вероятность пропуска подповерхностного дефекта на композиционном материале инженерно-техническим составом авиационного предприятия, а также автоматически выдает рекомендации о замене или ремонта авиационной композиционной конструкции. Актуальность изучения композиционных материалов приобретает особое значение в связи с разработкой абсолютно нового отечественного лайнера МС-21-310, в котором крыло выполнено из многослойного углепластика. Разработанное программное обеспечение на основе результатов испытаний, окажет влияние для успешного обеспечения послепродажной эксплуатации воздушного судна и поддержание летной годности.

И.А. Давыдов, М.А. Кондрякова

## **ӘУЕ КЕМЕЛЕРІНІҢ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНДА ЖЕР АСТЫ ҚАБАТТАРЫНЫҢ ДИАГНОСТИКАЛАУ ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ**

*Аңдатпа.* Автор дайындаған мақала-бұл соққыдан кейінгі зақымдану кезінде пайда болатын әуе кемелерінің композициялық құрылымдарындағы жер асты қабаттарының диагностикасын автоматтандыруға бағытталған зерттеу. Бұл мақалада сынақ нәтижелері келтірілген-соққы "куәгерлердің

үлгілері" бойынша, яғни азаматтық әуе кемелерінің конструкцияларында қолданылатын композициялық материалдан жасалған. Соққы әуе кемелерінің пайдалану ақауларын барынша модельдеуге мүмкіндік беретін әртүрлі пішіндегі және диаметрлі ұштармен жасалды. Соққы әсері 5 Дж-ден 80 Дж-ге дейін болды, осы шектен төмен әсер композициялық материалдың стратификациясына әкелмейді, берілген шектен жоғары әсер композициялық материалдың бетіндегі жарықтарға әкеледі және осы зерттеу шеңберінен тыс құрылымның пішінін айтарлықтай өзгертеді. Регрессиялық талдаудың көмегімен сынақ нәтижелері геометриялық айнымалы ақаулар мен соққы әсерлерінің арақатынасын алды, бұл соққы энергиясынан ақаудың Шири, тереңдігін және пішінін модельдеуге мүмкіндік береді және керісінше. Алынған мәліметтер негізінде автор Java бағдарламалау тілінде бағдарламалық жасақтама жасады, ол композициялық материалдың бетіндегі ақаудың геометриялық деректері бойынша соққыдан кейінгі зақымдану кезінде жер асты стратификациясын есептейді. Соққыдан кейінгі зақымдануды диагностикалау процесін автоматтандыру авиациялық кәсіпорынның инженерлік-техникалық құрамымен композициялық материалдағы жер асты ақауларын өткізіп жіберу ықтималдығын едәуір азайтады, сондай-ақ авиациялық композициялық құрылымды ауыстыру немесе жөндеу туралы ұсыныстарды автоматты түрде береді. Композициялық материалдарды зерттеудің өзектілігі қанаты көп қабатты көміртекті пластиктен жасалған мүлдем жаңа отандық MS-21-310 лайнерінің дамуына байланысты ерекше маңызға ие. Сынақ нәтижелері негізінде әзірленген бағдарламалық қамтамасыз ету әуе кемесін сатудан кейінгі пайдалануды сәтті қамтамасыз етуге және ұшуға жарамдылығын сақтауға әсер етеді.

**Түйін сөздер:** композициялық материалдар, авиация, ақау, авиациялық техниканы пайдалану, техникалық қызмет көрсету.

I. A. Davydov, M.A. Kondryakova

## **AUTOMATION OF THE PROCESS OF DIAGNOSING SUBSURFACE STRATIFICATIONS ON COMPOSITE STRUCTURES OF AIRCRAFT**

**Abstract.** The article prepared by the author is a study aimed at automating the diagnosis of subsurface stratifications on composite structures of aircraft that are formed during post-impact damage. This article presents the results of the tests – the blow was inflicted on "witness samples", that is, from a composite material that is used in the designs of civil aircraft. The blow was applied with tips of various shapes and diameters, allowing to simulate the operational defects of aircraft as much as possible. The impact was carried out in the range from 5 J to 80 J, impacts below this limit do not lead to delamination of the composite material, impacts above the specified limit lead to cracks on the surface of the composite material and significantly change the



*shape of the structure, which is beyond the scope of this study. Using regression analysis based on the test results, the ratios of geometric variables of defects and shock effects were obtained, which allows modeling the width, depth and shape of the defect from the impact energy and vice versa. Based on the data obtained, the author has developed software in the Java programming language, which calculates subsurface stratification in post-impact damage based on geometric data of a defect on the surface of a composite material. Automation of the post-impact damage diagnostics process significantly reduces the likelihood of a subsurface defect on a composite material being missed by the engineering and technical staff of an aviation enterprise, and also automatically issues recommendations on the replacement or repair of an aircraft composite structure. The relevance of the study of composite materials is of particular importance in connection with the development of a completely new domestic liner MS-21-310, in which the wing is made of multilayer carbon fiber. The developed software based on the test results will have an impact for the successful provision of after-sales operation of the aircraft and maintenance of airworthiness.*

**Key words:** *composite materials, aviation, defect, operation of aviation equipment, maintenance.*

#### Список литературы

1. Давыдов И.А., Петрова Т.В., Иванов Д.А. Проблемы обеспечения эксплуатационной технологичности воздушных судов / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. – СПб., 2021. №1 (30). С. 122-126.

2. Давыдов И.А., Петрова Т.В., Давыдов И.А. Ударные испытания на образцах из углепластика и анализ надежности визуального осмотра композиционных конструкций самолетов / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. СПб., 2021, №3 (32). С. 86-98.

3. Давыдов И.А. Анализ влияния цвета поверхности элементов конструкции воздушных судов, выполненных из композиционных материалов, на надежность визуального контроля / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. СПб., 2022 № 2 (35). С. 102-116.

4. Давыдов И.А. Повышение достоверности визуального контроля поврежденных элементов конструкции воздушных судов, выполненных из композиционных материалов / Научный Вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2022. Т. 25. № 4 С. 44-55.

5. Давыдов И.А., Давыдов И.А. Ремонт композитных материалов с использованием дополненной реальности (AR) / Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. СПб., 2022 № 3 (36). С. 130-140.

6. Давыдов И.А., Хаертдинов И.М. Анализ эффективности применения тренажерной подготовки для инженерно-технического состава / Вестник Санкт-

Петербургского государственного университета гражданской авиации. СПб., 2023 № 2 (39). С. 37-41.

### References

1. Davydov I.A., Petrova T.V., Ivanov D.A. Problemy obespecheniya ekspluatatsionnoi tehnologichnosti vozdyshnyh sydov / Vestnik Sankt-Peterbúrgskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta grajdanskoï aviatsii. – SPb., 2021. №1 (30). S. 122-126.

2. Davydov I.A., Petrova T.V., Davydov I.A. Ýdarnye ispytaniya na obraztsah iz ýgleplastika i analiz nadejnosti vizýalnogo osmotra kompozitsionnyh konstrýktsii samoletov / Vestnik Sankt-Peterbúrgskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta grajdanskoï aviatsii. SPb., 2021, №3 (32). S. 86-98.

3. Davydov I.A. Analiz vlianiya tsveta poverhnosti elementov konstrýktsii vozdyshnyh sydov, vypolnennyh iz kompozitsionnyh materialov, na nadejnost vizýalnogo kontrolya / Vestnik Sankt-Peterbúrgskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta grajdanskoï aviatsii. SPb., 2022 № 2 (35). S. 102-116.

4. Davydov I.A. Povyshenie dostovernosti vizýalnogo kontrolya povrejdennyh elementov konstrýktsii vozdyshnyh sydov, vypolnennyh iz kompozitsionnyh materialov / Naýchnyi Vestnik Moskovskogo gosýdarstvennogo tehniçeskogo ýniversiteta grajdanskoï aviatsii. 2022. T. 25. № 4 S. 44-55.

5. Davydov I.A., Davydov I.A. Remont kompozitnyh materialov s ispolzovaniem dopolnennoi realnosti (AR) / Vestnik Sankt-Peterbúrgskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta grajdanskoï aviatsii. SPb., 2022 № 3 (36). S. 130-140.

6. Davydov I.A., Haertdinov I.M. Analiz effektivnosti primeneniya trenajernoï podgotovki dlia injenerno-tehniçeskogo sostava / Vestnik Sankt-Peterbúrgskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta grajdanskoï aviatsii. SPb., 2023 № 2 (39). S. 37-41.

<b>Давыдов Искандар Ахтамович</b>	старший преподаватель кафедры Авиационной техники и диагностики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени главного маршала авиации А.А. Новикова», г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: <a href="mailto:iskander_bek@mail.ru">iskander_bek@mail.ru</a> .
<b>Давыдов Искандар Ахтамович</b>	Авиациялық техника және диагностика кафедрасының аға оқытушысы, "Авиацияның бас маршалы А.А. Новиков атындағы Санкт-Петербург мемлекеттік азаматтық авиация университеті", Санкт-Петербург қ., Ресей, E-mail: <a href="mailto:iskander_bek@mail.ru">iskander_bek@mail.ru</a> .
<b>Davydov Iskandar Akhtamovich</b>	Senior Lecturer of the Department of Aviation Engineering and Diagnostics, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov, the city of St. Petersburg, Russia, E-mail: <a href="mailto:iskander_bek@mail.ru">iskander_bek@mail.ru</a> .

<b>Кондрякова Маргарита Алексеевна</b>	старший преподаватель кафедры Прикладной математики и информатики, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени главного маршала авиации А.А. Новикова», г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: <a href="mailto:ritakondr1@gmail.com">ritakondr1@gmail.com</a>
<b>Кондрякова Маргарита Алексеевна</b>	Қолданбалы математика және информатика кафедрасының аға оқытушысы, "авиацияның бас маршалы А.А. Новиков атындағы Санкт-Петербург мемлекеттік азаматтық авиация университеті" ФГБОУ Санкт-Петербург қ., Ресей, E-mail: <a href="mailto:ritakondr1@gmail.com">ritakondr1@gmail.com</a>
<b>Kondryakova Margarita Aleksееvna</b>	Senior Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Computer Science, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov, the city of St. Petersburg, Russia, E-mail: <a href="mailto:ritakondr1@gmail.com">ritakondr1@gmail.com</a>

МРНТИ 73.37.11

[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_20](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_20)

<sup>1</sup>Г.Н.Сейфула, <sup>1</sup>Т.Б. Керibaева\*, <sup>1</sup>Т.Д. Әбдіматова,  
<sup>1</sup>А.А. Рысбекова

<sup>1</sup>АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан

\*E-mail: [talshyn.keribayeva@agakaz.kz](mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz)

## ВЛИЯНИЕ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ САМОЛЕТА

*Аннотация.* Статъя связана непосредственно с одной из наиболее актуальных проблем авиации, которая существует с момента появления первых летательных аппаратов с двигателями. Данная проблема сохраняет актуальность по причине того, что является одним из главных факторов, который влияет на устойчивость и управляемость самолета.

*Ключевые слова:* вращение ротора, устойчивость и управляемость самолета, управление самолетом, демпфирование, система управления самолетом.

*Введение.* Понятия устойчивость и управляемость являются взаимно противоположенными. И потому при рассмотрении проблемы влияния будет рассмотрено физическое влияние.

Устойчивость — способность воздушного судна сохранять собственное угловое положение, не смотря на внешнее воздействие, относительно центра масс в плоскости полета в течении рассматриваемого временного интервала, без вмешательства, корректирующего данное положение.

Управляемость — способность воздушного судна изменять собственное положение, не смотря на внешнее воздействие, относительно центра масс в плоскости полета в рамках рассматриваемого интервала времени.

*Основная часть.* Первоначально необходимо рассмотреть полет как процесс. Полет представляет из себя движение тела. При этом движение является сложным. В состав сложного движения входит вращение ротора двигателя, отклонение управляющих поверхностей и перемещение центра масс. Для упрощения формализованной записи будем рассматривать данные три движения. Перемещение центра масс рассмотрим, как прямолинейное перемещение и запишем элементарной функцией:

$$a = f(x) = k \times x \tag{1}$$

где  $a$  - функция перемещения;

$k$  - коэффициент пропорциональности функции по отношению к аргументу;

$x$  - аргумент функции текущего положения на прямой (время).

Вращение ротора двигателя можно описать как движение по кругу. С учетом того, что ротор не выполнен симметрично относительно центра вала, то можно рассмотреть, как вращение смещенной точки относительно центра вала. Опишем как перемещение точки по окружности:

$$b = f(x) = 2 \times \pi \times R \quad (2)$$

где  $b$  - функция перемещения;

$\pi$  - постоянная отношения длины окружности к ее радиусу (3,14);

$R$  - радиус окружности, на котором находится смещенная точка.

Очевидно, что радиус удаления, на котором находится смещенная точка для каждого вала определяется индивидуально. Для редуцирования математических записей и упрощения модели, в нашем рассмотрении смещенная точка будет находиться на максимальном удалении от центра вала, в рамках существующих технических ограничений.

Третьим рассматриваемым движением является движение управляющих поверхностей. Так как они закреплены шарнирами и отклоняются от изначального положения, тогда пропишем их изменение положения как функцию от угла с учетом характера синусоидальности изменений положения:

$$c = f(x) = A \times \cos(\phi_0 + \omega \times T) \quad (3)$$

где  $c$  - функция перемещения;

$A$  - максимальное значение отклонения при перемещении;

$\phi_0$  - начальная фаза, характеризующая начальное положение поверхности управления;

$\omega$  - угловая скорость отклонения управляющей поверхности;

$T$  - временной интервал, который соответствует времени перемещения управляющей поверхности.

Очевидно, что при перемещении совершается работа. Для совершения работы необходимо приложить силу. В самом элементарном виде выполнение работы записывается в следующем виде:

$$A = F \times S \quad (4)$$

где  $A$  - работа, выполняемая прилагаемыми силами;

$F$  - прилагаемая сила;

$S$  - перемещение, для каждого рассматриваемого движения это  $a$ ,  $b$ ,  $c$  соответственно

Теперь произведем построение логической взаимосвязи между приведенными величинами и произведем составление более подробной модели, описывающей влияние движения ротора двигателя на устойчивость и управляемость. В первую очередь необходимо отметить, что в рассматриваемом контексте прилагаемой силой является сила, генерируемая разными приводами. Например, для вращения вала ротора — сила, вращающая турбину, для

управляющих поверхностей — сила гидравлического актуатора, для центра масс — сила реактивной струи двигательной установки.

Таким образом в идеальном случае, при условии пренебрежения прочих возмущений с целью определения влияния движения ротора двигателя, сила возмущения, порождаемая вращением вала ротора двигателя, должна быть равной нулю, сила, перемещающая центр масс и сила актуаторов должны строго соответствовать значениям режимов. Так как перемещение центра масс регламентировано прямолинейным движением, то для определения степени влияния стоит рассмотреть моменты сил, которые определяются конструктивными параметрами и действующими силами.

Так как центр масс является точкой отсчета, то все моменты сил действуют относительно него. Пусть стабилизирующие и управляющие моменты имеют некоторое заданное и предопределенное значение согласно заданному режиму. Не учитывая данные моменты выделим только возмущения, которые будут соответствовать моменту сил ротора двигателя, появляющихся из-за смещения центра масс относительно геометрического центра. Таким образом запишем соответствующее выражение:

$$jb = \frac{m \times \omega \times R^2}{T} \quad (5)$$

где  $jb$  - момент сил вала ротора двигателя;

$m$  - масса вала ротора;

$\omega$  - угловая скорость вращения ротора;

$R$  - радиус удаления центра масс ротора относительно геометрического центра, который является осью вращения, для поперечного сечения центром вращения;

$T$  - временной интервал вращения.

Данное выражение, характеризует влияние момента сил вращения вала ротора двигателя самолета на устойчивость самолета при горизонтальном полете. При этом речь идет о поперечной устойчивости, так как плоскость вращения ротора двигателя соответствует поперечной конструкционной плоскости самолета. Данное воздействие ухудшает устойчивость самолета. Что касается управляемости самолета, то в некоторые временные интервалы направление действия момента сил может совпасть с моментом действия сил управляющей поверхности, но в другой момент времени оно становится противоположенным по направлению, так как характеризуется круговым движением и может менять направления от максимального условного положительного до максимального условного отрицательного.

По этой причине опишем момент сил управляющей поверхности:

$$jc = L \times A \times \cos(\phi_0 + \omega \times T) \quad (6)$$

где  $jс$  - момент сил управляющей поверхности;

$L$  - расстояние в поперечной плоскости от центра масс до геометрического центра приложения действующих сил

Таким образом можно заключить что вращение вала ротора двигателя оказывает отрицательный эффект на устойчивость самолета и переменный отрицательный эффект на управляемость самолета.

Для компенсации данного негативного эффекта необходимо использовать демпфирование, которое будет способно подавить моменты действия сил, которые будут по величине соответствовать выражению 5. Или необходимо ввести систему рулевой компенсации, которая бы корректировала угловое положение в зависимости от момента действия сил. Для этого может подойти выражение 6, значение которого должно быть противоположено выражению 5. Внедрение системы коррекции является эффективным решением, но вызывает повышение технологической сложности самолета, в то время как использование демпферов является наиболее рациональным решением. Используя полевой синтез можно определить, что эффективнее будет использовать оба метода с дифференциацией уровня срабатывания корректирующей системы.

При более подробном рассмотрении можно акцентировать внимание на флуктуациях в аспекте случайных и систематических возмущений. Даже при их участии как система демпфирования, так и система компенсации моментов возмущений будут одинаково справляться. Основным регламентирующим параметром будет амплитуда флуктуаций.

В ряде случаев для прогнозирования флуктуаций можно прибегнуть к функции использования полиномов третьего порядка с подбором статистических коэффициентов к показателям степени. Одним наиболее распространенных решений данного аспекта является подбор статистических коэффициентов к показателям степени в пакете программного обеспечения MathLab, а также SciLab. Данные пакеты программного обеспечения идентичны и при использовании функции FIT с соответствующими статистическими данными производится вычисление коэффициентов и показателей степени. Для сбора статистики можно воспользоваться количеством флуктуаций, превышающих порог заданного значения амплитуды. Стоит учесть, что порог амплитуды задается исходя из степени влияния флуктуаций как ротора двигателя, так и случайных возмущений. При этом необходимо рассмотреть и результирующее действие при влиянии флуктуации внешних возмущений и флуктуаций ротора двигателя возникает потребность в компенсации. Таким образом система демпфирования и система компенсации будут работать. Даже при их сочетании их работа строго ограничена, так как они являются техническими устройствами.

При рассмотрении режимов работы и лимитации их ресурса важно знать как можно более точное количество флуктуаций, которые они компенсируют и демпфируют. Таким образом можно будет сформировать математическую

модель для расчета количества воздействий, которые могут быть компенсированы и демпфированы. При формализованной записи мы будем иметь функцию следующего вида:

$$f(x) = \alpha \times x^3 + \beta \times x^2 + \gamma \times x + \epsilon \quad (7)$$

где  $\alpha$ - первый статистический коэффициент;

$\beta$ - второй статистический коэффициент;

$\gamma$ - третий статистический коэффициент;

$\epsilon$ - четвертый статистический коэффициент

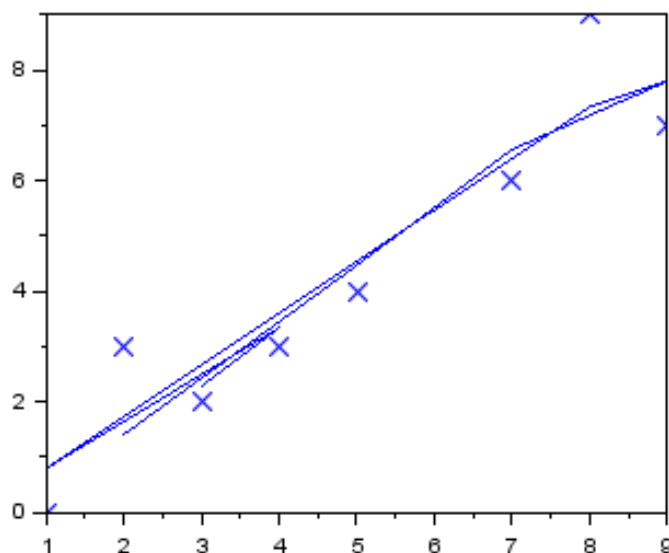
Статистические коэффициенты позволяют использовать линию третьего порядка и регулируют степень ее кривизны. В зависимости от степени ее кривизны можно определить степень ее адаптивности к изменениям в показаниях. Основные изменения будут связаны с внешними факторами. Однако исключая влияние внешней среды и сцепляя функцию строго с двигателем, то изменения будут связаны с изменениями режима работы двигателя. В свою очередь режимы работы двигателя на прямую зависят от внешних факторов, в том числе и от метеорологических явлений.

В качестве эксперимента проведем теоретический эксперимент с произвольно заданными промежуточными значениями статистики. При этом будет несколько участков с разной разрядностью. Были заданы следующие значения:

$$x = [2,5,7,9,8,1,4,3]; y = [3,4,6,7,9,0,3,2]; \quad (8)$$

где  $x$  - количество действующих флуктуаций двигателя;

$y$  - количество компенсационных или демпфирующих действий.



**Рисунок 1.** График функции полинома третьего порядка функции datafit.



С учетом приведенного графика можно заметить, что даже при отсутствии очевидной закономерности в распределении статистических данных, есть возможность определить некоторую функцию с возможностью построения математического ожидания при среднеквадратическом отклонении, не имеющим высокую степень искажения полиномиальной кривой.

*Заключение.* В данной работе рассмотрена проблема влияния вращения вала ротора двигателя на устойчивость и управляемость самолета. Были описаны модели, характеризующие степень влияния и включающие в себя ключевые параметры влияния.

По результатам анализа можно заключить что предлагаемые решения способны полноценно решить рассматриваемую проблему с учетом конструкционных особенностей самолета для каждого типа самолета индивидуально по причине гибкости и унифицированности приведенной модели описания моментов сил, а также возможности их применения.

Еще одним важным аспектом, который можно вывести из вышеописанного является фактор переменной успешности применения момента сил ротора вала. В случае их синхронизации они способны взаимно подавлять друг друга, при их рассинхронизации их гашение может быть доверено системе коррекции и демпфирования, что в достаточной степени способствует сохранению устойчивости и обеспечению более точной управляемости.

Г.Н.Сейфула, Т.Б. Керibaева., Т.Д. Әбдіматова, А.А. Рысбекова

## **ҚОЗҒАЛТҚЫШ РОТОРЫНЫҢ АЙНАЛУЫНЫҢ ҰШАҚТЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ МЕН БАСҚАРЫЛУЫНА ӘСЕРІ**

*Аңдатпа.* Мақаланың өзектілігі авиацияның ең өзекті мәселелерінің біріне тікелей байланысты, ол қозғалтқыштары бар алғашқы ұшақтар пайда болғаннан бері пайда болды. Бұл проблема ұшақтың тұрақтылығы мен басқарылуына әсер ететін негізгі факторлардың бірі болғандықтан өзекті болып қала береді.

*Түйін сөздер:* ротордың айналуы, ұшақтың тұрақтылығы және басқару, ұшақты басқару, демпферлік, ұшақтарды басқару басқару жүйесі.

G.N. Seifula, T.B. Keribayeva, T. Abdimatova, A.A. Rysbekova

## **THE INFLUENCE OF ENGINE ROTOR ROTATION ON AIRCRAFT STABILITY AND CONTROLL ABILITY**

*Abstract.* The relevance of the article is directly related to one of the most pressing problems of aviation, which has existed since the appearance of the first aircraft with

*engines. This problem remains relevant due to the fact that it is one of the main factors that affects the stability and controllability of the aircraft.*

**Keywords:** rotor rotation, aircraft stability and control, aircraft control, damping, aircraft control system.

### Список использованной литературы

1. Балакин В. Л., Лазарев Ю. Н. - «Динамика полета самолета. Устойчивость и управляемость продольного движения», - Электронный курс лекций, Самара, 2011.

2. Дорощев Владислав Леонидович, Голованов Виктор Васильевич, Гукасян Сурен Гургенович, Дорощев Дмитрий Владиславович, Сторчак Виктория Геннадиевна - «Экспериментальное и теоретическое исследование бифуркаций вибраций в авиационных трансмиссиях», - 2015 / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета).

3. Тимченко Сергей Викторович - «Численное Исследование Аэродинамических Характеристик Трехмерной Компонировки Крыло - Фюзеляж - Мотогондола - Пилон Двигателя Широкофюзеляжного Дальнемагистрального Самолета», - 2019 / Вестник Томского государственного университета. Математика и механика.

4. Степанович М. Ю. - «Анализ Взаимодействия Воздушных Винтов С Планером Легкого Транспортного Самолета», - 2021 / Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации.

5. Вышинский Виктор Викторович, Зоан Конг Тъинь - «Моделирование когерентных структур в атмосфере и оценка их воздействия на самолет», - 2021 / Инженерный журнал: наука и инновации.

### References

1. Balakin V. L., Lazarev Yu. N. - "Dynamica Aircraft Fuga. Stabilitatem Et Controllability De Longitudinalis Motus", - Electronic cursus lectionibus, SAMARA, 2011.

2. Dorofeev Vladislav Leonidovich, Golovanov Viktor Vasilyevich, Gukasyan Suren Gurgenovich, Dorofeev saecula quintum et sextum Vladislavovich, Storchak Victoria Gennadievna - "Experimentalis et speculativa studium tremor bifurcations in aircraft nuntii", - 2015 / Acta de Samara Statu Aerospace Universitatis. Academician S. P. Korolev (Research, National University).

3. Timchenko Sergey Viktorovich - "Numero studium aerodynamic characteres tres-dimensiva cornu - fuselage - nacelle - pylon machinam lato-cornu longum bolum aircraft", - 2019 / Acta de Tomsk State University. Mathematicis et Mechanicis.

4. Stepanovich M. Yu. - "Analysis interaction of propellers cum airframe in lucem onerariam aircraft", - 2021 / Scientifica Bulletin of Moscow State Technical University of Civili Aviation.

5. Vyshinsky Viktor Viktorovich, Zoan Kong Tiin - "Sculpturae cohaeret structurae in aeris et taxationem eorum labefactum in aircraft", - 2021 / Engineering Acta: Scientia et Innovatione.

Керибаева Талшын Бақытжанқызы	Старший преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz">talshyn.keribayeva@agakaz.kz</a>
Керибаева Талшын Бақытжанқызы	«Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының аға оқытушысы, АҚ «Азаматтық авиация академиясы», Алматы қ., Қазақстан E-mail: <a href="mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz">talshyn.keribayeva@agakaz.kz</a>
Keribayeva Talshyn Bakitzhankyzy	Senior Lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz">talshyn.keribayeva@agakaz.kz</a>

Рысбекова Айнара Амангелдиевна	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:a.rysbekova@agakaz.kz">a.rysbekova@agakaz.kz</a>
Рысбекова Айнара Амангелдиевна	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан E-mail: <a href="mailto:a.rysbekova@agakaz.kz">a.rysbekova@agakaz.kz</a>
Rysbekova Ainara Amangeldievna	Lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:a.rysbekova@agakaz.kz">a.rysbekova@agakaz.kz</a>

Сейфула Гүлжан Нұрланқызы	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz">gulzhan.seyfulla@agakaz.kz</a>
Сейфула Гүлжан Нұрланқызы	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан E-mail: <a href="mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz">gulzhan.seyfulla@agakaz.kz</a>
Seifula Gulzhan Nurlankyzy	Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz">gulzhan.seyfulla@agakaz.kz</a>

Әбдіматова Толқын Досалықызы	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:t.abdimatova@agakaz.kz">t.abdimatova@agakaz.kz</a>
Әбдіматова Толқын Досалықызы	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан E-mail: <a href="mailto:t.abdimatova@agakaz.kz">t.abdimatova@agakaz.kz</a>
Abdimatova Tolkyun	Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:t.abdimatova@agakaz.kz">t.abdimatova@agakaz.kz</a>

MPHTI 73.37.11

[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_28](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_28)<sup>1</sup>Е.В. Пешко\*, <sup>1</sup>М.А.Кондрякова

<sup>1</sup>«Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,  
г. Санкт-Петербург, Россия

\*E-mail: [zstels@rambler.ru](mailto:zstels@rambler.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Аннотация.* Целью представленного в статье исследования является выявление методов и алгоритмов машинного обучения, способных повысить безопасность, эффективность и экономичность воздушного движения.

Статья содержит результаты обзора информационных и научно-технических материалов о современных технологиях машинного обучения, разрабатываемых и применяемых в автоматизированных системах организации воздушного движения.

**Ключевые слова:** машинное обучение, нейронные сети, АС ОрВД, кластеризация, искусственный интеллект.

*Введение.* XX век, благодаря охвату всеобщим образованием широких кругов населения и привлечения их интеллектуального потенциала к творчеству в области науки и техники, стал веком невиданных ранее темпов научно-технического прогресса. Новые, прорывные технологии появлялись практически во всех областях человеческой деятельности, повышая безопасность и производительность труда, улучшая условия труда работников и делая жизнь миллионов людей на Земле комфортнее, безопаснее и интереснее, открывая новые горизонты для развития человечества.

Это положение справедливо и для развития авиации. Менее чем за 100 лет, с момента первого полёта братьев Райт на своем одноместном деревянном самолете, авиация прошла огромный путь в развитии технологий, материалов и систем управления, что позволяет современным лайнерам перевозить сотни пассажиров и сотни тонн грузов на тысячи километров с огромными скоростями.

Параллельно с развитием непосредственно самих воздушных судов (ВС) и усложнением воздушного движения (ВД) шло формирование и развитие систем управления воздушным движением (УВД), систем организации воздушного движения (ОрВД). Причем системы УВД (ОрВД) впитывали в себя лучшие разработки из смежных отраслей. Первые системы УВД представляли собой

системы костров, расположенных вдоль взлетно-посадочной полосы (ВПП) и людей с флажками. Появление и развитие технологии передачи электричества на расстояние по проводам позволило заменить костры прожекторами. С появлением радиосвязи стало возможным управлять ВД на большем удалении от диспетчера. Появление технологий радиолокации позволило диспетчеру видеть ВС за пределами видимости биноклей и в плохую погоду. Появление вычислительной техники и первых систем автоматизации на её основе открыло новую страницу в УВД (ОрВД), сняв с диспетчера ряд функций и рутинных операций. Дальнейшее развитие технологий и алгоритмов, объединение отдельных средств автоматизации в некие совокупности привело к появлению комплексов (КСА УВД) и систем (АС УВД и АС ОрВД), помогающих диспетчеру принимать решения в сложных ситуациях. В основе первых систем Поддержки принятия решений лежали формализованные алгоритмы, просчитывавшие поведение ВС в воздушном пространстве (ВП) и выдававшие сообщения и рекомендации диспетчеру по УВД. Со временем, эти алгоритмы становились всё более интеллектуальными, но ввиду огромного разнообразия факторов давления среды и многообразия всевозможных ситуаций и сценариев, слабо поддающихся формализации, применение таких систем, в настоящее время, ограничено. Хотя люди, стоявшие в истоках автоматизации УВД, уже 1980-х года были уверены, что к рубежу тысячелетия, автоматизированные системы эволюционируют до автоматических.

Появление и развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ, AI) и методов машинного обучения (ML) открывает новые горизонты для решения задач в области ОрВД. Но, как и любой инструмент, данные технологии могут быть использованы как во благо, так и во вред, либо по незнанию и неумению, либо по злонаравии их владельца. Поэтому огромная ответственность лежит на научных работниках, на разработчиках АС ОрВД, а также их учителях и наставниках, внедряющих эти технологии в нашу жизнь.

### **1. Машинное обучение**

Термин искусственный интеллект (ИИ) описывает способность машины выполнять операции, которые обычно требуют человеческого интеллекта, такие как распознавание речи, понимание естественного языка и принятие решений. Компьютер может взаимодействовать с окружающей средой, выносить суждения и выполнять сложные задачи с помощью искусственного интеллекта. Ветвь искусственного интеллекта, известная как «машинное обучение», использует алгоритмы, которые дают компьютеру возможность учиться на данных и со временем совершенствоваться. Его можно запрограммировать для выполнения определенных задач, таких как захват, идентификация объектов, планирование пути и т.д.

Машинное обучение обладает обширным перечнем методов, позволяющим решать многие слабо-формализованные задачи в системах поддержки принятия решения [1]. Основные методы машинного обучения представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Методы машинного обучения**

Виды	Задачи	Методы и алгоритмы
С учителем	Классификация	искусственных нейронных сетей - с применением главных компонент - опорных векторов - деревья решений - случайный лес - логистическая регрессия - линейная регрессия - ближайших соседей - кросс-валидация - ансамбли алгоритмов
	Регрессия	
Без учителя	Кластеризация	
	Ассоциация	
	Обобщение (уменьшение размерности)	
	Анализ отклонений	
	Последовательные шаблоны	
Обучение с подкреплением		
Глубокое обучение		Свёрточные нейронные сети

Применение методов автоматизации машинного обучения [2] позволяет оптимизировать подбор моделей обучения и оценить результаты обучения.

## 2. Методы машинного обучения в АС ОрВД.

АС ОрВД являются сложными информационно-управляющими системами сетевого типа, которые строятся по принципам открытых систем. Информационное обеспечение этих систем представлено огромным количеством разнородных потоков данных, от различных по своей природе источников. АС ОрВД состоят из функционально-специализированных подсистем (таблица 2), каждая из которых вносит свой вклад в общее дело автоматизации процессов ОрВД и повышения безопасности, эффективности и экономичности полетов [3]. Более широкое применение методов машинного обучения в АС ОрВД может поспособствовать улучшению качества выполнения возложенных на данные системы функций.

**Таблица 2. Применение методов машинного обучения в подсистемах АС ОрВД**

№	Название подсистемы АС ОрВД	Название комплекса	Задачи для методов машинного обучения
	Обработки и отображения информации	КСА УВД	- траекторная обработка - краткосрочное прогнозирование - формирование сообщений CPDLC, OLDI

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимизация структуры ВП</li> <li>- динамическая секторизация</li> <li>- функции поддержки принятия решения</li> <li>- AMAN/DMAN</li> <li>- MTCD</li> <li>- оптимизация маршрутов полетов</li> <li>- оптимизация курса полета на основе обработки информации от бортовых датчиков, погоды, инф. о других ВС, инф. о пассажирах</li> <li>- самоадаптирующийся человеко-машинный интерфейс</li> <li>- автоматическое управление БВС</li> </ul>
	Обработки плановой и аэронавигационной информации	КСА ПВВП	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стратегическое, предтактическое и тактическое планирование</li> <li>- прогнозирование траектории с учетом личности пилота</li> <li>- поиск и исправление ошибок в телеграммах</li> </ul>
	Документирования РЛ, речевой и видео информации	КДВИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- распознавание голоса для составления текстовых отчетов</li> <li>- интеллектуальная система управления записью на накопители информации (для продления срока службы SSD)</li> </ul>
	Коммутации речевой связи	СКРС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль соблюдения правил фразеологии и технологии УВД</li> <li>- распознавание голоса</li> </ul>
	Обеспечения метеорологической информацией		<ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозирование аэронавигационной метео-среды</li> </ul>
	Связи и передачи данных	КСПИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- верификация получаемой от удаленных источников информации</li> </ul>
	Отображения справочной и вспомогательной информацией	КОСИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- интеллектуальный поиск информации в БД</li> <li>- построение виртуальной модели систем ВС на основе информации от датчиков на борту ВС</li> </ul>
	Диагностики, технического	СТКУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозирование наиболее вероятного места отказа</li> </ul>

	контроля и управления		
	Защиты информации	СЗИ	- детектор атак (распознавание аномалий) - предиктивный мониторинг - защита от подмены значений цифровых данных и команд
	Обучения и тренировки	КДТ	- распознавание речи - модуль «электронный пилот» - система оценивания обучающихся - система формирования упражнений
	Видеонаблюдения	КСА УВН	- распознавание образов - технологии дополненной реальности при отображении - прогноз аварийных ситуаций на аэродроме

### 1. Подсистема обработки и отображения информации

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Обработка данных, полученных от различных датчиков и систем, АС ОрВД.

- Идентификация и классификация ВС.

- Анализ данных и прогнозирование параметров для обеспечения безопасности и эффективности воздушного движения.

- Визуализация воздушного пространства и отображение информации о воздушном движении в реальном времени.

Применение машинного обучения в траекторной обработке [4] позволяет повысить точность определения координат ВС за счет улучшенного обнаружения в РЛС [5], фильтрации треков и краткосрочного прогнозирования [6], распознавания ложных меток и валидации сообщений АЗН–В и МПСН [7], а также использования интеллектуальных средств оценки качества траекторной обработки в РЛС [8].

### 2. Подсистема обработки плановой и аэронавигационной информации

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Обработка и анализ планов полета, предоставленных операторами ВС.

- Расчет оптимальных маршрутов на основе планов полета и текущих условий воздушного пространства.

- Взаимодействие с другими системами управления воздушным движением.

- Обработка данных о планах полета и текущем состоянии воздушного движения для расчета точного времени прибытия и вылета ВС.

- Отслеживание полетных данных ВС в реальном времени.



Применение машинного обучения в долгосрочном планировании позволяет более точно предсказывать траектории движения ВС, на основе обработки больших объемов слабо формализованных данных. Так, например, изучение особенностей пилотирования ВС конкретным пилотом позволяет более точно предсказать траекторию полета самолета и спрогнозировать время выполнения им различных этапов полета [9].

### **3. Подсистема видеонаблюдения**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Обнаружение и отслеживание объектов в воздушном пространстве.
- Мониторинг воздушного пространства.
- Контроль за движением ВС по площади маневрирования аэродрома и предотвращение инцидентов и аварий.
- Контроль за соблюдением правил и норм воздушного движения.

Применение методов машинного обучения для распознавания образов позволит реализовать функции предупреждения о столкновении ВС с объектами на площади маневрирования аэродрома в КСА УВН и КСА УНД, а также реализовать некоторые функции дополненной реальности в системе [10].

### **4. Подсистема коммутации речевой связи**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Установление и поддержание связи между участниками воздушного движения.
- Маршрутизация и коммутация вызовов.
- Управление многоканальной связью.
- Кодирование и декодирование речи для передачи голосовой информации по сети.
- Обработка сигналов и устранение помех и шумов.

Применение методов машинного обучения для распознавания голоса позволят контролировать качество фразеологии у диспетчера как при занятиях на тренажере, так и в время непосредственного УВД в СКРС.

### **5. Подсистема обеспечения метеорологической информацией**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Сбор и анализ метеоданных из различных источников.
- Обработка метеоданных и дальнейшее прогнозирование погоды.
- Визуализация и отображение метеоинформации.
- Расчет и предоставление метеорологических условий на маршруте полета.

Хотя большинство АС ОрВД и получает метеоинформацию в готовом виде от метеослужб, предсказание метеообстановки, с использованием методов искусственного интеллекта внутри системы, могло бы повысить качество аэронавигационного обеспечения.

### **6. Подсистема документирования РЛ, речевой и видео информации**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Запись радиолокационной информации, полученной от радаров или других систем.

- Запись речевой информации, передаваемой через средства связи АСОрВД.

- Запись видеоинформации с видеокамер или других источников наблюдения АСОрВД.

- Архивирование и сохранение записанной информации в доступной форме.

Управление записью на накопители с применением методов машинного обучения, при документировании информации в КДВИ, позволит продлить срок службы накопителей и более эффективно использовать память устройства [11]. Кроме того, сохраненные в подсистеме документирования разнородные данные – это кладезь для исследования и выявления закономерностей, с целью прогнозирования и планирования воздушного движения. В виду своей разнородности и больших объемов, обработка этих данных находится в компетенции интеллектуальных методов обработки BigData.

### **7. Подсистема диагностики, технического контроля и управления**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Мониторинг состояния и работоспособности оборудования и компонентов АСОрВД.

- Сбор, анализ и обработка информации об ошибках.

- Планирование операций и ресурсов в АСОрВД и отчетность.

В управлении любой системой, в том числе и технической, огромную роль играет возможность спрогнозировать, предсказать её поведение на как можно более длительный срок. Предикция, на основе диагностических данных [12], в отношении отказов элементов системы позволит более качественно осуществлять техническое обслуживание АСОрВД, сэкономит ресурсы и повысит безопасность функционирования системы ОрВД в целом.

### **8. Подсистема обучения и тренировки**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Обучение персонала правилам и процедурам УВД, использованию системы и обработке информации.

- Практические тренировки и симуляции ситуаций.

- Оценка компетентности персонала и сертификация.

- Обновление материалов и учебных программ.

В данной подсистеме, элементы искусственного интеллекта и методы машинного обучения могли бы, отчасти заменить рутину Пилота-оператора, а также более качественно формировать упражнения под конкретного обучаемого диспетчера.

### **9. Подсистема отображения справочной и вспомогательной информацией**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Обеспечивает доступ к справочным материалам

- Предупреждает об опасностях и выводит сообщения о неблагоприятных ситуациях.

- Визуализация данных, полученных от подсистем и датчиков.

- Предоставление карт для навигации и маршрутизации.

В данной подсистеме, элементы искусственного интеллекта могли бы, наподобие поисковых сервисов современных поисковиков (Yandex, Google и т.д.) формировать подсказки, а также, в совокупности с распознанными голосовыми командами диспетчера и складывающейся воздушной обстановкой предугадывать запросы диспетчера к системе.

#### **10. Подсистема защиты информации**

Основными задачами этой подсистемы являются:

- Аутентификация пользователей и оборудования.

- Шифрование данных.

- Управление доступом для пользователей.

- Непрерывный мониторинг и анализ системы для предотвращения инцидентов.

- Архивация и восстановление данных.

В настоящее время, АСОрВД, все больше связывается с внешним миром общедоступными каналами связи, что открывает окно возможностей для злоумышленников разных мастей. Установка межсетевых экранов, антивирусного программного обеспечения и современных систем аутентификации сужает это окно до минимума. Тем не менее, в вопросах безопасности и защиты информации в АСОрВД, есть куда совершенствоваться. Методы машинного обучения применимы в идентификации атак, распознавании аномалий, предиктивном мониторинге [13].

*Заключение.* Применение искусственного интеллекта, машинного обучения и глубокого обучения в АСОрВД может изменить эту область, позволяя системам УВД стать более интеллектуальными, автономными и эффективными.

AI, ML и DL можно использовать для повышения точности систем АСОрВД, обеспечивая большую безопасность и эффективность.

В передовых роботизированных системах искусственный интеллект используется для создания роботов, которые могут воспринимать, рассуждать и действовать автономно в сложных средах. Машинное обучение используется для того, чтобы они могли учиться на своем опыте и со временем улучшать свою производительность. Глубокое обучение используется для решения конкретных задач, которые трудно решить с помощью традиционных методов машинного обучения, такие как распознавание изображений и речи. Объединив эти технологии, можно создать передовые робототехнические системы для выполнения сложных задач в автоматизированных системах организации воздушного движения.

Е.В. Пешко, М.А.Кондрякова

## ӘУЕ ҚОЗҒАЛЫСЫН ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

*Аңдатпа.* Мақалада келтірілген зерттеудің мақсаты-әуе қозғалысының қауіпсіздігін, тиімділігі мен тиімділігін арттыруға қабілетті Машиналық оқыту әдістері мен алгоритмдерін анықтау.

Мақалада әуе қозғалысын ұйымдастырудың автоматтандырылған жүйелерінде әзірленетін және қолданылатын машиналық оқытудың заманауи технологиялары туралы ақпараттық және ғылыми-техникалық материалдарға шолу нәтижелері қамтылған.

*Түйін сөздер:* машиналық оқыту, нейрондық желілер, ӘҚАЖ, кластерлеу, жасанды интеллект.

E.V. Peshko, M.A. Kondryakova

## APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN AUTOMATED AIR TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEMS

*Abstract.* The purpose of the research presented in the article is to identify machine learning methods and algorithms that can improve the safety, efficiency and economy of air traffic.

The article contains the results of a review of information and scientific and technical materials on modern machine learning technologies developed and used in automated air traffic management systems.

*Key words:* machine learning, neural networks, ATM systems, clustering, artificial intelligence.

### Список использованных источников.

1. Савенков П.А. Использование методов и алгоритмов машинного обучения в системах поддержки принятия управленческих решений // Вестник науки и образования. 2019. №1-2 (55) С. 213-217.
2. Баймуратов И.Р. Методы автоматизации машинного обучения // Учебное пособие / Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2020. — 40 с.
3. Ахмедов Р. М. и др. Автоматизированные системы управления воздушным движением: АС УВД: новые информационные технологии в авиации: //Учеб. пособие /под ред. С. Г. Пятко, А. И. Красова. - СПб.: Политехника, 2004. – 445 с.
4. Земсков Ю. В., Кости Г. А., Пешко Е. В. Универсальный алгоритм прогнозирования в задаче сопровождения маневрирующего беспилотного

воздушного судна // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2023г. - № 2 (39). С 112-120.

5. Журавлёв А. В. Возможность применения искусственного интеллекта при ведении радиолокационной разведки. // Военная мысль. 2021. №5. С.82-87.

6. Гуторов А. С., Кукин А. Е. Алгоритм оценки данных траектории цели с применением сглаживающего сплайна // Вестник науки и образования. 2018. №7 (43). С. 11-14.

7. Машошин А. О. Определение истинности сообщений системы автоматического зависимого наблюдения в условиях несанкционированного вмешательства на управление воздушным движением за счет метода монолатерации // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2021. Т. 37. С. 136—145.

8. Киселев В.Ю. Оценка качества траекторной обработки в радиолокационных системах управления воздушным движением. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-kachestva-traektornoi-obrabotki-v-radiolokatsionnykh-sistemakh-upravleniya-vozdushny>, свободный.

9. Рыжкин, Н. И. Реализация концепции объекта полета с использованием методов машинного обучения / Н. И. Рыжкин // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Казань, 07–08 ноября 2019 года. Том IV. – Казань: ИП Сагиева А.Р., 2019. – С. 129-131.

10. Ломакин А.Ю Перспективы применения технологий дополненной реальности при обслуживании воздушного движения. //Сборник: XXIV Туполевские чтения. Материалы Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах. 2019. С. 344-347.

11. Технология RAIDIX QoSmic. Машинное обучение для балансировки производительности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.raidix.ru/blog/tekhnologiya-raidix-qosmic-mashinnoe-obuchenie>, свободный.

12. Шубинский И.Б., Замышляев А.М., Проневич О.Б., Игнатов А.Н., Платонов Е.Н. Применение методов машинного обучения для прогнозирования опасных отказов объектов железнодорожного пути. // Надежность, том 20, №2, 2020 С. 43-53.

13. Как машинное обучение помогает защитить АСУ ТП. Андрей Лаврентьев. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.itsec.ru/articles/kak-mashinnoye-obucheniye-pomogayet-zashchitit-asu-tp>, свободный.

### References

1. Savenkov P.A. Ispolzovanie metodov i algoritmov mashinnogo obúcheniia v sistemah podderjki primatiia úpravlencheskih reshenii // Vestnik naýki i obrazovaniia. 2019. №1-2 (55) S. 213-217.

2. Baimýratov I.R. Metody avtomatizatsii mashinnogo obýcheniia // Ýchebnoe posobie / Sankt-Peterbýrg: NIÝ ITMO, 2020. — 40 s.

3. Ahmedov R. M. 1 dr. Avtomatizirovannye sistemy úpravleniia vozdušnym dvizheniem: AS ÝVD: novye informatsionnye tehnologii v aviatsii: //Ýcheb. posobie /pod red. S. G. Piatko, A. I. Krasova. - SPb.: Politehnika, 2004. – 445 s.

4. Zemskov Iý. V., Kostí G. A., Peshko E. V. Ýniversalnyí algoritm prognozirovaniia v zadache soprovojdenniia manevrirýyego bespilotnogo vozdušnogo sídna // Vestnik Sankt-Peterbýrgskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta grajdanskoí aviatsii. 2023g. - № 2 (39). S 112-120.

5. Jýravlëv A. V. Vozmojnost primeneniia iskýsstvennogo intellekta pri vedenii radiolokatsionnoí razvedki. // Voennaia mysl. 2021. №5. S.82-87.

6. Gýtorov A. S., Kýkin A. E. Algoritm otsenki dannyh traektorii tseli s primeneniem sglajivaiýego splaina // Vestnik naýki i obrazovaniia. 2018. №7 (43). S. 11-14.

7. Mashoshin A. O. Opredelenie istinnosti soobeniia sistemy avtomaticheskogo zavisimogo nabliýdeniia v ýsloviiah nesanktsionirovannogo vmeshatelstva na úpravlenie vozdušnym dvizheniem za schet metoda monolate-ratsii // Naýchnyí vestnik GosNII GA. 2021. T. 37. S. 136—145.

8. Kiselev V.Iý. Otsenka kachestva traektornoi obrabotki v radiolokatsionnyh sistemah úpravleniia vozdušnym dvizheniem. [Elektronnyí resýrs] – Rejim dostýpa: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-kachestva-traektornoi-obrabotki-v-radiolokatsionnykh-sistemakh-upravleniya-vozdushny,svobodny>.

9. Ryjkin, N. I. Realizatsiia kontseptsii obekta poleta s ispolzovaniem metodov mashinnogo obýcheniia / N. I. Ryjkin // XXIV Týpolevskie chteniia (shkola molodyh ýchenyh): Materialy Mejdýnarodnoí molodëjnoí naýchnoi konferentsii. V 6-ti tomah, Kazan, 07–08 noiabria 2019 goda. Tom IV. – Kazan: IP Sagieva A.R., 2019. – S. 129-131.

10. Lomakin A. Iý Perspektivy primeneniia tehnologii dopolnennoi realnosti pri obslýjivanií vozdušnogo dvizheniia. //Sbornik: XXIV Týpolevskie chteniia. Materialy Mejdýnarodnoí molodëjnoí naýchnoi konferentsii. V 6-ti tomah. 2019. S. 344-347.

11. Tehnologii RAIDIX QoSmic. Mashinnoe obýchenie dlia balansirovki proizvoditelnosti. [Elektronnyí resýrs] – Rejim dostýpa: <https://www.raidix.ru/blog/tehnologiya-raidix-qosmic-mashinnoe-obuchenie,svobodny>.

12. Shýbinskii I.B., Zamyshliaev A.M., Pronevich O.B., Ignatov A.N., Platonov E.N. Primenenie metodov mashinnogo obýcheniia dlia prognozirovaniia opasnyh otkazov obektov jeleznodorojnogo pýti. // Nadejnost, tom 20, №2, 2020 C. 43-53.

13. Kak mashinnoe obýchenie pomogaet zaitit ASÝ TP. Andrei Lavrentev. [Elektronnyí resýrs] – Rejim dostýpa: <https://www.itsec.ru/articles/kak-mashinnoye-obuchenie-pomogayet-zashchitit-asu-tp,svobodny>.

<b>Пешко Евгений Викторович</b>	старший преподаватель, «Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А.Новикова, г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: zstels@rambler.r
<b>Пешко Евгений Викторович</b>	"Авиацияның бас маршалы А. А. Новиков атындағы Санкт-Петербург мемлекеттік азаматтық авиация университетінің аға оқытушысы, Санкт-Петербург қ., Ресей, E-mail: zstels@rambler.ru
<b>Peshko Evgeny Viktorovich</b>	Senior Lecturer, "St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A.Novikov, St. Petersburg, Russia, E-mail: zstels@rambler.ru

<b>Кондрякова Маргарита Алексеевна</b>	старший преподаватель, «Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А.Новикова, г. Санкт-Петербург, Россия, E-mail: ritakondr1@gmail.com.
<b>Кондрякова Маргарита Алексеевна</b>	Авиацияның бас маршалы А. А. Новиков атындағы Санкт-Петербург мемлекеттік азаматтық авиация университетінің аға оқытушысы, Санкт-Петербург қ., Ресей, E-mail: ritakondr1@gmail.com.
<b>Kondryakova Margarita Alekseevna</b>	Senior Lecturer, "St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov, St. Petersburg, Russia, E-mail: ritakondr1@gmail.com.

**МРНТИ 44.29.01****[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_40](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_40)****<sup>1</sup>Р.И. Жарков \*, <sup>1</sup>Д.С. Ергалиев, <sup>2</sup>М.М. Ермекбаев****<sup>1</sup>АО «Академия гражданской авиации»****<sup>2</sup>Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева  
г. Алматы, Казахстан****\*E-mail: roman.zharkov@agakaz.kz****ТРЕНАЖЕРНАЯ ПОДГОТОВКА КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ  
ОБУЧЕНИЯ ЛЕТНОГО СОСТАВА К ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЛЕТОВ НА  
СОВРЕМЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ**

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются ключевые аспекты использования тренажеров в подготовке пилотов в контексте Республики Казахстан. В статье проводится анализ требований к тренажерной подготовке, установленных законодательством Республики Казахстан, с акцентом на стандарты, обязательные этапы тренажерных занятий. Изучены преимущества этого метода обучения, такие как снижение затрат, максимальная реалистичность сценариев полета и развитие командной работы, а также недостатки, включая ограничения в эмоциональной нагрузке и ограниченные возможности для коллективной тренировки, подробно рассматриваются. В статье предложены конкретные меры по улучшению тренажерной подготовки, включая внедрение передовых технологий в виртуальной реальности и разработку более реалистичных программ обучения. В заключении, подчеркивается значение постоянного совершенствования методов обучения для соответствия современным вызовам и стандартам авиационной безопасности.

**Ключевые слова:** авиация, пилоты, летный состав, профессиональная подготовка, симуляторы, тренажеры, виртуальная реальность.

*Введение.* В современных условиях важнейшую роль играет экономическое развитие страны, на которое оказывают существенное воздействие различные отрасли промышленности. Одной из таких отраслей является авиация, которая вносит существенный вклад не только в экономический рост, но и профессионализм летного состава, который достигается путем качественного обучения посредством использования различных методов. Среди таких методов целесообразно отметить тренажерную подготовку летного состава к выполнению полетов на современных воздушных судах. Эффективность данного метода состоит в том, что в процессе тренажерной подготовки летного состава используются новейшие технологии, позволяющие не только освоить



техническое мастерство, но и улучшить понимание современных моделей самолетов.

Тренажерная подготовка летного состава в Республике Казахстан (далее – РК) имеет большое значение, так как посредством данного обучения формируется будущая команда высококвалифицированных пилотов.

Главным преимуществом тренажерной подготовки является то, что применяемые устройства позволяют начинающим специалистам освоить приемы управления самолетом в виртуальных условиях, которые идентичны реальности. В целом, роль тренажерной подготовки летного состава достаточно велика, так как посредством этого метода обучения, возможно, научиться управлять воздушным судном, а также повысить свой профессионализм и квалификацию.

**Основная часть. Особенности тренажерной подготовки летного состава в РК.** Тренажерная подготовка летного состава представляет собой программу обучения, в которую включен комплекс практических тренировок на симуляторах, направленных на обучение и повышение навыков управления современным воздушным судном [1].

В настоящее время тренажерная подготовка пилотов занимает центральное место в авиационном секторе ведущих государств, одним из которых является Республика Казахстан, где установлены законодательные акты и требования административных органов (Комитета Гражданской Авиации, Авиационной Администрации Казахстана), регулирующие следующие моменты:

- условия проведения тренажерной подготовки;
- требования к программному обеспечению и устройствам;
- обеспечение безопасности пилотов.

Главным регулятором процесса обучения пилотов, в частности, тренажерной подготовки, в РК является законодательство, которое устанавливает нормативные правовые акты и стандарты для всех тренировочных программ. Так, авиационную деятельность РК регулируют следующие законы: «Об утверждении Правил по организации летной работы в гражданской авиации Республики Казахстан» [2]; «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации» [3]; «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам использования воздушного пространства и деятельности авиации» [4].

Законодательство РК играет важную роль в профессиональной подготовке летного состава, так как обеспечивает эффективное обучение посредством прохождения обязательных этапов, на одном из которых пилоты занимаются на специальных тренажерах (симуляторах). Так, в практической подготовке авиационного персонала чаще всего используются следующие виды симуляторов: Procedures Trainer, Full Flight Simulator и Flight Training Device.

Procedures Trainer – это тренажер, предназначенный для обучения пилотов, управлению воздушным судном. Например, осуществлять взлет или посадку в

нормальных и нестандартных условиях. В рамках обучения, на этом тренажере пилоты также могут научиться работать с системой навигации, которая обеспечивает управление полетом на протяжении всего маршрута.

Full Flight Simulator – это симулятор полета, который является самым современным и прогрессивным техническим устройством, применяемым инструкторами на тренажерных занятиях. Данный вид симулятора достаточно реалистичен, так как имеет большую движущуюся кабину, оборудованную аналогичными системами и приборами, которые являются неотъемлемой частью современного воздушного судна.

Flight Training Device – тренажер, предназначенный для профессиональной подготовки летного состава. В отличие от Full Flight Simulator, симулятор является менее реалистичным, так как кабина имеет ограниченность в движении, и отсутствуют некоторые из обязательных приборов. Этот вид симулятора в основном используется в обучении пилотов, при первоначальной подготовке к полету.

Перечисленные виды тренажеров имеют важнейшее значение в обучении летного состава, потому что они направлены не только на получение профессиональных умений и навыков, но и готовят специалистов управлять воздушным судном в непредвиденных ситуациях (плохих погодных условиях, авариях и др.).

В РК обучение летного состава посредством тренажеров (симуляторов) является достаточно эффективным, так как данный процесс находится под контролем Комитета Гражданской Авиации и Авиационной Администрации Казахстана. Данные органы управления занимаются постоянным развитием и улучшением тренажерной подготовки специалистов, которое осуществляется с учетом применения отечественного и зарубежного опыта [1]. Однако, несмотря на активное участие государственных органов в профессиональном развитии авиационного персонала, тренажерная подготовка, как и другие методы обучения, имеет определенные достоинства и недостатки.

#### **Достоинства и недостатки тренажерной подготовки летного состава**

Тренажерная подготовка авиационного персонала является важным методом обучения, который обладает рядом следующих достоинств: [5]

1. Пилоты получают возможность реализовать различные сценарии во время полета – от изменения погодных условий, до совершения посадки на взлетную полосу в связи с аварийной ситуацией. В реальных условиях обучаться этому крайне дорого, поэтому тренажерная подготовка на симуляторах выступает в качестве эффективной альтернативы, позволяющей пилотам потренироваться в различных обстоятельствах.

2. Метод обучения отличается экономичностью, которая связана с минимизацией затрат на профессиональную подготовку пилотов. Так, тренировки на симуляторах позволяют специалистам осваивать новые умения и навыки без использования современных воздушных судов, что, соответственно,

исключает расходы на топливо и техническое обслуживание транспортного средства.

3. Специалисты авиации имеют возможность применить полученные теоретические знания на практике, не отрываясь от обучающего процесса, что положительным образом влияет на закрепление и усвоение полученного материала [6].

4. Тренажерная подготовка улучшает командную работу экипажа. Пилоты учатся взаимодействовать, принимать совместные решения и эффективно общаться, что является ключевым аспектом в обеспечении безопасности и успеха воздушных операций [7].

5. Обучение оказывает систематическое тренировочное воздействие на стрессовые ситуации, с которыми может столкнуться авиационный персонал. Пилоты могут тренироваться на решение проблем и принятие взвешенных решений в условиях, максимально приближенных к реальным событиям, что повышает их реакцию и способность эффективно управлять в экстренных ситуациях.

В целом, достоинства тренажерной подготовки охватывают разнообразные аспекты, от экономии затрат до повышения профессионализма и безопасности. Использование современных тренажеров эффективно сочетает теоретическое обучение с практическим опытом, обеспечивая пилотам комплексную и качественную подготовку к выполнению полетов на современных воздушных судах.

Однако, помимо достоинств, тренажерной подготовки летного состава, также существуют следующие недостатки:

1. Ограничение в эмоциональной нагрузке, с которой пилоты сталкиваются в реальных полетных сценариях. Отсутствие физических ощущений и атмосферы реального полета может снизить степень эмоциональной напряженности, что важно для формирования навыков управления стрессом и принятия решений в критических ситуациях.

2. Тренажеры, несмотря на их высокий уровень технологичности, не всегда способны достоверно имитировать физиологические аспекты реального полета. Отсутствие реальной погоды, разговоров с диспетчерами, взаимодействия с другими бортами, а также отсутствие бортпроводников создают некоторый разрыв между тренировочной сессией и реальными условиями полета [8].

3. В основном тренировочные сессии на симуляторах проводятся в изолированных условиях, что может создать разрыв между ними и реальными полетами. Отсутствие системы, позволяющей нацелено внедрять элементы тренировок в полеты, может привести к такой проблеме, как несоответствие приобретенного опыта требованиям реальности.

4. Занятия на симуляторах зачастую осуществляется индивидуально, что ограничивает возможность пилотов тренироваться в команде. Данный недостаток может негативным образом отразиться на профессиональной

подготовке специалистов, так как в реальности экипаж во время полета тесно взаимодействует друг с другом. Поэтому, проведение индивидуальных занятий на тренажерах значительно снижает эффективность общения в команде летного состава [9].

Недостатки использования тренажеров в обучении летного состава не оказывают серьезное отрицательное воздействие на профессиональную подготовку специалистов авиации, так как данный метод является неотъемлемым элементом комплексного подхода к обучению пилотов [10]. Однако, обозначенные недостатки тренажерной подготовки летного состава, обуславливают необходимость разработки рекомендаций по улучшению процесса обучения на симуляторах.

### **Меры по улучшению тренажерной подготовки летного состава**

Для устранения недостатков и усовершенствования тренажерной подготовки летного состава, предлагаются следующие меры:

1. Внедрение в процесс обучения новых VR-технологий, позволяющих улучшить сенсорное и визуальное восприятие обучающихся специалистов. При помощи данных технологий, пилоты могут получить реальные ощущения полета. Кроме того, виртуальная реальность (далее – VR) способствует: [11].

– развитию навыков управления стрессом пилотов в критических ситуациях;

– оптимизации координации движений;

– улучшению практических навыков в управлении летательным аппаратом.

2. Проводить коллективные тренажерные занятия, в которых будут участвовать все специалисты экипажа. Для реализации данного мероприятия необходимо использовать симуляторы, которые одновременно могут быть использованы несколькими пользователями. Коллективные тренажерные занятия позволят летному составу взаимодействовать между собой, что позволит сформировать эффективную рабочую команду.

3. Разрабатывать новые тренировочные программы, в которые должны быть включены данные о последних технологических изменениях, современных моделях воздушных судов и стандартах безопасности. Все это позволит разработать более реалистичные сценарии и лучше подготовить пилотов к дальнейшей профессиональной деятельности.

4. Для достижения максимальной реалистичности и эффективности тренажерной подготовки рекомендуется активно усиливать взаимодействие специалистов с реальными условиями полета. Это включает в себя симуляцию диспетчерских разговоров, взаимодействие с другими воздушными судами и создание динамичных сценариев, основанных на реальных полетах. Интеграция таких элементов обеспечит пилотам более полноценную и адаптивную подготовку к реальным ситуациям.

Реализация предложенных мероприятий позволит сделать тренажерную подготовку летного состава более эффективной и адаптированной к

современным требованиям авиационной индустрии. Важнейшим моментом является то, что тренажерную подготовку необходимо осуществлять комплексно, учитывая все мероприятия, так как это не только улучшит процесс обучения, но и повысит уровень профессионализма летного состава.

*Заключение.* Подводя итоги по проведенному исследованию можно сформулировать следующие выводы:

1. Теоретический анализ научных источников показал, что тренажерная подготовка летного состава определяется, как программа обучения, в которую включен комплекс практических тренировок на симуляторах, направленных на обучение и повышение навыков управления современным воздушным судном. В результате исследования установлено, что тренажерная подготовка, как один из методов обучения летного состава в РК, регулируется законодательными актами и требованиями Комитета Гражданской Авиации и Авиационной Администрации Казахстана. Выявлено, что в практической подготовке авиационного персонала основными тренажерами являются Procedures Trainer, Full Flight Simulator и Flight Training Device. Исследование показало, что симуляторы являются мощными современными технологиями, которые предоставляют возможность пройти качественное и эффективное обучение.

2. На основании анализа информации по тренажерной подготовке летного состава были выявлены достоинства и недостатки данного метода обучения. Как выяснялось, к основным достоинствам тренажерной подготовки относятся: возможность реализации разных вариантов событий во время полета; снижение расходов на обучение; возможность применять полученные теоретические знания на практике; улучшение командной работы; совершенствование реакций пилотов на стрессовые ситуации. Среди недостатков были обозначены: отсутствие физических ощущений и атмосферы реального полета; неспособность тренажеров имитировать физиологические аспекты реального полета; отсутствие слаженной системы, позволяющей нацелено внедрять элементы тренировок в полеты; преобладание индивидуального метода обучения пилотов.

3. В результате проведения исследования были предложены следующие меры по улучшению тренажерной подготовки летного состава: внедрить в процесс обучения VR-технологий; проводить коллективные тренажерные занятия; разрабатывать новые тренировочные программы; активно усиливать взаимодействие специалистов с реальными условиями полета. Предложенные мероприятия сделают тренажерную подготовку летного состава более эффективной, что положительно скажется на профессионализме пилотов и авиационной индустрии в целом.

Р.И. Жарков, Д.С. Ергалиев, М.М. Ермекбаев

## ТРЕНАЖЕРЛІК ДАЙЫНДЫҚ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ӘУЕ КЕМЕЛЕРІНДЕ ҰШУДЫ ОРЫНДАУҒА ҰШУ ҚҰРАМЫН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНІҢ БІРІ РЕТІНДЕ

*Аңдатпа.* Бұл мақала Қазақстан Республикасының контекстінде ұшқыштарды даярлауда тренажерлерді пайдаланудың негізгі аспектілерін қарастырады. Мақалада стандарттарға, міндетті кезеңдерге және тренажер сабақтарының түрлеріне баса назар аудара отырып, Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген тренажер даярлығына қойылатын талаптарға талдау жүргізіледі. Шығындарды азайту, ұшу сценарийлерінің максималды шынайылығы және командалық жұмысты дамыту сияқты оқыту әдісінің артықшылықтары, сондай-ақ эмоционалды жүктеме шектеулері мен ұжымдық жаттығулардың шектеулі мүмкіндіктері сияқты кемшіліктер егжей-тегжейлі қарастырылады. Мақала сонымен қатар виртуалды шындыққа озық технологияларды енгізуді және шынайы оқу бағдарламаларын әзірлеуді қоса алғанда, тренажерлық дайындықты жақсарту бойынша нақты шараларды ұсынады. Қорытындымен аяқтай отырып, мақала авиациялық қауіпсіздіктің заманауи сын-қатерлері мен стандарттарына сәйкес келу үшін оқыту әдістерін үнемі жетілдірудің маңыздылығын атап көрсетеді.

*Түйін сөздер:* авиация, ұшқыштар, ұшу құрамы, кәсіби дайындық, симуляторлар, тренажерлер, виртуалды шындық.

R.I. Zharkov, M.M. Yermekbaev, D.S. Yergaliyev

## SIMULATOR TRAINING AS ONE OF THE METHODS OF TRAINING FLIGHT PERSONNEL TO PERFORM FLIGHTS ON MODERN AIRCRAFT

*Abstract.* This article examines the key aspects of the use of simulators in pilot training in the context of the Republic of Kazakhstan. The article analyzes the requirements for simulator training established by the legislation of the Republic of Kazakhstan, with an emphasis on standards, mandatory stages and types of training sessions. The advantages of this training method, such as cost reduction, maximum realism of flight scenarios and the development of teamwork, as well as disadvantages, including limitations in emotional stress and limited opportunities for collective training, are discussed in detail. The article also suggests specific measures to improve simulator training, including the introduction of advanced technologies in virtual reality and the development of more realistic training programs. Concluding with the conclusion, the article emphasizes the importance of continuous improvement of training methods to meet modern challenges and aviation safety standards.

*Keywords:* aviation, pilots, flight personnel, professional training, simulators, simulators, virtual reality.

### Список литературы

1. Гусев, А. А. Программно-аппаратный тренажер воздушного судна в составе комплексной обучающей системы / А. А. Гусев, Г. Ю. Зуев, М. А. Королькова и др. // Проблемы летной эксплуатации и безопасность полетов. – 2019. – № 13. – С. 86-97.
2. Закон Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 307 «Об утверждении Правил по организации летной работы в гражданской авиации Республики Казахстан». URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010809> (дата обращения: 26.11.2023).
3. Закон Республики Казахстан от 15 июля 2010 года № 339-IV «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации» (с изм. и доп. по состоянию на 28.10.2023 г.). URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30789893](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30789893) (дата обращения: 26.11.2023).
4. Закон Республики Казахстан от 10 мая 2017 года № 64-VI «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам использования воздушного пространства и деятельности авиации». URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1700000064> (дата обращения: 26.11.2023).
5. Смит, Дж. (2018). "Достижения в технологии моделирования полета". Авиация сегодня, 25 (2), 45-60.
6. Браун, М. А. (2020). "Влияние обучения на тренажерах на эффективность работы пилотов: всесторонний обзор". Журнал авиационного образования и исследований, 35 (3), 112-128.
7. Ассоциация авиационного обучения. (2019). "Лучшие практики подготовки пилотов: всеобъемлющее руководство". Публикации АТА.
8. Международная организация гражданской авиации (ИКАО). (2017). "Руководство по обучению предотвращению опрокидывания самолета и восстановлению после него". Публикации ИКАО.
9. Федеральное управление гражданской авиации (FAA). (2021). "Квалификационные стандарты тренажеров для имитации полета". Справочники и инструкции FAA.
10. Агентство авиационной безопасности Европейского союза (EASA). (2019). "Правила подготовки пилотов и лицензирования". Публикации EASA.
11. Виртуальная реальность в авиации: применение, тенденции и перспективы на будущее. (2022). Под редакцией А. Родригеса и С. С. Спрингера.

### References

1. Gýsev, A. A. Programmno-apparatny trenajer vozdušhnogo sýdna v sostave kompleksnoi obýchaiúei sistemy / A. A. Gýsev, G. Iý. Zýev, M. A. Korolkova i dr. // Problemy letnoi eksplýatatsii i bezopasnost poletov. – 2019. – № 13. – S. 86-97.

2. Закон Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 307 «Об утверждении Правил по организации летной работы в гражданской авиации Республики Казахстан». URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010809> (дата обращения: 26.11.2023).

3. Закон Республики Казахстан от 15 июля 2010 года № 339-IV «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации» (с изм. и доп. по состоянию на 28.10.2023 г.). URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30789893](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30789893) (дата обращения: 26.11.2023).

4. Закон Республики Казахстан от 10 мая 2017 года № 64-VI «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам использования воздушного пространства и деятельности авиации». URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1700000064> (дата обращения: 26.11.2023).

5. Smith, J. (2018). "Advancements in Flight Simulation Technology." Aviation Today, 25(2), 45-60.

6. Брайн, М. А. (2020). "Влияние обьчения на эффективность работы пилотов: всесторонний обзор". Журнал авиационного образования и исследования, 35 (3), 112-128.

7. Ассоциация авиационного обьчения. (2019). "Лучшие практики подготовки пилотов: всеобъемлющее руководство". Публикации АТА.

8. Международная организация гражданской авиации (ИКАО). (2017). "Руководство по обьчению предотвращения опрокидывания самолета и восстановления после него". Публикации ИКАО.

9. Федеральное управление гражданской авиации (FAA). (2021). "Квалификационные стандарты тренеров для имитации полета". Справочники и инструкции FAA.

10. Агентство авиационной безопасности Европейского союза (EASA). (2019). "Правила подготовки пилотов и лицензирования". Публикации EASA.

11. Виртуальная реальность в авиации: применение, тенденции и перспективы на будущее. (2022). Под редакцией А. Родригеса и С. С. Springera.

<b>Жарков Роман Игоревич</b>	магистрант кафедры «Летная эксплуатация» Академии гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан, E-mail: <a href="mailto:r.zharkov@mail.ru">r.zharkov@mail.ru</a> .
<b>Жарков Роман Игоревич</b>	Азаматтық Авиация Академиясының "Ұшуды Пайдалану" кафедрасының магистранты, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: <a href="mailto:r.zharkov@mail.ru">r.zharkov@mail.ru</a> .
<b>Zharkov Roman Igorevich</b>	master's student of «The Department of Flight Operation» of the Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan, E-mail: <a href="mailto:r.zharkov@mail.ru">r.zharkov@mail.ru</a> .

<b>Ермекбаев Муратбек Мадалиевич</b>	д.ф. (PhD), асс. профессор, доцент кафедры телекоммуникационной инженерии Алматинского университета энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, г. Алматы, Казахстан, E-mail: <a href="mailto:muratbek_72@mail.ru">muratbek_72@mail.ru</a> .
--	---



<b>Ермекбаев Муратбек Мадалиевич</b>	Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті телекоммуникация инженериясы» кафедрасының доценті, (PhD) ф.д, қауым.профессор, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: <a href="mailto:muratbek_72@mail.ru">muratbek_72@mail.ru</a> .
<b>Yermekbaev Muratbek Madalievich</b>	doctor of philosophy (PhD), associate professor, associate professor of the department of telecommunication engineering, Almaty University of Energy and Communications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, Kazakhstan, E-mail: <a href="mailto:muratbek_72@mail.ru">muratbek_72@mail.ru</a> .

<b>Ергалиев Дастан Сырымович</b>	Кандидат технических наук, профессор кафедры «Авиационная техника и технологии» Академии гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан, E-mail: <a href="mailto:des-67@yandex.kz">des-67@yandex.kz</a> .
<b>Ерғалиев Дастан Сырымұлы</b>	Техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы Азаматтық авиация академиясының «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының профессоры, Алматы қ., Қазақстан, тел. +77017495854, E-mail: <a href="mailto:des-67@yandex.kz">des-67@yandex.kz</a> .
<b>Yergaliyev Dastan Syrymovich</b>	Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department "Aviation Technology and Technology" of the Academy of Civil Aviation, Kazakhstan. tel. +77017495854, Almaty, Kazakhstan, E-mail: <a href="mailto:d.yergaliyev@agakaz.kz">d.yergaliyev@agakaz.kz</a>

**FTAXP 73.37.37:****[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_50](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_50)****<sup>1</sup>Т.Д. Әбдіматова\*, <sup>1</sup>А.А.Рысбекова, <sup>1</sup>Ө.Тойлыбай, <sup>1</sup>Г.Н.Сейфула****<sup>1</sup> «Азаматтық авиация академиясы» АҚ, Алматы қ., Қазақстан****\*E-mail: [tolkyn6.8.92@mail.ru](mailto:tolkyn6.8.92@mail.ru)**

## **BOEING 737 ҰШАҒЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖҮЙЕСІ ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ АҚПАРАТ**

*Аңдатпа.* Электр жүйесі ұшақтың негізгі компоненттерінің бірі болып табылады, оның көптеген жүйелері мен компоненттері электр қуатымен жұмыс істейді. Ұшақтың электр жүйесін адамның жүйке жүйесімен салыстыруға болады, электр қуатынсыз органдар мен дене бөліктері жұмыс істемейді. Алайда, мұндай төтенше жағдай кезінде ұшақ аккумулятормен жабдықталған, ол ұшақты 30 минут бойы қуаттай алады – яғни, баламалы әуежай табылғанша және ұшақ қонғанша максималды уақыт.

**Түйін сөздер:** электр жүйесі, аккумулятор, айнымалы ток, генератор, батареялар.

*Кіріспе.* Boeing 737 ұшағында бүкіл қозғалтқышты қуаттандыру үшін әр қозғалтқышқа екі генератор болады, бірақ егер бір генератор істен шықса, екіншісі бүкіл ұшақты қуатпен қамтамасыз ете алады.

Boeing 737 де үш қуат көзі бар:

- 1) батарея
- 2) APU (Auxiliary power Unit): білігі генератор білігін айналдыратын ұшақтың артқы жағындағы шағын реактивті қозғалтқыш.
- 3) ұшақ қозғалтқышына орнатылған Генератор. Ол ұшу кезінде электр энергиясының негізгі көзі болып табылады.
- 4) Сыртқы-генераторы бар арнайы көлік айналымда болғанда және ұшақты қуат көзіне қосқанда. Кейбір жүйелерге қызмет көрсету және батареяларды зарядтау үшін қолданылады.

*Негізгі бөлім.* Айнымалы ток ұшағының желілік қуаты - 115 в, 400 Гц, үш фазалы. Неғұрлым маңызды жабдықты қуаттандыру үшін қолданылады. Мысалы, электр сорғылары, электр қозғалтқыштары, трекерлер және т.б. 115-жол постқа. ток төмендететін трансформатормен қоректенеді, ол 28 в постты қамтамасыз етеді. барлық басқа жүйелер үшін ток.

Қуат көзі постқа 28. ток. Төмен вольтты жабдықты, жарықтандыруды, навигациялық жабдықты және басқа электрондық жүйелерді қуаттандыру үшін қолданылады.

737 электр жүйесінің үш негізгі ережесі бар:

1. Айнымалы токқа параллель қосылыстар жоқ.

2. Айнымалы ток шинасына қосылған айнымалы ток көздеріне басымдық беріледі және бар қуат көздері автоматты түрде өшеді.

3. Айнымалы токтың қуат көзі жүйеге автоматты түрде қосылмайды (қажетті кернеу мен жиілікке жеткенде). Оны қолмен қосу керек. Назар аударыңыз, бұл ереже "генераторды автоматты түрде қосу" функциясымен NG-ге қолданылмайды: егер ұшақ шинаны қуаттайтын NG-мен ұшып кетсе, содан кейін pg істен шықса немесе өшірілсе, қозғалтқыш генераторы автоматты түрде қосылады.

Осы стандартты қолдану ережелері және стандартқа өзгерістер енгізу туралы ақпарат жыл сайын (ағымдағы жылдың 1 қаңтарынан бастап) "Ұлттық стандарттар" ақпараттық каталогында, ал өзгерістер мен түзетулердің ресми мәтіндері - ай сайын "ұлттық стандарттар" ақпараттық каталогында жарияланады. Осы стандарттар өзгертілген (толықтырылған) немесе жойылған жағдайда тиісті хабарламалар "ұлттық стандарттар" ай сайынғы ақпараттық каталогының кезекті шығарылымында жарияланады. Тиісті ақпарат, хабарламалар мен мәтіндер "Интернет" жалпыға ортақ ақпараттық жүйесінде техникалық реттеу және метрология жөніндегі агенттіктің ресми сайтында жарияланады. Әуе кемесіндегі әрбір кабель таңбаланған және қай кабельдің қай кабельге қосылғаны туралы шатасуды болдырмауға арналған.

150 мм-ден асатын кәбілдер мен блоктарды қоса алғанда, ұшақтың электр жүйелерінің кабельдері, сымдары мен жгуттары таңбалануы тиіс.

Кабельдер, сымдар және кабель байламдары келесідей белгіленуі керек.

- Лазерлік немесе реактивті әдіспен өткізгіштің оқшаулауына немесе денесіне қолданылады,

- А қосымшасына, лазерге сәйкес келетін ПВХ жапсырмалары немесе А қосымшасына сәйкес келетін ПВХ жапсырмалары, лазерлік немесе ыстық бедерлі;

- В қосымшасына сәйкес резеңке жапсырмалар (түрлі-түсті):

- В қосымшасына сәйкес металл жапсырмалар: барабандар,

- D қосымшасына сәйкес шөгінетін жапсырмалар, ыстық штамптау немесе E қосымшасына сәйкес шөгінетін жапсырмалар. D қосымшасына сәйкес, ыстық штампталған немесе жылу беру арқылы шөгінетін жапсырмалар,

- E қосымшасына сәйкес пластиналар.

- G қосымшасына сәйкес жапсырмалар.

Кәбілдерді, өзектерді, сымдарды және электр қосқыштарды таңбалау паспортта көрсетілген өнімге арналған құжаттамаға сәйкес жүргізілуі тиіс. Кабельдерді, өткізгіштерді, жгуттарды, сымдарды және электр қосқыштарды таңбалау өнімге бекітілген құжаттаманың талаптарына сәйкес келуі тиіс.

Таңбалау анық, түсінікті, механикалық берік және өнімнің бүкіл қызмет ету мерзімінде қолдануға жарамды болуы керек.

Таңбалау анық, түсінікті, механикалық берік және сымдардың, кабельдердің және қосқыштардың бүкіл қызмет ету мерзімінде пайдалануға жарамды болуы керек.

Таңбалау сымдардың, кабельдердің және қосқыштардың түсіне қарама-қайшы келетін түс болуы керек.

Таңбалау түсі қолданылатын кабельдердің, қабықтардың, жапсырмалар мен белгілердің түсіне сәйкес келуі керек.

БУ, РЦ, панельдер, қашықтан басқару пульттері, қосқыштар, терминалдар және соңғы арматурадағы таңбалау Лазерлік және басқа таңбалау құрылғыларын пайдалана отырып, гравюрамен, өздігінен жабысатын жапсырмалармен немесе бояумен жазылуы тиіс.

Таңбалау кестеге сәйкес және келесі ретпен таңдалуы керек. Жапсырмалар олар орнатылған жұмыс температурасының диапазонына байланысты кестеге сәйкес таңдалуы керек.

Диапазон рабочей температуры, °C	Наименование
От минус 60 до плюс 70	Поливинилхлоридные бирки
От минус 60 до плюс 150	Термоусаживаемые бирки
	Маркировочные пластины
	Этикетки
От минус 60 до плюс 250	Резиновые бирки
От минус 60 до плюс 450	Металлические бирки

**1- кесте.** Сәйкестендіру белгілерінің жұмыс температурасының диапазоны. Таңбалау белгілері мен жапсырмаларының жұмыс температурасының диапазоны

Сымдар мен кабельдердің оқшаулауын таңбалау лазерлік немесе сиялы әдіспен жүргізілуі тиіс.

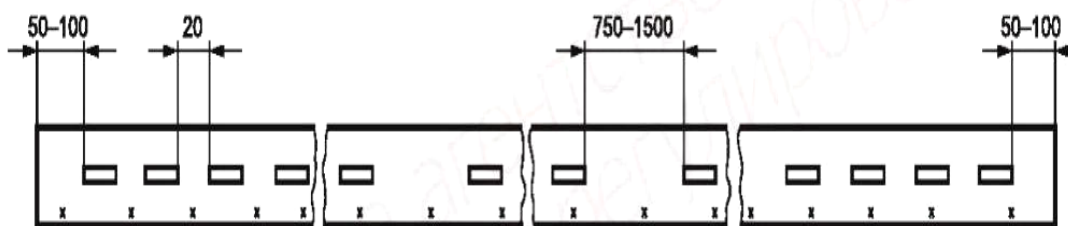
Бекітілген жобалау құжаттамасының талаптары сақталған жағдайда сымдар мен кабельдердің оқшаулауын таңбалау лазерлік немесе сиялы әдіспен жүргізілуі тиіс.

Таңбалау қосылу орнында кабельдің соңынан бірінші таңбалау басталғанға дейін 100 мм аспайтын қашықтықта қолданылуы тиіс.

Кабельдің ұшындағы алғашқы Бес таңбаның алғашқы үшеуі арасындағы ең аз қашықтық 20 мм болуы керек

Өткізгіштің бүкіл ұзындығы бойынша белгілер арасындағы қашықтық 750 мм болуы керек.

Диаграммада көрсетілгендей 1500 мм - 1500 мм.



**1 - сурет.** Кейінгі таңбалау белгілерінің арасындағы интервал

Лазерлік немесе сиялы таңбалау бекітілген конструкторлық құжаттаманың талаптарына сәйкес таңбалаудың осы әдісі арналған кәбілдер мен сымдарды оқшаулауға қолданылуы тиіс.

Лазерлік немесе сия таңбасы кабельдер мен сымдарды оқшаулауға келесі әдістермен қолданылуы керек.

Лазерлік таңбалауға арналған жабдық берілген нұсқауларға сәйкес пайдаланылуы тиіс.

Коннектор терминалдары арасындағы қысқа тізбектерді қосқанда ұзындығы 150 мм-ден аз кабельдер. Таңбалауға жол берілмейді.

Кабельдер келесі жағдайларда таңбалануы керек

- Кабельдің оқшаулауын немесе қабығын бояу немесе сиялы таңбалау арқылы белгілеу мүмкін болмаған кезде.

Сиялы таңбалауды бояу немесе қолдану арқылы оқшаулауға немесе кабель қабығына таңбалау мүмкін болмаған кезде,

- Көлік құралдарының арналарында төселген кабельдерде пайдалану үшін,

- Өнеркәсіптік өнімдер үшін,

- Офлайн пайдалану үшін:

- Қорғаныш қабығы жоқ экрандалған немесе көп ядролы кабельдерді таңбалау кезінде.

Жапсырма кабельдің соңына бекітілуі керек:

- Тарату қалқандарындағы бір ядролы кабельдерде, термопаралық кабельдерде пайдалану үшін:

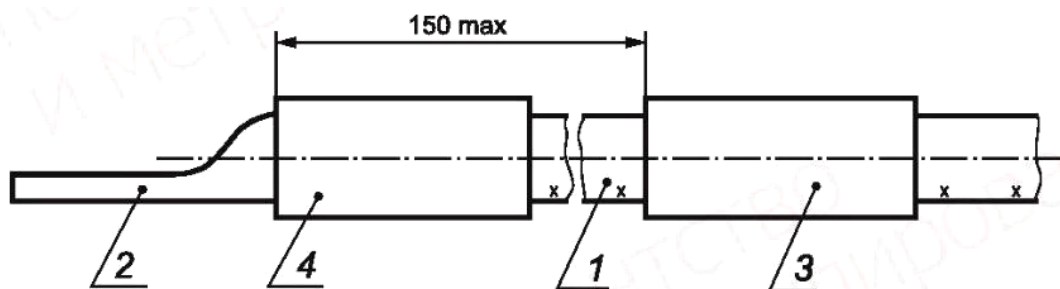
- Бір ядролы кабельдер үшін,

- Көп ядролы кабельдер үшін,

- Экрандалмаған, экрандалған және аралас кабельдер,

- радиожилілік кабельдері және коаксиалды дірілге қарсы кабельдер.

Кабельдік жапсырмалар суретте көрсетілгендей желімделуі керек.



**2 - сурет.** Кеңестерге тығыздалған сымдарға тегтерді орнату: 1-сымдар, 2-ұшы, 3-тег, 4-оқшаулағыш түтік

Шкафтардағы, панельдердегі және жабдықтардағы электр коннекторлары мен электр радио компоненттерінің терминалдары мен контактілеріне салынған оқшаулағыш түтіктерді жапсырма ретінде пайдалануға болады.

Жабдықтағы электр коннекторларының контактілеріне орналастырылған оқшаулағыш түтіктерді затбелгі ретінде пайдалануға болмайды.

Кеменің электр жүйесіндегі электр қосылыстарындағы контактілер затбелгі ретінде пайдаланылмауы тиіс.

Жапсырмаларда диаметрі кемінде 6 мм болатын келесі екі белгі болуы керек, қарама-қарсы жағынан бекітілуі керек.

Көп ядролы кабельдер (сымдар) үшін жапсырмада жүйенің атауы көрсетілуі керек.

Жүйенің атауы барлық кабельдерге (сымдарға) ортақ.

Үш фазалы токқа арналған кабельдерде келесі белгілер болуы керек: фаза "А" әрпімен белгіленуі керек, "В" және "С" фазасы "Н" әрпімен, ал нөлдік өткізгіш "Н" әрпімен белгіленеді. Кабельдер мен өткізгіштер бекітілген КҚ сәйкес таңбалуы тиіс. Таңбалау ресми бекітілген КҚ сәйкес жүргізілуі тиіс.

Кабельдерді немесе өткізгіштерді таңбалау көлденеңінен солдан оңға, оңға және тігінен жоғарыдан төмен қарай оқылуы керек.

*Сынақ әдісі.*

Белгілер мен таңбалауды өндіруші тексеруі керек.

Егер көрсетілген барлық сипаттамалар сақталса, белгілер мен таңбалау тиісті болып саналады.

*Сыртқы түрі мен өлшемдері*

Белгілер мен жапсырмалар кем дегенде екі оптикалық аспаптың көмегімен көзбен тексерілуі тиіс.

Жапсырмалар мен тегтерді визуалды бақылау оптикалық аспаптың көмегімен кемінде 2 рет үлкейтумен көзбен жүргізіледі.

Жапсырмалар мен тегтердің өлшемдік бақылауы дәлдік сыныбы кемінде 0,5 болатын өлшеу құралдарының көмегімен жүргізіледі.

Лазерлік таңбалаудың сапасын бақылау үлгілерде жылуды кішірейтетін пленкаға қаптамаға дейін мыналарды пайдалана отырып жүргізіледі 24 сағат

бойы құрғақ, түксіз шүберекпен сүрту керек. Ақпаратты бұрмалауға жол берілмейді. Сыммен таңбаланғаннан кейін таңбалау тегінің беті жарықтар, күйік іздері, шығыңқы жерлер немесе ойықтар болмауы, біркелкі түске ие болуы және жай көзбен көрінетін бөгде қосындылар болмауы тиіс. Тегтердің шеттері де тегіс болуы керек. Жапсырмалар мен тегтердің ұзындығы таңбалау элементтеріндегі белгілердің санымен және қаріптің биіктігімен анықталуы керек, бұл жазылған ақпараттың әр жағына кемінде 2 мм қосылуы керек. Таңбалау жапсырмаларындағы жазулардың оқылуын Көзбен тексеру керек.

#### *Негізгі жүйелер*

Ұшақтың барлық жүйелері қалыпты жұмыс істеуге және кез-келген ақаулармен күресуге арналған болуы керек.

28 вольтты тұрақты ток қуаты айнымалы ток шинасынан қуат алатын үш TR қондырғысымен қамтамасыз етіледі. Батарея басқа қуат көзі болмаған кезде жұмыс істеу үшін қажетті жүктемелерді тұрақты токпен қамтамасыз етеді.

Жердегі сары ELEC шамы жанып, тұрақты токтың немесе қосалқы қуат жүйесінің ақаулығын көрсетеді. Ұшу кезінде ELEC шамдарын қосуға тыйым салынады.

#### *Трансформаторлық түзеткіш блок.*

TR 115 вольтты айнымалы токты 28 вольтты тұрақты токқа түрлендіреді және TR1, TR2 және TR3 деп белгіленеді. TR1 1-шинадан айнымалы ток алады; TR2 2-шинадан айнымалы ток алады; TR3 әдетте 2-шинадан айнымалы ток алады және 1-шинадан резервтік айнымалы ток көзі болады. Кез келген екі TR жалпы қосылған қуат көзінен қуат ала алады. Қалыпты жағдайда тұрақты ток шинасы 1, тұрақты ток шинасы 2 және резервтік тұрақты ток шинасы кросс-реле арқылы қосылады. Бұл жағдайда TR1 және TR2 сәйкесінше тұрақты ток шинасын 1, тұрақты ток шинасын 2 және тұрақты ток резервтік шинасын қуаттайды; TR3 қайта зарядталатын шинаны қуаттайды және TR1 және TR2 үшін резервтік қуат көзі ретінде әрекет етеді. Шинааралық реле келесі жағдайларда тұрақты ток I шинасын тұрақты ток 2 шинасынан ажырату үшін автоматты түрде ашылады:

Егер ILS ұшқышы немесе автопилоты қону кезінде глиссадаға шығу орын алса.

Бұл жақындау кезінде тұрақты ток шиналарын оқшаулайды және ақаулықтың навигациялық қабылдағышқа да, ұшуды басқару компьютеріне де әсерін болдырмайды. Шина қосқышы OFF күйіне орнатылған.

Ұшу кезінде TR1, TR2 немесе TR3 істен шыққан кезде TR UNIT кәріптас шамы жанады.

Егер TR істен шықса, жерде шам жанады.

Батарея сыйымдылығы бір батареядан тұратын ұшақ. 24 в Никель-кадмий батареясы электроника бөлімінде орналасқан.

Бұл батарея тұрақты ток жүйесінің бір бөлігін қуаттай алады. Батарея автоматты түрде басқарылады. Толық зарядталған батарея кем дегенде 30 минут күту режимінде қуат беру үшін жеткілікті сыйымдылыққа ие.

Батарейаның кернеу диапазоны-22-30 вольт.

Екі генераторды ажыратқаннан кейін батареядан тұрақты ток шинасын қуаттандыру:

- Батарея шинасы
- тұрақты токтың резервтік шинасы
- ыстық батарея шинасына ауысады.

Ауыстырылған ыстық батарея шинасы батарея қосқышы ток күйінде болған кезде қуат алады.

Ыстық батарея шинасы әрқашан батареяға қосылады. Бұл тізбекте қосқыш жоқ. Осы шинамен жұмыс істейтін жабдықтың жұмысы үшін батареяның кернеуі минимумнан жоғары болуы керек. Батарейаның шамадан тыс заряды анықталса, батарея ДИСКАРЖЫНЫҢ кәріптас шамы жанады.

Екі батареяға арналған ұшақтар. Электроника бөлімінде екі 24 вольтты никель-кадмий батареялары бар - негізгі және қосалқы. Батареялар тұрақты ток жүйесінің бөліктерін қуаттай алады. Қосалқы батарея резервтік қуат жүйесі жұмыс істеп тұрған кезде негізгі батареямен параллель жұмыс істейді. Қалған уақытта қосалқы батарея электр тарату жүйесінен ажыратылған. Батарея автоматты түрде басқарылады. Толық зарядталған екі батареяның сыйымдылығы күту режимінде кем дегенде 60 минут жұмыс істеуге жеткілікті. Батареялардың кернеу диапазоны 22-30 вольт. Екі генератор да ажыратылғаннан кейін батареямен жұмыс істейтін тұрақты ток шинасы: қайта зарядталатын шина.

Тұрақты токтың резервтік шинасы ыстық батарея шинасына ауысады. Ауыстырылған ыстық батарея шинасы батарея қосқышы ток күйінде болған кезде әрқашан қуатта болады. Ыстық батарея шинасы әрқашан батареяға қосылған. Бұл тізбекте қосқыш жоқ. Осы шинамен жұмыс істейтін жабдықтың жұмысы үшін батареяның кернеуі минимумнан жоғары болуы керек. Батарейаның шамадан тыс заряды анықталса, кәріптас түсті батарея жарығы жанады.

*Зарядтағыш Трансформатор / түзеткіш*

*Бір батареялы блоктар.*

Зарядтағыш батареяның толық электр қуатын қалпына келтіруге және сақтауға арналған. Зарядтағыш Жерге тұйықталған айнымалы ток шинасынан қуат алады.

Зарядтағыш батареяның максималды зарядына сәйкес келетін шығыс кернеуін қамтамасыз етеді. Бастапқы зарядтау циклі аяқталғаннан кейін зарядтағыш тұрақты кернеулі TR режиміне оралып, ыстық батарея шинасына және ыстық батарея шинасына қосылған жүктемелерді қуаттайды. TR зарядтағышы TR3 ақауы болған жағдайда батарея шинасына қуат береді. Айнымалы ток шинасы I беріліс шинасы немесе тұрақты ток шинасы I қуат өшірілген, резервтік айнымалы ток шинасы және тұрақты ток шинасы батареямен/зарядтағышпен жұмыс істейді.



### *Қос батарея жазықтығы.*

Зарядтағыш батареяны толық электрлік күйде қалпына келтіруге және сақтауға арналған. Негізгі зарядтағыш Жерге тұйықталған айнымалы ток шинасынан қуат алады 2. Қосалқы зарядтағыш айнымалы токтың жерге тұйықталу шинасынан қуат алады I. зарядтағыш батареяның максималды дәрежесіне сәйкес келетін шығыс кернеуін қамтамасыз етеді. Бастапқы зарядтау циклі аяқталғаннан кейін негізгі зарядтағыш тұрақты кернеулі TR режиміне ауысады; TR режимінде Ол ыстық батарея шиналарына және ыстық аккумулятордың коммутациялық шиналарына қосылған жүктемелерді қуаттайды; негізгі TR зарядтағышы TR3 істен шыққан жағдайда батарея шиналарын да қуаттайды. 1 айнымалы ток шинасы 1 беріліс шинасынан немесе 1 тұрақты ток шинасынан ажыратылған, айнымалы және тұрақты ток резервтік шиналары негізгі зарядтағыштан және қосалқы зарядтағыштан/батарея зарядтағышынан қуат алады. Қосалқы зарядтағыш пен батарея қалыпты жұмыс кезінде электр тарату жүйесінен оқшауланған. Негізгі батарея резервтік жүйені қуаттандырған кезде, қосалқы батарея негізгі батареямен параллель жұмыс істеу үшін қосылады.

### *Генератор жетегі*

IDG-де генератор мен диск жетегі ортақ корпуста орналасқан, майланған және тәуелсіз май жүйесімен салқындатылған. Кірістірілген электромеханикалық құлыптау құрылғысы IDG толық механикалық оқшаулауын қамтамасыз етеді. Егер IDG сенсоры майдың төмен деңгейін анықтаса, сары генератор жетегі (DRIVE) сигнал шамы жанады. IDG-дегі майдың төмен қысымы келесі факторлардың біріне байланысты болуы мүмкін.

- МГД сәтсіздігі
- Қозғалтқышты тоқтату
- Май температурасының жоғарылауына байланысты МГД автоматты түрде өшіру
- MAP генератор жетегінің DISCONNECT қосқышымен өшірілген.

Генератордың жетек қосқышы орнатылған. Бұл қосқыш генератор жетегі істен шыққан жағдайда генераторды қозғалтқыштан ажыратады. Генераторды тек техникалық қызмет көрсету персоналы жерде қайта іске қоса алады.

### *Айнымалы ток вольтметрі, амперметр және жиілік өлшегіш*

Генератордың кернеуі мен жиілігін резервтік қуат, жерге қосу, № 1 генератор, ӘК генераторы, № 2 генератор және статикалық түрлендіргіштердегі вольтметрлер мен жиілік өлшегіштер арқылы анықтауға болады.

Жиілік генератордың электрлік қозуы кезінде ғана көрсетіледі. Кернеу реттегіші генератордың Шығыс кернеуін автоматты түрде реттейді. Екі IDG қозғалтқышы мен vsu генераторының ток мәндерін генератор амперметрiнен оқуға болады. Test позициясы вольтметр мен жиілік өлшегішті техникалық қызмет көрсету кезінде электр желісін сынау модуліне қосу және қосымша өлшеу нүктелерін таңдау үшін қолданылады. Вольтметрлер және тұрақты ток

амперметрлері Тұрақты токтың кернеуі мен тогын аккумуляторға және үш ТР-нің әрқайсысына арналған вольтметр мен тұрақты ток амперметрімен оқуға болады. Күту режимі тек қуат пен батарея шиналарындағы тұрақты ток кернеулерін көрсетеді. Техникалық қызмет көрсету үшін test ережесі қолданылады. Әрбір қозғалтқышта айнымалы ток генераторы бар. Тұрақты жылдамдықты қозғалтқыш (немесе басқа жүйе) генератор мен қозғалтқыш арасындағы байланыс болып табылады. Қозғалтқыш жүйесінің өзіндік салқындату және майлау жүйесі бар, оны ұшу алдында айналарда тексеру керек. Бұл май жүйесі қозғалтқыштың май жүйесіне тәуелді емес. Электр энергиясын әр қозғалтқыштағы айнымалы ток генераторы және ату генераторы өндіреді. Бір уақытта екі түрлі генератор орнатылуы мүмкін.

Жүйелердің жұмысында немесе пайда болуында ешқандай айырмашылық жоқ.

1 Тип: әрбір генератор қозғалтқышы VSC арқылы тиісті қозғалтқышқа қосылған, ол қозғалтқыштың айнымалы жылдамдығын электр жүйесінің компоненттері пайдаланатын 400 Гц жиілігін алу үшін қажетті тұрақты жылдамдыққа айналдырады.

2 Тип: әрбір vscf генераторы (айнымалы жылдамдық, тұрақты жиілік) айнымалы жылдамдықпен айналатын қозғалтқыш редукторымен тікелей жұмыс істейді. Айнымалы ток жиілігі қуатты қатты күйдегі инвертордың көмегімен 400 Гц тұрақты токқа айналады. Негізгі қуат коллекторы борттағы барлық I класты тұтынушыларға айнымалы ток береді. Әрбір Шина сымы тәуелсіз бөлімдерге бөлінеді. Белгілі бір жағдайларда негізгі коллекторлар арасындағы байланыс шиналарды қосу арқылы жүзеге асырылады. Жалпы мақсаттағы желілер жолаушылардың ойын-сауық жүйелері мен оқу шамдары сияқты екінші тұтынушыларға қуат береді. Ас үй құрылғылары да екінші тұтынушылар болып саналады. APU іске қосу қозғалтқышы APU қосылған кезде кернеу айнымалы токтың оң жақ негізгі желісіне берілсе, APU жүйесінің TRU жүйесінен қуат алады (міндетті емес); егер TRU APU орнатылмаған болса, APU APU батареясымен жұмыс істейді.

Жердегі қызмет көрсету шиналары ішкі жарықтандыру, зарядтағыштар және салқындату желдеткіштері сияқты жердегі және борттық электр тұтынушыларына қуат береді. Тиеу-түсіру шинасы тек жердегі операциялар кезінде жұмыс істейтін тұтынушыларды қуатпен қамтамасыз етеді. Бұл шина тек жерде қуат алады.

Негізгі автобус автоматты қону жүйесінің негізгі жабдықтарын айнымалы токпен қамтамасыз етеді; cat III автоматты қону операциялары кезінде бұл автобус негізгі автобустан бөлек резервтік көзден қуат алуы керек.

Пилоттық аспаптардың қоректендіру шинасы пилоттық аспаптардың және пилоттың оң қолының аспаптарының қоректенуін қамтамасыз етеді. Айнымалы токтың резервтік шинасы ұшақтағы маңызды электр тұтынушылары үшін бір фазалы кернеуді қамтамасыз етуі керек және желі істен шыққан жағдайда қуатты

автоматты түрде ауыстыруы керек. Тұрақты ток жүйесі 28 вольтты ұшақтың қалыпты қуаты айнымалы токты тұрақты токқа айналдыру арқылы қамтамасыз етіледі. Батарея жүйесі қосымша және резервтік тұрақты ток көзі болып табылады. Тұрақты токтың негізгі қуат көзіне негізгі батарея, зарядтағыш, екі трансформаторлық түзеткіш қондырғы (TRU) және статикалық түрлендіргіштер кіреді. APU қуат жүйесінің бөлігі ретінде пайдаланылатын компоненттер (APU батареясы, зарядтағыш және TRU) жабдықтың ортасында орналасқан. Электр желісі істен шыққан жағдайда барлық маңызды жүктемелер автоматты түрде батареядан 28 В тұрақты токқа және статикалық түрлендіргіштен 115 в 400 Гц бір фазалы резервтік қуатқа ауысады. 28 в Тұрақты токтың қалыпты қуаты түзеткіш трансформатормен қамтамасыз етіледі. Сол және оң тұрақты ток шиналары тұрақты ток қуатын қажет ететін тұтынушыларды қуаттайды. Әрбір негізгі тұрақты ток беру желісі тәуелсіз бөлімдерге бөлінеді. Егер шинаның сымында қуат істен шықса, шинаның басқару блогы ілінісу релесін автоматты түрде қосады. Тұрақты токтың резервтік шиналары I класты электр энергиясының белгілі бір тұтынушыларын және желі істен шыққан жағдайда көздердің ажыратқыштарын тұрақты токпен қамтамасыз етеді. Тиеу-түсіру шинасы (тұрақты ток шинасы) тұрақты токпен қамтамасыз етеді жердегі операциялар үшін пайдаланылатын жабдық және тек жерге қуат береді. Негізгі қуат көзі мен зарядтағыш қосалқы автоматты қону жүйесін іске қосу үшін арнайы қуат көзі болып табылады, ал APU іске қосу үшін қажетті Қуат Батарея мен APU зарядтағышынан тұратын бөлек жүйемен қамтамасыз етіледі.

Негізгі қуат жүйесінің барлық басқару элементтері мен құралдары overhead деп аталатын ұшқыштың басының үстіндегі панельде орналасқан.

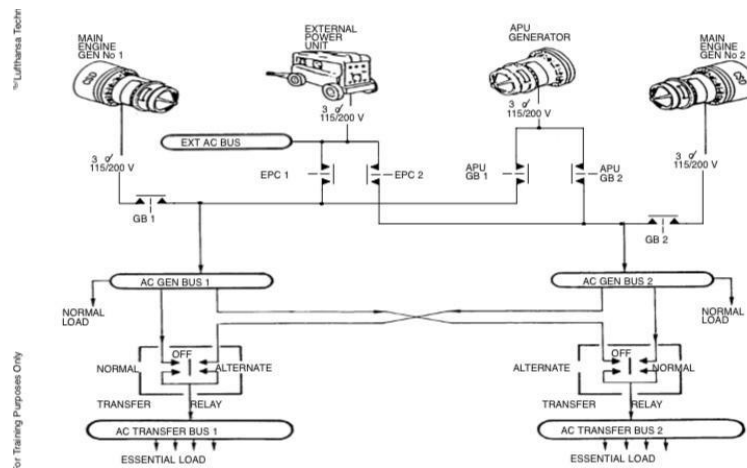
Бұл панель әртүрлі құрылғыларды басқаруға және басқаруға жауап беретін бөлімдерге бөлінген.

Тұрақты ток амперметрі тұрақты ток өлшегіш қосқышы арқылы таңдалған көз тогын көрсетеді тұрақты ток вольтметрі тұрақты ток өлшегіш қосқышы арқылы таңдалған көздің кернеуін көрсетеді тұрақты ток өлшегіш қосқышы Тұрақты ток вольтметрі мен тұрақты ток амперметрі үшін Тұрақты ток көзін таңдайды. Жиілік өлшегіш айнымалы ток өлшегіш қосқышы таңдаған көздің жиілігін оқиды айнымалы ток кернеуін өлшегіш айнымалы ток өлшегіш қосқышы таңдаған айнымалы ток кернеуін көрсетеді (диапазон 100-ден 130 В-қа дейін) remaining VOLTAGE қосқышын басу таңдалған генератордың қалған кернеуін көрсетеді (диапазон 0-ден 30 В-қа дейін) айнымалы ток өлшегіш қосқыш айнымалы ток вольтметрі үшін айнымалы ток көзін таңдайды ток және жиілік өлшегіш. Әрі қарай өлшеуге арналған позиция реттегіші.

#### *Батарея қосқышы*

- Ашық (қорғалған позиция): 2 TR негізгі айнымалы ток шинасынан ток бергенде № 3 ток батарея шинасына беріледі. Егер ток № 2 негізгі айнымалы ток шинасынан берілмесе, онда батарея шинасы ыстық батарея шинасы арқылы ток алады.

- Өшіру: батарея шинасы мен батарея шинасы ашық.
- Ыстық батареяны қосып, ұшақтың сыртқы қуатын ажыратады. Ұшақ галереясындағы қуат қосқышы.
- ON: генератор шинасына кернеу берілген кезде ұшақ галереясын қосады. Электр жүйелерінде үш негізгі принцип бар:
  1. параллель айнымалы ток көзі жоқ.
  2. айнымалы ток көздері жоқ.
  3. қуат көздерін автоматты түрде қосу жоқ. Барлық қуат көздерін қосқыштар арқылы қолмен қосу керек. Ұшу кезінде әр генератор әдетте өзінің генератор шинасына қуат береді. Егер генераторлардың бірі істен шықса, APU генераторын істен шыққан генератор шинасына қуат беру үшін пайдалануға болады. Әрбір генератор жүйесі генератор мен беріліс шиналарынан тұрады. Егер генератор шинасы істен шықса, сәйкес беріліс шинасы генератор шинасынан автоматты түрде қуат ала алады. Әрбір беріліс шинасында тиісті беріліс релесі бар, ол қалыпты генератор шинасы істен шықса және беріліс релесі автоматты түрде болса, қуат көзі ретінде қарама-қарсы генератор шинасын автоматты түрде таңдайды.



### 3 - сурет. Power Philosophy

#### Айнымалы ток көзі

Авиациялық электр желісінің типтік конфигурациясы 1 негізгі шинаға және 1 таратқыш шинаға қосылған 1 қозғалтқыш генераторы бар 1 генератор шинасынан және 2 негізгі шинаға және 2 таратқыш шинаға қосылған 2 генератор шинасынан тұрады. Бұл жүйелер бір-бірінен бөлінген.

Генератор істен шыққан жағдайда, толық қуатты APU генераторын генератор шиналарының біріне қосу арқылы қалпына келтіруге болады. Егер ұшақ жерде болса және сыртқы қуат көзі қосылған болса, жердегі қуат қосқышын ашу генератордың екі қозғалтқышының да қысқа мерзімді тоқтауына әкеледі, ал сыртқы қуат көзі генератордың екі шинасына бір уақытта қосылады.

Егер APU жұмыс істеп тұрса, генератордың шығыс қуатын генератор шинасына 1 және/немесе генератор шинасына 2 Тиісті басқару қосқышы арқылы

қосуға болады. Егер генератордың екі шинасында да доға болса және АРУ немесе генератор қозғалтқышы бір генератор шинасына ток берсе, доға басқа генератор шинасына ток беруді жалғастыруы керек.

Таратқыш шинасы әдетте тиісті генератор шинасынан қуат алады. Егер бір генератор шинасы қуатын жоғалтса, сәйкес таратқыш шинасы автоматты түрде басқа генератор шинасынан қуат алады. Сонымен қатар, жүктемені автоматты түрде өшіру схемасы ас үйдің қуатын өшіреді. Бұл мүмкіндік басқа генераторлардың шамадан тыс жүктелмеуін қамтамасыз етеді.

Электр жүйесі генератордың кернеуін, жиілігін, жерге тұйықталу ақауларын немесе кез келген генератордың шамадан тыс энергия шығынын өздігінен басқарады. Ақаулық болған жағдайда зардап шеккен генератор автоматты түрде генератор желісінен ажыратылады.

*Қорытынды.* Бір сөзбен айтқанда, ұшақтардың қуат жүйелері-бұл заманауи ұшақтардың ұшуына мүмкіндік беретін өте күрделі схемалар.

Кейбір жүйелер қуат жүйесінсіз жұмыс істей алатынына қарамастан, онсыз ұшу мүмкін емес.

Жоғарыда айтылғандай, тіпті бірнеше жылдар бойы ондаған адамдар әзірлеген жақсы жобаланған және күрделі жүйелер, өкінішке орай, апаттарға әкелуі мүмкін мәселелерге, қателіктерге және бұзылуларға бейім. Адам өміріне қауіп төнгендіктен, инженерлерге үлкен жауапкершілік жүктеледі. Бұл мақалада инженерлерге өз компаниясындағы кез-келген панельді жөндеуге көмектесетін шешімдер ұсынылуы мүмкін, мысалы, ілмектер жасамау, бекіту дизайнын жақсарту және қосымша қосалқы кабельдер орнату. Кіріспеде айтылғандай, қосалқы кабельдерді орнату бүкіл жүйені бөлшектеуді қажет етеді және отынды есептеу кезінде салмақтың белгісіздігі туралы қосымша ойлар түрінде экипажға қосымша қиындықтар туғызады.

Т.Д. Әбдіматова, А.А.Рысбекова, Ө.Тойлыбай, Г.Н.Сейфула

## **ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ САМОЛЕТА BOEING 737**

*Аннотация.* Электрическая система является одним из основных компонентов самолета, большинство систем и компонентов которого работают от электричества. Электрическую систему самолета можно сравнить с нервной системой человека, без электричества органы и части тела не функционировали бы. Однако на случай такой чрезвычайной ситуации самолет оснащен аккумулятором, который может питать самолет в течение 30 минут - максимальное время, пока не будет найден альтернативный аэропорт и самолет не сможет приземлиться.

*Ключевые слова:* электрическая система, аккумулятор, переменный ток, генератор, аккумуляторы.

T. Abdimatova, A.A. Rysbekova, O. Toilybai, G.N. Seifula

## GENERAL INFORMATION ON THE ELECTRICAL EQUIPMENT OF THE BOEING 737 AIRCRAFT

**Abstract.** *The electrical system is one of the main components of the aircraft, most of the systems and components of which are powered by electricity. The electrical system of an airplane can be compared to the human nervous system, without electricity, organs and body parts would not function. However, in case of such an emergency, the aircraft is equipped with a battery that can power the aircraft for 30 minutes - the maximum time until an alternative airport is found and the aircraft cannot land.*

**Key words:** *electrical system, battery, alternating current, generator, batteries.*

### Әдебиеттер

1. С.Б. Резников Электромагнитная и электроэнергетическая совместимость систем электроснабжения и вторичных источников питания полностью электрифицированных самолетов. Изд-во МАИ, 160 с. 2014 г.
2. Ш.Ш. Ибраев Авиационное электрооборудование. Алматы: Академия гражданской авиации. 485 с. 2014 г.
3. Е.А. Конюхова Электроснабжение объектов. Алматы, Академия, 2006г.
4. А.И. Вольдек Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. СПб: Питер 2008 г.
5. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 – «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-22, Passenger Oxygen System (Chemical Generation) » - 16.03.202.
6. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-22, Passenger Oxygen System (Chemical Generation) » - 16.03.202.
7. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 - «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-12, Flight Crew Oxygen System» - 16.03.2023.
8. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-12, Flight Crew Oxygen System» - 16.03.2023.
9. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 MAX-9 – « Chapter 32 - Landing Gear» - « Section 32-21, Nose Landing Gear» - 16.03.2023.
10. «Азот» - свободная энциклопедия Википедия – 2023 г.
11. Шумилов И. С., Чурсова Л. В., Седова Л. С. – «Рабочие жидкости авиационных гидросистем, их свойства» - Журнал «Машиностроение и компьютерные технологии» - 2014 г.
12. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 – « Chapter 32 - Landing Gear» - « Section 32-21, Nose Landing Gear» - 16.03.2023 г.

13. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 – « Chapter 28 - Fuel» - « Section 28-21, Pressure Refueling System» - 16.03.2023.
14. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 MAX-9 - « Chapter 28 - Fuel» - « Section 28-21, Pressure Refueling System» - 16.03.2023.
15. «CAVAG» - официальный сайт компании по поставкам специализированной техники для аэропортов и аэродромов – 2023 г.
16. Департамент воздушного транспорта и гражданской авиации – «руководство по технической эксплуатации складов и объектов горюче-смазочных материалов предприятий гражданской авиации» - 1994;
17. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 30 - Ice and Rain Protection» - «Section 30-71, Water and Toilet Drain Anti-Icing System» - 16.03.2023.
18. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 25 - Equipment/Furnishings» - «Section 25-40, Lavatories» - 16.03.2023.
19. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 24 - Electrical Power» - «Section 24-41, Ac External Power» - 16.03.2023.

### References

1. S.B. Reznikov Elektromagnitnaya i elektroenergeticheskaya sovместimost' sistem elektrosnabzheniya i vtorichnyh istochnikov pitaniya polnost'yu elektrificirovannyh samoletov. Izd-vo MAI, 160 s. 2014g.
2. SH.SH. Ibraev Aviacionnoe elektrooborudovanie. Almaty: Akademiya grazhdanskoj aviacii. 485 s. 2014g.
3. E.A. Konyuhova Elektrosnabzhenie ob"ektov. Almaty, Akademiya, 2006g.
4. A.I. Vol'dek Elektricheskie mashiny. Vvedenie v elektromekhaniku. Mashiny postoyannogo toka i transformatory. SPb: Piter 2008g.
5. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 – «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-22, Passenger Oxygen System (Chemical Generation) » - 16.03.2023.
6. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-22, Passenger Oxygen System (Chemical Generation) » - 16.03.2023.
7. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 - «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-12, Flight Crew Oxygen System» - 16.03.2023.
8. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 35 - Oxygen Systems» - «Section 35-12, Flight Crew Oxygen System» - 16.03.2023.
9. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 32 - Landing Gear» - « Section 32-21, Nose Landing Gear» - 16.03.2023.
10. «Azot» - svobodnaya enciklopediya Vikipediya – 2023.
11. Shumilov I. S., Chursova L. V., Sedova L. S. – «Rabochie zhidkosti aviacionnyh gidrosistem, ih svojstva» - ZHurnal «Mashinostroenie i komp'yuternye tekhnologii» - 2014.

12. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 – «Chapter 32 - Landing Gear» - «Section 32-21, Nose Landing Gear» - 16.03.2023.

13. Aircraft maintenance manual of Boing 737 Max-9 – «Chapter 28 - Fuel» - «Section 28-21, Pressure Refueling System» - 16.03.2023.

14. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 - «Chapter 28 - Fuel» - «Section 28-21, Pressure Refueling System» - 16.03.2023.

15. «CAVAG» - oficial'nyj sajt kompanii po postavkam specializirovannoj tekhniki dlya aeroportov i aerodromov – 2023;

16. Departament vozdušnogo transporta i grazhdanskoj aviacii – «rukovodstvo po tekhnicheskoi ekspluatácii skladov i ob'ektov goryuche-smazochnyh materialov predpriyatij grazhdanskoj aviacii» - 1994.

17. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 MAX-9 – «Chapter 30 - Ice and Rain Protection» - «Section 30-71, Water and Toilet Drain Anti-Icing System» - 16.03.2023.

18. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 25 - Equipment/Furnishings» - «Section 25-40, Lavatories» - 16.03.2023.

19. Aircraft illustrate part catalog of Boing 737 Max-9 – «Chapter 24 - Electrical Power» - «Section 24-41, Ac External Power» - 16.03.2023.

Әбдіматова Толқын Досалықызы	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:t.abdimatova@agakaz.kz">t.abdimatova@agakaz.kz</a>
Әбдіматова Толқын Досалықызы	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, қ.Алматы, Қазақстан E-mail: <a href="mailto:t.abdimatova@agakaz.kz">t.abdimatova@agakaz.kz</a>
Abdimatova Tolkyun	Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:t.abdimatova@agakaz.kz">t.abdimatova@agakaz.kz</a>

Рысбекова Айнара Амангелдиевна	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:a.rysbekova@agakaz.kz">a.rysbekova@agakaz.kz</a>
Рысбекова Айнара Амангелдиевна	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, қ.Алматы, Қазақстан E-mail: <a href="mailto:a.rysbekova@agakaz.kz">a.rysbekova@agakaz.kz</a>
Rysbekova Ainara Amangeldievna.	Lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:a.rysbekova@agakaz.kz">a.rysbekova@agakaz.kz</a>

Тойлыбай Өзгерісхан	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:o.toilybai@agakaz.kz">o.toilybai@agakaz.kz</a>
Тойлыбай Өзгерісхан	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, қ.Алматы, Қазақстан E-mail: <a href="mailto:o.toilybai@agakaz.kz">o.toilybai@agakaz.kz</a>



Toilybai Ozgeriskhan	Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:o.toilybai@agakaz.kz">o.toilybai@agakaz.kz</a>
Сейфула Гүлжан Нұрланқызы	Преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан E-mail: <a href="mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz">gulzhan.seyfulla@agakaz.kz</a>
Сейфула Гүлжан Нұрланқызы	АҚ «Азаматтық авиация академиясы», «Авиациялық техника және технологиялар» кафедрасының оқытушысы, қ.Алматы, Қазақстан E-mail: <a href="mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz">gulzhan.seyfulla@agakaz.kz</a>
Seifula Gulzhan Nurlankyzy	Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan E-mail: <a href="mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz">gulzhan.seyfulla@agakaz.kz</a>

FTAXP 73.37.75.

[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_66](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_66)<sup>1</sup>Ж.К.Азаматова\*<sup>1</sup> Дәулет Серікбаев атындағы ШҚТУ, Өскемен қ., Қазақстан\*E-mail: [zhanerkeaz@mail.ru](mailto:zhanerkeaz@mail.ru)

## ӘУЕ ҚАҚТЫҒЫСЫНЫҢ АЛДЫН АЛАТЫН ЖӘНЕ БОЛДЫРМАЙТЫН ЖҮЙЕЛЕР

*Аңдатпа.* Бұл жұмыста ұшу қауіпсіздігін арттыру үшін біз әуе қақтығысының алдын алатын және болдырмайтын жүйелер TCAS II и TCAS 2000 функционалдық толықтырып, дамыту және оның одан әрі дамуын зерттеу.

Автоматтандыру және басқару, атап айтқанда, ұшу шиеленістердің алдын алу функциялары - қауіпсіздігі айтарлықтай өсуін қамтамасыз әуе және жер үсті жүйелерінің ең тиімді жолдарының бірі.

Бұл мақалада біз ұшу қауіпсіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді, Қазақстан Республикасының лайықты жүйесінің азаматтық авиация пайдаланылуы болашақта TCAS II жүйесін салыстырғанда бізге TCAS 2000 артықшылықтарын анықтауға мүмкіндік беретін салыстырмалы талдау жүргізді.

**Түйін сөздер:** әуе қақтығысының алдын алатын және болдырмайтын жүйелер, автоматтандыру және басқару, ескерту аймағы, назар аймағы.

*Кіріспе.* Соқтығысты болдырмау жүйелерінің жабдықтары (CAS) қарапайым жақындық көрсеткіштерінен қазіргі заманғы күрделі автоматтандырылған басқару жүйелеріне дейін дамыды. Әуе кемелерін басқаруды автоматтандыру қажеттілігі басқару процестерінің өтпелілігіне және қазіргі заманғы әуе кемелеріндегі көптеген тапсырмаларды орындау кезінде ақпараттың үлкен көлеміне байланысты ұшқыштардың шешім қабылдауына уақыттың өткір жетіспеушілігінен туындады. Басқару функцияларын және, атап айтқанда, ұшу кезінде жанжалды жағдайларды болдырмау функцияларын автоматтандыру ұшу қауіпсіздігін айтарлықтай арттыруды қамтамасыз ететін борттық және жердегі авиациялық радиоэлектрондық жүйелерді дамытудың ең тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Радиоэлектрониканың дамуымен 1960 жылдан бастап КСРО мен АҚШ-та, сондай-ақ әлемнің көптеген басқа дамыған елдерінде әуеде ұшақтар үшін соқтығысуды болдырмау жүйелерін (CAS) құру жұмыстары жүргізілді.

Әуе кемелерінің ауада соқтығысуы мәселесі авиацияның өзі сияқты ескі. Ауа мұхитының кеңдігіне қарамастан, ұшақтар әрқашан ауада тар болды. Бұл толып кету әсіресе реактивті авиацияның қарқынды дамуының басталуымен, азаматтық әуе флоты жеделдетілген қарқынмен дами бастаған кезде байқалды.

Қазір дүние жүзінің әуе кеңістігінің көптеген аймақтарында жай ғана нағыз пандемия бар. Жол қозғалысына қатысушылардың саны неғұрлым көп болса, олардың белгілі бір, бірдей жағымсыз сәтте жағымсыз кездесу ықтималдығы соғұрлым жоғары болатыны анық.

Әуедегі ұшақтардың соқтығысуы мәселесі сонау 50-ші жылдары байқала бастады. Жаппай өліммен аяқталатын ұшу апаттары орын ала бастағанда, ICAO (Халықаралық азаматтық авиация ұйымы) бұл мәселені мұқият қолға алды. Тұжырымдама, содан кейін әуедегі соқтығысты болдырмау жүйесінің (ACAS) халықаралық стандарттары әзірленді. [2]

Осы концепцияға сәйкес барлық әзірлемелердің ішінде ең көп қолданылатын жүйе TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System). Сонымен қатар олардың модификациялары TCAS I, TCASII, TCASIII, TCAS-2000, Acrobat SPS, TCAS-II сияқты. және барлық ИКАО талаптарына сәйкес келеді. [1]

Азаматтық авиация көлік жүйесінің құрамдас бөлігі бола отырып, халық шаруашылығы мен халықтың әуе тасымалына қажеттіліктерін толық және уақтылы қанағаттандыру, жолаушылар мен жүк жөнелтушілерге қызмет көрсету сапасын арттыру жөніндегі мемлекеттік міндетті шешеді.

Қазақстанның көлік инфрақұрылымы туралы айта отырып, Қазақстан Республикасының Президенті Н.Ә. халыққа жолдауында ерекшеліктер мен шарттарды атап көрсетеді: «...Қазақстанның міндеті – отандық көлік-коммуникация кешенінің әлемдік нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету және территориямыз арқылы өтетін тауар айналымын арттыру. Бұл стратегия автомобиль өнеркәсібінің, туризмнің, сервистік жүйелердің ұлғаюына және отандық өнімнің өзіндік құнының көлік құрамдас бөлігінің төмендеуіне ықпал етеді».

Әуе көлігіне қойылатын нақты талаптар мен міндеттер:

- авиацияда тәртіпті қалпына келтіру және жоғары санатты әуе кемелерінің белгілі бір санын лизингке беру және сатып алу арқылы әуе кемелері паркін толықтыру;

- әуежайларды қайта құруды бастау, қызмет көрсету және қызмет көрсету деңгейін халықаралық стандарттар деңгейіне жеткізу;

- Қазақстан арқылы транзиттік авиакомпанияларды дамыту мақсатында әуе қозғалысын басқару жүйелерін қайта құру;

Көлік жүйелері мен кешендерінің функционалдық қауіпсіздігі туралы сұрақтар қазіргі уақытта өзекті болып қала береді. Осыған Қазақстан Республикасы Президентінің, Республика Үкіметінің бірқатар жарлықтары мен бағдарламалық шаралары мемлекеттік мақсатты бағдарламаларды, сондай-ақ

министрліктер мен ведомстволардың бағдарламаларын қабылдауға арналған. Әуе көлігіндегі қауіпсіздік мәселелері әсіресе сезімтал. Статистика көрсеткендей, авиациялық апаттар мен десанттық ұшақтармен болған апатты оқиғалардың алғышарттарының көпшілігі әуе қозғалысы тығындалған кемелер ұшып көтерілгеннен кейін және қону кезінде маневрлер жасайтын аэродромдық аймақтарда орын алады. Навигациялық қателер жай ғана қабылданбайды. Осыған байланысты, қысқа қашықтықтағы навигациялық жүйелердің аспаптық мүмкіндіктері айтарлықтай дәрежеде аэродромдық аймақтарда және әуеайлақтарының астындағы маршруттардағы әуе кемелерінің ұшу қауіпсіздігінің деңгейін анықтайды. Әуе қозғалысын және әуе көлігін басқарудың жалпы жүйесінде қысқа қашықтықтағы навигациялық жүйені дамыту және құру перспективаларының рөлі мен орнын мүмкіндігінше егжей-тегжейлі көрсету қажет.

*Материалдар және зерттеу әдістері.* Әуе апаттары адам технологиялық прогрестің арқасында ұшатын аппаратта алғаш рет әуеге көтерілген сәттен бастап орын ала бастады. Сонымен бірге, ғылым ұшатын машиналар – ұшақтарды жасауда да, ұшақтардың жерге құлау себептерін талдауда да үнемі жетілдіріліп, бір орында тұрған жоқ.

Қазіргі уақытта ұшақ апаттары тақырыбы өте өзекті болып, бұқаралық ақпарат құралдарында кеңінен талқылануда. Бұрынғыдай, ауа-райы жағдайлары, атап айтқанда, найзағай сияқты құбылыс ұшақтардың апатқа ұшырау себептерін бағалаудың іргелі факторлары болып табылады. Дүние жүзінің ғалымдары қоршаған ортаны жан-жақты егжей-тегжейлі зерттеудің маңыздылығы мен қажеттілігін, метеорологиялық факторларды талдаудың ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз етуге әсерін, әсіресе жаһандық жылыну жағдайында мойындайды.

Соңғы онжылдықта әуе қатынасының айтарлықтай өскеніне қарамастан, әуе апаттарының саны да, оларда қаза тапқандар саны да азайып келеді. [5]

Авиациядағы жағдайды қарастырайық. Әлемнің әртүрлі елдеріндегі ұшақ апаттарының жиілігін талдау және апаттардың ықтимал себептерін анықтау қажет.



1 - сурет. Әуе апаттарының халықаралық статистикасы

Халықаралық әуе көлігі қауымдастығының (IATA) зерттеушілері бүкіл әлем бойынша ұшақ апаттарының себептеріне кең ауқымды зерттеулер жүргізіп, ұшақ апаттарының үш нақты, ең маңызды себепін анықтады. Бұл себептер: адам факторы (АТК қызметі және ұшқыш қателері) – 38%, қолайсыз ауа райы – 28%, адам факторы – 13% және техникалық ақаулар – 34% болды. Себептер біріктірілгендіктен, жалпы қателік деңгейі 100%-дан асады. Осылайша, қолайсыз ауа-райында ұшқыш басқаруды жоғалтып алды немесе қате шешім қабылдады. Себептер 2. Ұшақ апаттарының жиілігінің оларды тудыратын себептерге тәуелділігінің диаграммасы суретте көрсетілген.



2 - сурет. Ұшақ апаттарының себеп-салдарлық диаграммасы

Ұшақ апаттарының негізгі себептері адам қателігі, ауа райының қолайсыздығы және диспетчерлер мен ұшқыштар арасындағы түсініспеушілік болып саналады.

IATA зерттеушілері Еуропа мен Америкада жасалған ұшақтарға қатысты оқиғаларды ғана есепке алды. Ұшу қауіпсіздігінің көрсеткіштері бойынша ТМД елдері Африкадан да асып түсті, онда апаттың орташа көрсеткіші тура екі есе көп. Бұл екі елден бөлек, Латын Америкасы мен Азия-Тынық мұхиты аймағы әлемдік орташа деңгейден асып түсті. Қалған елдер әлемдік стандарттарға сай болды. Осылайша, IATA өз баяндамасында «кінәлі болғандардың» мысалы ретінде Солтүстік Африканы, Таяу Шығысты және Солтүстік Азияны келтірді, мұнда зерттеушілердің пікірінше, 2006 жылы бірде-бір құлау болмаған.

Бүгінгі күні бар соқтығысуды болдырмау жүйелері интеракторлар класына жатады және белсенді жауап беруі және жердегі және ғарыштық радиокомандалық байланыстары бар классикалық радиолокациялық жүйелер болып табылады.

Қазіргі уақытта отандық және шетелдік авиакомпаниялар АТР-ны жаңғырту және жетілдіру бойынша қарқынды жұмыс жүргізуде. АТР дамыту жолдарының бірі спутниктік навигациялық жүйелердің мәліметтерін әуе кемелерінің салыстырмалы орналасуы туралы ақпарат ретінде пайдалану болуы мүмкін. Әуе

кемелерінің координаттары туралы ақпаратты TCAS жүйесінің жауап сигналдарында қосымша деректер ретінде беруге болатыны анық.

Ұшу қауіпсіздігінің ағымдағы деңгейін қамтамасыз ету үшін АТР жүйелерінде әуе кемесінің координаталарын анықтауда жеткілікті аз қателер болуы керек.

Орташа алғанда, олар ұшу аймағы мен кезеңіне байланысты бірнеше метрден жүздеген метрге дейін өзгеруі мүмкін. Мұндай АТР құру кезінде ол үшін ақпараттың негізі дәлдігі көрсетілген талаптарға сәйкес келетін спутниктік радионавигациялық жүйелердің (SNS) навигациялық-уақыттық анықтамалары болуы мүмкін. Қауіпсіздік деңгейін неғұрлым қатаң шектеу АТР салыстырмалы навигация режимін енгізу арқылы жеңілдетілуі мүмкін. [4]

Бұл ретте, әуе кемесінің салыстырмалы орнын өлшеудегі қателер маневр жасайтын әуе кемесіне қатысты қайшылықты әуе кемесінің параметрлерін бағалау кезінде қарама-қайшы әуе кемесінің координаталарынан қорғалатын әуе кемесінің координаталары алынып тасталуына байланысты азаяды. және сол жүйелі қателер өтеледі.

*Нәтижелері және оларды талқылау.* TCAS II пайдалану тәжірибесін зерделеу негізінде АТР келесі буынына кіретін кабинадағы ауа жағдайының индикаторын жақсарту бойынша жұмыс жүргізілуде. Бұл дисплей ұшқыштарға бөлу жауапкершілігінің бір бөлігін ұшқыштарға ауыстыру үшін олардың бөлінуін басқаруға көбірек қатысуға мүмкіндік беруі керек.

Бұл ретте конфликттік жағдайларды шешу сияқты микро бақылау тапсырмалары әуе кемесінің бортында шешілетін болады, бұл белгілі бір дәрежеде диспетчерлерді босатады және оларға басқа мәселелерге, мысалы, әуе кемелерінің ағынын басқаруға көбірек уақыт бөлуге мүмкіндік береді.

Әйгілі Airbus компаниясы TCAS жүйесін экипаждың қатысуынсыз пайдалану мүмкіндігін зерттеп жатыр. Конфликті жоюды TCAS-тен алынған командалар бойынша автопилот жүзеге асырады деп болжануда. Мұндай жүйенің жұмысы қазірдің өзінде әлеуетті сатып алушыларға көрсетілуде, бірақ ол ұшуда әлі сынақтан өтпеген.

Қолмен басқару жағдайында жаңа жүйе ұшақты басқару процесіне кедергі келтірмейтіні атап өтілді. Сонымен қатар, Free Flight тұжырымдамасын жүзеге асыруда TCAS II қолдану технологиялары әзірленуде екенін қысқаша атап өткен жөн. Пилоттың ситуациялық кеңестерге (CA) және ұсынылған шешімдерге (PA) қалай әрекет ету керектігін үйренеді. [2]

TCAS 2000 әуе қозғалысының жетілдірілген барлауын қамтамасыз етеді және қызметі бойынша Жерге жақындау туралы ескерту жүйесі (GPWS) және Windshear Alerting System сияқты. Дегенмен, Windshear және GPWS ескертулері - осы тәртіпте - TCAS 2000 ескертулерінен басым болады.

TCAS 2000 ескертулері Windshear немесе GPWS ескертулері арқылы қайта анықталса, TCAS 2000 тек қозғалыс туралы ескерту режиміне өтеді және TCAS дыбыстық ескертулері уақытша өшіріледі.

TCAS 2000 жүйелерін әртүрлі конфигурациядағы ұшақтарға орнатуға болады. Конфигурациялар TCAS есептеу бірліктерінің санына, Mode-S транспондерлерінің санына және антенналардың саны мен түрлеріне байланысты өзгереді.

Бұл нұсқаулық негізгі жүйе конфигурациясындағы әрбір TCAS жүйесінің құрамдас бөлігінің негізгі жұмысын сипаттайды. Белгілі бір әуе кемесінде орнатылған TCAS 2000 жүйесінің конфигурациясы мен жұмысына қатысты қосымша ақпарат әуе кемесінің ресми ұшу нұсқаулығында берілген.

TCAS 2000 жүйесі әуе кемесінің айналасында «соқтығыс аймағы» деп аталатын белгілі бір аумақты жасайды. Бұл аймақтың өлшемдері ұшу биіктігіне байланысты өзгереді. TCAS 2000 бұл аумақты қашықтан да, биіктікте де жабылу жылдамдығына негізделген басқа ұшақтың басып кіруінен қорғайды.

TCAS 2000 жүйесі әуе кемесінің айналасындағы әуе кеңістігін үздіксіз бақылайды және басқа ұшақтардың транспондер сигналдарын бақылайды. Осы жауаптарды қадағалау арқылы бақылау деректері негізінде әрбір анықталған әуе кемесінің ұшу жолының болжамы жасалады.

Биіктік дабылын немесе басқа да биіктікті енгізу құрылғысын (ARINC 429) қосымша орнату және пайдалану арқылы әлеуетті қақтығыс жағдайларын болдырмау үшін жабдықталған әуе кемесінің қозғалысы үлкен дәлдікпен үйлестіріледі. Бұл жағдайда конфликтке қарсы кеңес (РА) әуе кемесі көрсетілген биіктікке жеткен сәтте «әуе кемесін көкжиекпен теңестіру» туралы жұмсартылған пәрменмен шектелмейді.

Жүйе жақындаудың ең жақын нүктесіне жабылу жылдамдығы мен ұшу уақытын есептеу үшін математикалық формуланы пайдаланады. Әуе кемелері арасындағы алшақтықты арттыратын қақтығысты жою жөніндегі ұсыныс траекториясының болжамы TCAS 2000 жабдықталған әуе кемесінің айналасындағы соқтығыс аймағына ену ықтималдығын көрсететін кез келген әуе кемесі үшін шығарылады.

Дәлірек айтқанда, TCAS 2000 жүйесі өз әуе кемесінің айналасында «Ескерту аймағы» және «Сақтандыру аймағы» деп аталатын екі көлемді әуе кеңістігін жасайды.

TCAS 2000 жүйесі уақытты есептеу принципі бойынша жұмыс істейді, яғни, басқаша айтқанда, белгілі бір уақытта қайшы келетін әуе кемелерінің траекторияларының өзара геометриясына, әуе ескертулеріне (ТА) және қақтығыс жағдайын жою бойынша ұсыныстарға қарамастан (РА) шамамен бір уақыт резервімен экипажға беріледі. Жүйе қарама-қайшы ұшақтың жабылу жылдамдығы мен салыстырмалы тірегі негізінде қарау аймағы мен ескерту аймағының өлшемін автоматты түрде реттейді. [2]

Жоғары зейін аймағының периметрі TCAS 2000 жүйесі бойынша есептелген соқтығыс аймағына қақтығысушы әуе кемесі басып кірген сәттен бастап ұшудың 20-48 секундында орналасқан. Ескерту аймағының периметрі соқтығысу

аймағына басып кірген сәттен бастап ұшудың 15-35 секундын құрайды. Ықтимал уақыт өзгерістері логикалық параметрлердің мәндеріне негізделген.

Егер ұшақ шынымен назар аударатын аймаққа кірсе, TCAS 2000 жүйесі оны қайшылықты ұшақ ретінде қабылдайды және әуе жағдайына ескерту береді. Бұл хабарлама экипажға осы әуе кемесін визуалды іздестіру мен сәйкестендіруді жүзеге асыруға көмектесетін қақтығысты әуе кемесінің қашықтығы мен салыстырмалы көтергіштігін көрсететін дауыстық ескертуден және көрнекі сигналдан тұрады.

Егер қайшылықты әуе кемесі ескерту аймағына кірсе, TCAS 2000 жүйесі түзетуші немесе алдын-алу мүмкіндігін беретін Resolution Recommendation (RA) шығарады.

Дисплейдегі кеңес немесе а) ұсынылған тік жылдамдықты көрсететін көтерілу немесе түсу ұсынысына өзгереді немесе б) экипажға ағымдағы тік жылдамдықты өзгертпеу туралы ескертуге өзгереді. Бұл ретте дауыстық команда беріледі.

TCAS II Құралмен ұшу ережелеріне сәйкес деңгейлік ұшуды бөлу стандарттарымен үйлесімді. Ұшу деңгейлері арасындағы стандартты алшақтық бұзылған кезде ғана ТА хабарламасы шығарылады. TCAS 2000 қысқартылған тік бөлу стандарттарымен (RVSM) үйлесімді, сондықтан FL 300-ден жоғары деңгейде ұшуды орындау кезінде TCAS II-ден сәл өзгеше жұмыс істейді.

- TCAS II: Тік аралығы FL 300-ден кемінде 1000 фут немесе FL 300-ден кемінде 2000 фут жоғары, TCAS қамту шегінде орналасқан ұшақтар ауадағы нысандарға жақындап келе жатқан қозғалыстар ретінде дисплейде КӨК белгімен көрсетіледі.

- TCAS 2000: Тік аралығы FL 420-ден кемінде 1 000 фут немесе FL 420-дан кемінде 2 000 фут биіктікте TCAS қамту шегінде орналасқан ұшақтар жақындап келе жатқан ұшақ қозғалысы ретінде дисплейде КӨК белгімен көрсетіледі.

*Қорытынды.* Америка Құрама Штаттарының Федералдық Авиация Әкімшілігі TCAS R деп белгіленген Соқтығысты болдырмау жүйесінің жұмысы үшін ең төменгі техникалық сипаттамалар жинағын әзірледі. Ол бұл жүйені Америка Құрама Штаттарының әуе кеңістігінде жұмыс істейтін кейбір әуе кемелерінде қолдануды міндеттеді. Бұл стандарттарды енді өз әуе кеңістігінде осы жүйені пайдалануға міндеттейтін басқа елдер қабылдап жатыр.

Honeywell TCAS II және TCAS 2000 деп аталатын екі TCAS II сәйкес соқтығысты болдырмау жүйесін әзірледі. Бұл нұсқаулық Honeywell жүйесінің екеуінің де жұмысын сипаттайды және өзгертілген кезде екі жүйе де FAA TCAS стандарттарына 7-өзгеріс талаптарына жауап береді. Honeywell компаниясының TCAS 2000 жүйесінде бірқатар жақсартылған өнімділік сипаттамалары бар. Бұл екі жүйенің екеуі де TSO C119b сәйкес АҚШ-тың Федералдық авиация әкімшілігімен мақұлданған.



Бұл нұсқаулық Honeywell әзірлеген TCAS II жүйелерінің де, TCAS II және TCAS 2000 жүйелерінің де жұмысын сипаттайды. Басқаша айтылмаған жағдайда, TCAS 2000-ге барлық сілтемелер TCAS II қамтиды.

TCAS 2000 АТС радиолокациялық транспондерлері үшін ICAO (Халықаралық азаматтық авиация ұйымы) стандарттарына сәйкес келеді. А, С және S үлгілері. ИКАО-ға мүше елдердегі халықаралық әуе бағыттарында орнатылған жерүсті әуе қозғалысын басқару радарлары әдетте ИКАО стандарттарына сәйкес келеді.

TCAS 2000 жүйесі жұмыс кезінде тек ICAO стандартына сәйкес келетін транспондерлерді басқаратын ұшақтарды ғана анықтай алады. ИКАО стандарттарына сәйкес келмейтін әуе кемелерін пайдаланатын транспондерлерді TCAS 2000 жүйесі анықтамайды. Кез келген әуе кеңістігінде ұшқан кезде әуе кемесінің экипажы үнемі әуе жағдайын мұқият қадағалап, дайындықта болуы керек. [3]

Бұл мақалада TCAS 2000 жүйесінің TCAS II жүйесімен салыстырғандағы артықшылықтарын анықтауға және болашақта Қазақстан Республикасының азаматтық авиациясында ұшу қауіпсіздігі мен жүйелілігін қамтамасыз ететін лайықты жүйелерді қолдануға мүмкіндік беретін салыстырмалы талдау берілген.

Ж.К.Азаматова

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ВОЗДУШНОГО СУДНА

*Аннотация.* В данной работе исследуется бортовая система предупреждения столкновения (БСПС) и ее дальнейшее развитие в целях повышения безопасности полета за счет расширения функциональных возможностей системы TCAS II и TCAS 2000. Автоматизация функций управления и, в частности, функций предотвращения конфликтных ситуаций в полете – один из самых эффективных путей развития бортовых и наземных авиационных радиоэлектронных систем, обеспечивающий значительное повышение безопасности полетов. В данной статье проводится сравнительный анализ, которое дает возможность определить преимущества системы TCAS 2000 по сравнению системой TCAS II и в дальнейшем применять в гражданской авиации Республики Казахстан достойные системы, которые будут обеспечивать безопасность и регулярность полета.

**Ключевые слова:** бортовая система предупреждения столкновения (бспс), автоматизация функций управления, выдача только предупреждений о воздушной обстановке (traffic alert only), зона предупреждения (warning area) и зона повышенного внимания (caution area).

Zh.K.Azamatova

## STUDY TRAFFIC ALERT AND COLLISION AVOIDANCE SYSTEM

**Abstract.** *In this paper we investigate the airborne collision avoidance system (ACAS) and its further development to enhance flight safety by expanding the functionality of the system TCAS II TCAS 2000. Automation and control functions and, in particular, the functions of preventing conflict situations in flight - one of the most effective ways of airborne and ground systems, avionics, providing a significant increase in safety. In this article, we conducted a comparative analysis, which allows us to determine the benefits of TCAS 2000 compared TCAS II system in the future be used in the civil aviation of the Republic of Kazakhstan decent system that will ensure the safety and regularity of flight.*

**Key words:** *Airborne Collision Avoidance System (ACAS), Automation of management functions, issue only warnings about the traffic situation (Traffic Alert Only), warning zone (Warning Area) and the zone of increased attention (Caution Area).*

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Предупреждение столкновений самолетов в воздухе (Электронный ресурс) <http://avia-simply.ru/sistema-tcas/> Система TCAS
2. <http://uaecis.com/files/els,ehs%20ukr.pdf> СПС-2000 (TCAS II) руководство по технической эксплуатации.
3. Глобальный аэронавигационный план применительно к системам CNS/АТМ. Том. I: Эксплуатационная концепция и общие принципы планирования. - Монреаль, ИКАО, 2000.
4. <http://www.vniira-ovd.com/index.php/ru/produksiya/bortovoe-oborudovanie/qakrobat-1q> Вниира-овд [продукция](#) / [бортовое оборудование](#) / акробат-1.
5. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Систем\\_предупреждения\\_столкновения\\_самолётов\\_в\\_воздухе](https://ru.wikipedia.org/wiki/Систем_предупреждения_столкновения_самолётов_в_воздухе).

### References

1. <http://avia-simply.ru/sistema-tcas/>
2. <http://uaecis.com/files/els,ehs%20ukr.pdf> SPS-2000 (TSAS II) rukovodstvo po tehnikeskoj ekspluatácii.
3. Global'nyj aeronavigacionnyj plan primenitel'no k sistemam CNS/ATM. Tom. I: Ekspluatacionnaya koncepciya i obshis principy planirovaniya. - Monreal', IKAO, 2000.
4. <http://www.vniira-ovd.com/index.php/ru/produksiya/bortovoe-oborudovanie/qakrobat-1q> Vniira-ovd produkciya /bortovoe oborudovanie /akrobat-1.
5. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_preduprezhdeniya\\_stolknoveniya\\_samol\\_yotov\\_v\\_vozduhe](https://ru.wikipedia.org/wiki/Sistema_preduprezhdeniya_stolknoveniya_samol_yotov_v_vozduhe).

Азаматова Ж.К.	МжПҚБМ, қауымдастырылған профессоры м.а., Дәулет Серікбаев атындағы ШҚТУ, Өскемен қ., Қазақстан республикасы. E-mail: <a href="mailto:zhanerkeaz@mail.ru">zhanerkeaz@mail.ru</a>
Азаматова Ж.К.	к.т.н., и.о. ассоцированного профессора «ШМиОПИ» ВКТУ им.Д.Серикбаева, Республика Казахстан E-mail: <a href="mailto:zhanerkeaz@mail.ru">zhanerkeaz@mail.ru</a>
Azamatova Zh.K.	EKTU named D. Serikbaev, associated professor school of metallurgy and mineral processing E-mail: <a href="mailto:zhanerkeaz@mail.ru">zhanerkeaz@mail.ru</a>

---

---

ЛОГИСТИКА, ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ, КӨЛІКТЕГІ ҚАУІПСІЗДІК  
ЛОГИСТИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ  
LOGISTICS, TRANSPORTATION ORGANIZATION, TRANSPORT SECURITY

---

---

IRSTI 73.01.11

[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_76](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_76)

<sup>1</sup>S. I. Iskenderova\*, <sup>1</sup>B.A. Kerimov

<sup>1</sup>National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan

\*[E-mail: sabina\\_islamowna@mail.ru](mailto:sabina_islamowna@mail.ru)

## THE SIGNIFICANCE OF USING THE LATEST IT TECHNOLOGIES IN LOGISTICS

**Abstract.** *The development of modern means of transport, information systems, communication systems and telecommunications open up great opportunities for the rapid dissemination of information, technology, goods and financial resources. Competitive advantages associated with the development of scientific and technological progress gradually began to lose their priority, and new competitiveness came to the forefront - flexibility, limited order fulfillment times, reliable and high-quality supplies, and the ability to choose.*

*The article discusses ways to optimize supply chains and delivery systems as the main ways to increase the efficiency of logistics activities of companies and enterprises. The essence of innovative technologies and the need for their implementation in the activities of modern enterprises is revealed. Highlighted advanced innovative technologies used in the operation of enterprise logistics systems.*

**Keywords:** *logistics, information technology, supply chain, development, efficiency.*

**Introduction.** The logistics industry is constantly evolving as businesses strive to find new and more efficient ways to deliver their products to consumers. This has led to a number of innovative solutions. However, as the logistics industry becomes more complex, so do the challenges that must be overcome. Despite these challenges, the field of logistics continues to innovate and evolve. This is driven by the ever-changing needs of businesses and consumers, as well as the desire to find new and more efficient ways of working.

Logistics is the process of planning, implementing and controlling the efficient flow and storage of goods, services and related information from the point of origin to the point of consumption in accordance with customer requirements.

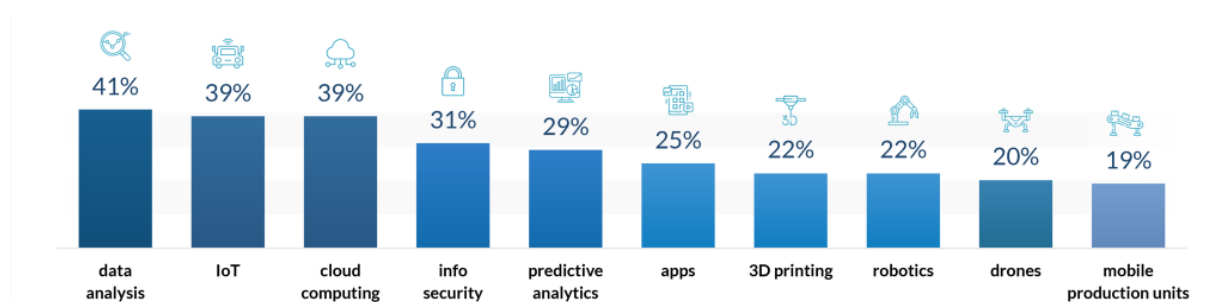
Logistics is important because it helps businesses move goods and services from production to consumption. Logistics plays a critical role in the supply chain, ensuring that goods and materials arrive at the right place, at the right time and in the right quantity. An efficient logistics system is essential for businesses to compete in today's global marketplace.

Logistics can be complex and costly, but it is necessary to ensure that goods and materials reach their final destination on time and at minimal cost. A well-functioning logistics system can help businesses save money, improve customer service and increase their competitiveness. Logistics is therefore a critical function for businesses of all sizes.

*Main part.* As the global economy continues to recover from the 2020 pandemic-induced recession, businesses will face a number of logistics challenges in the coming years. One of the biggest challenges will be the rising supply chain and shipping costs. Due to increased demand and inflationary pressures, the cost of goods and services is expected to rise significantly over the next few years. This will force businesses to either raise prices or find ways to cut their costs.

To remain competitive, businesses need to find ways to optimize their supply chains and delivery systems. This may include using technology to automate processes, reduce waste and improve efficiency. Additionally, businesses will need to find ways to cope with rising labor costs. One way to do this is to use technology to replace or supplement humans. The challenges businesses face over the next few years will be significant, but those who can adapt and find innovative solutions will have a good chance of success.

Supply chains are the lifeblood of most, if not all, businesses today. Keeping all components of the supply chain running smoothly ensures that a business can ensure timely delivery of products and services, especially given changing consumer demands and supply chain disruptions caused by the COVID-19 pandemic.

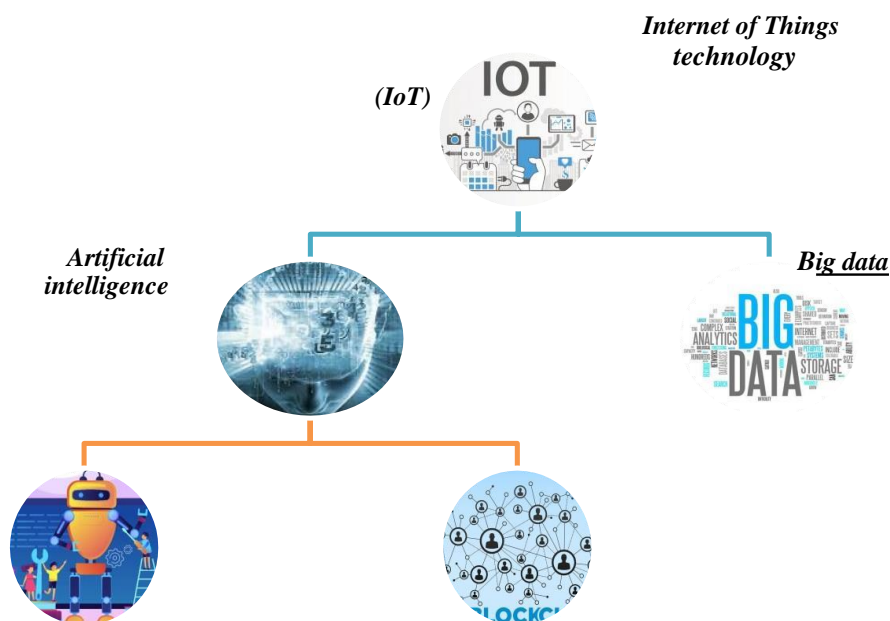


**Figure 1.** Technologies that have become a priority in the field of supply chain

As Figure 1 shows, technology is constantly evolving as companies strive to make life easier for consumers and businesses in various sectors.

Hence, choosing the right technology for various logistics companies in any business is important to gain a competitive advantage in today's environment.

Owing to modern technologies, companies can predict demand for products and thereby plan and coordinate their actions in advance. Let's look at some of them in Figure 2:



**Figure 2.** Innovative technologies used in logistics

Internet of Things (IoT) technology is one of the innovations in logistics. By 2023, IoT will be fully integrated into the logistics industry, increasing efficiency and reducing costs. IoT sensors will be used to track the movement of goods and products throughout the supply chain. This real-time data will enable better decision-making and coordination among various stakeholders. IoT-enabled devices will also be used to automate various logistics processes. Integrating IoT into the logistics industry will lead to a more efficient and cost-effective supply chain. This will benefit businesses and consumers and help further develop the economy.

Artificial intelligence is expected to play a big role in logistics innovation in 2023. The area where AI will have a big impact is in automated warehouses. These warehouses will use robots to pick and pack orders. This will lead to faster and more accurate order fulfillment. Additionally, AI will be used to manage inventory levels and forecast demand. This will help ensure inventory levels are maintained and orders are completed on time.

Robotics has been a game changer for logistics innovation and its impact is only expected to grow in the coming years. Here are some of the ways robotics is expected to continue to innovate the logistics industry in 2023 and beyond:

1. Increased use of collaborative robots
2. Improved warehouse management

And this in turn once again proves that digital transformation is one of the biggest logistics challenges that logistics companies face today. By introducing new technologies, there will be a real chance to be ahead of competitors and meet customer expectations. Innovation and technology will help businesses overcome challenges and improve efficiency. The most successful companies will be those that embrace change and implement new technologies to stay ahead of the competition.

*Conclusions.* Latest IT technologies and smarter decision making based on supply chain data are among the most important trends in the logistics industry for 2023. All of this contributes to increased sustainability, which will continue to be a central theme in providing competitive advantage for food storage and distribution.

С.И. Искендерова, Б.А. Керимов

### ЛОГИСТИКАДА СОҢҒЫ ІТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

*Аңдатпа.* Қазіргі заманғы көлік құралдарын, Ақпараттық жүйелерді, байланыс және телекоммуникация жүйелерін дамыту ақпаратты, технологияларды, тауарлар мен қаржы ресурстарын жылдам тарату үшін үлкен мүмкіндіктер ашады. Ғылыми-техникалық прогрестің дамуына байланысты бәсекелестік артықшылықтар біртіндеп өзінің басымдылығын жоғалта бастады, ал жаңа бәсекелестік артықшылықтар бірінші орынға шықты — икемділік, тапсырыстың шектеулі мерзімі, сенімді және сапалы жеткізілім, таңдау мүмкіндігі.

Мақалада компаниялар мен кәсіпорындардың логистикалық қызметінің тиімділігін арттырудың негізгі жолдары ретінде жеткізу тізбегі мен жеткізу жүйелерін оңтайландыру жолдары қарастырылған. Инновациялық технологиялардың мәні және оларды қазіргі заманғы кәсіпорындардың қызметіне енгізу қажеттілігі ашылды. Кәсіпорынның логистикалық жүйелерінің жұмысында қолданылатын озық инновациялық технологиялар бөлінді.

**Түйін сөздер:** логистика, ақпараттық технологиялар, жеткізу тізбегі, даму, тиімділік.

С.И. Искендерова, Б.А. Керимов

### ЗНАЧИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЕЙШИХ ІТ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИКЕ

*Аннотация.* Развитие современных средств транспорта, информационных систем, систем связи и телекоммуникаций открывает большие возможности для быстрого распространения информации, технологий, товаров и финансовых ресурсов. Конкурентные преимущества,

связанные с развитием научно-технического прогресса, стали постепенно утрачивать свою первостепенность, и на первое место вышли новые конкурентные преимущества — гибкость, ограниченные сроки выполнения заказа, надежные и качественные поставки, возможность выбора.

В статье рассмотрены способы оптимизации цепочек поставок и систем доставки как основных путей повышения эффективности логистической деятельности компаний и предприятий. Раскрыта сущность инновационных технологий и необходимость их внедрения в деятельность современных предприятий. Выделены передовые инновационные технологии, используемые в работе логистических систем предприятия.

**Ключевые слова:** логистика, информационные технологии, цепочка поставок, развитие, эффективность.

### Reference

1. Afanasenko I., Borisova V.: Tsifrovaya logistika: Uchebnik dlya vuzov, 2019.
2. [Dybskaya V.V., Zaitsev E. I., Sergeev V.I. Logistika. Integratsiya i optimizatsiya logisticheskikh bizness-protseessov v tsepyakh postavok: Uchebnik dlya MBA, M.: Eksmo, 2014.](#)
3. [Savenkova T.I.:](#) Logistika. Uchebnik dlya MBA, 2010.
4. Electronic resource: <https://logist.fm/publications/tehnologii-kotorye-izmenyat-logistiku>.
5. Electronic resource: <https://trans.ru/news/pandemiya-molnienosno-udarila-po-logistike-odnako-chast-kompanii-virosla-v-2022-godu-kak-eto-poluchilos-i-na-kakie-trendi-rinka-derzhat-orientir>.

Iskenderova Sabina Islam	teacher at the National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan, -mail: <a href="mailto:sabina_islamowna@mail.ru">sabina_islamowna@mail.ru</a>
Kerimov Balaga Assad	candidate of economic sciences, Associate Professor, Lecturer at the National Aviation Academy E-mail: <a href="mailto:bkarimov@naa.edu.az">bkarimov@naa.edu.az</a>

Искендерова Сабина Ислам гызы	Әзірбайжан Ұлттық авиация академиясының оқытушысы, Баку, Әзірбайжан, E-mail: <a href="mailto:sabina_islamowna@mail.ru">sabina_islamowna@mail.ru</a>
Керимов Балага Асад оглы	э. ф. к., доцент, Әзірбайжан ұлттық авиация академиясының оқытушысы, Баку, Әзірбайжан E-mail: <a href="mailto:bkarimov@naa.edu.az">bkarimov@naa.edu.az</a>

Искендерова Сабина Ислам гызы	преподаватель Национальной Авиационной Академии, Баку, Азербайджан, E-mail: <a href="mailto:sabina_islamowna@mail.ru">sabina_islamowna@mail.ru</a>
Керимов Балага Асад оглы	к.э.н., доцент, преподаватель Национальной Авиационной Академии, Баку, Азербайджан E-mail: <a href="mailto:bkarimov@naa.edu.az">bkarimov@naa.edu.az</a>



MPHTI 82.15.13

[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_81](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_81)<sup>1</sup>А.Сатаева, <sup>1</sup>Т.Ахметов, <sup>1</sup>Р.Д. Мусалиева\*<sup>1</sup>Академия логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан

\*E-mail: r.mussaliyeva@alt.edu.kz

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»

**Аннотация:** Оптимизация логистических процессов на основе инструментов бережливого производства является критически важной стратегией для предприятий, стремящихся сократить затраты и повысить свою эффективность. Принципы бережливого производства, такие как точно в срок, постоянное совершенствование и оптимизации процессов, могут быть применены к логистическим операциям для устранения действий, не добавляющих ценности, сокращения времени выполнения заказов и повышения производительности. Внедрение бережливой логистики может привести к значительной экономии средств, повышению удовлетворенности клиентов и улучшению конкурентных преимуществ.

**Ключевые слова:** бережливое производство, концепции, качества, стратегическое управление, эффективность управления.

**Введение.** Необходимость системы «Бережливое производство» связана с обеспечением высокой конкурентоспособности современного предприятия, усиления глобальной конкуренции на традиционных рынках сбыта. С этой целью имеет смысл обратиться к мировому опыту в сфере бережливого производства. Именно благодаря последовательному осуществлению идей Деминга, Джурана и Каори Ишикавы и других гуру, Япония, страна, более чем бедная природными ресурсами и разоренная войной, стала одной из богатейших стран мира.

Деминг предложил программу менеджмента качества, разработал принцип постоянного улучшения качества, которые произвели революцию в японской промышленности. Кросби предложил программу "0 дефектов". Фейгенбаум разработал принципы тотального управления качеством и параллельного (одновременного) инжиниринга. Ишикава придумал "круг качества", предложил диаграммы "причины - следствие" (диаграмма Ишикавы), разработал концепцию управления качеством, в котором участвует весь коллектив предприятия. Джуран разработал принцип "триад качества". Месинг предложил "справочник по качеству" как основной документ системы обеспечения качества предприятия [2].

Т. Конти анализирует наиболее известные модели качества: от модели ИСО, на которой базируется сертификация, до модели всеобщего управления на основе качества (TQM) и приводит примеры их практического использования [3]. Г. Тагути развил идеи математической статистики, относящиеся, в частности, к статистическим методам планирования эксперимента и контроля качества.

Именно благодаря вышеперечисленным авторам сложился менеджмент качества в его современном понимании. Противоречие между повышением качества и ростом эффективности производства было преодолено - применение новых идей управления позволило одновременно повышать качество и снижать затраты на производство.

*Основная часть.* В отличие от концепций качества TPS, LEAN и бережливое производство, что суть одно и то же, понимают качество не как обособленную систему, а как составную часть цельной производственной системы предприятия. Методики и инструменты, разработанные учеными для улучшения качества, в бережливом производстве адаптируются и эффективно применяются для улучшения остальных параметров процесса: техническая безопасность, время цикла, затраты на процесс, моральный климат для персонала. Сравнение концепций бережливого производства в зависимости от места происхождения и применения приведено в таблице 1.

**Таблица 1.** Концепции в области качества в зависимости от места происхождения и применения

Страна	Япония	США	Казахстан
Подход	Toyota Production System	LEAN Production	Бережливое производство
Описание подхода	Система ведения бизнеса, которая начала формироваться в 1945 году с приходом в компанию «Тойота» Тайти Оно. Основной упор делается на формирование философии постоянных, непрерывных улучшений.	Lean - бережливый, экономный, хорошо отлаженный, рациональный). Так американские менеджеры называли систему принципов и инструментов, используемых в «Тойота»	В практике систему «Lean» стали называть «Бережливым производством», которое в несколько видоизмененном и адаптированном виде представляет собой TPS с упором на инструменты и методы.

Под «Бережливым производством» нами понимается система управления, включающая следующие подсистемы:

- подсистема «Стратегическое управление» (концентрация на нуждах заказчика, управление по ключевым показателям эффективности, развертывание стратегических целей);

- подсистема «Процессы» (выявление и снижение потерь, организация непрерывного потока изделий, структурированное решение проблем);

- подсистема «Персонал» (постоянное совершенствование: кайзен и рационализаторство, командная работа, открытый обмен информацией), что в совокупности позволяет предприятию обеспечить инновационный базис управления, направленный на повышение производительности труда и конкурентоспособности продукции.

На большинстве предприятиях «бережливое производство» имеет ряд особенностей.

Во-первых, предприятия нацелены на быстрый результат от внедрения инструментов бережливого производства, которые бы не изменяли кардинально ситуацию на предприятии и не требовали бы изменений на уровне высшего руководства предприятий.

Во-вторых, предприятия готовы вкладывать значительные ресурсы в технологии и оборудование, которые, по мнению руководителей, позволяют совершить значительный рывок, тогда как постоянное и постепенное совершенствование является длительным процессом с неясным экономическим эффектом.

Несмотря на то, что практическое обеспечение принципов бережливого производства требует от предприятия достаточно серьезных усилий, сами они довольно просты. Всего их пять, и сформулировать их можно так (рис.1):



**Рисунок 1.** Основные принципы бережливого производства

Ключевой особенностью является блок оценки эффективности и разработки новых целей, что полностью соответствует философии «бережливого производства» и нацелено на постоянное совершенствование (таблица 2).

**Таблица 2.** Оценка эффективности внедрения системы «Бережливое производство»

Оцениваемые показатели		Удельный вес оценок экспертов, %										Ср. балл	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Подсистема «стратегическое управление»	Наличие стратегического управления	9			36		27	9	9		10	4,8	
	Наличие философии БП	10	-	-	18	9	18	45	-	-	-	5,5	
	Декларация и принципы БП	-	-	-	9	-	9	18	45	-	19	7,6	
	Вовлеченность высшего руководства, реализация личных проектов				18	9	18	36			10	9	5,7
	KPI - ключевые показатели эффективности	9	10	9	36	18	18						4,0
	Изучение требований потребителей	9	18	9	36	18	-	10	-	-	-		3,7
	Оценка удовлетворенности потребителей	9	18	19	18	18	9	9					3,8
Подсистема «персонал»	Обучение сотрудников	-	-	9	9	18	9	10	27	9	9	6,7	
	Сплоченность сотрудников	18	9	9	10	9	18	18	-	9	-	4,6	
	Наличие и качество кайдзен-предложений	-	-	-	-	9	27	18	37	9	-	7,1	
	Воспитание лидеров, исповедующих философию БП				18		9	45			19	9	5,3
	Создание самообучающейся организации				27	18	19			9	9	9	4,0
Подсистема «процессы»	Наличие 5С	-	9	-	9	9	18	27	28	-	-	6,2	
	Использование системы вытягивания	27	9	28	9	18	-	9	-	-	-	3,2	
	Равномерное распределение работ	9	10	9	-	42	9	-	-	-	-	4,2	
	Использование визуального контроля	-	9	27	-	36	9	10	9	-	-	4,7	
	Снижение потерь	9	-	9	-	27	36	9	10	-	-	5,3	
	Повышение качества продукции	9	-	9	9	18	27	18	-	-	10	5,5	
	Повышение качества обслуживания	18	-	9	18	-	36	9	10	-	-	4,7	
	Работа с поставщиками по БП	9	-	45	27	9	-	-	10	-	-	3,7	
	Работа с дилерами по БП	-	18	27	28	18	-	-	9	-	-	3,9	

Экспертная оценка эффективности внедрения системы «Бережливое производство» приведена на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Модель управления внедрением системы «Бережливое производство» 2-х организаций

Для повышения эффективности управления внедрением системы «Бережливое производство» необходимо грамотное использование инструментов бережливого производства. Инструменты бережливого производства — это простые решения, позволяющие увидеть возможности для улучшений, существенно сократить потери, постоянно совершенствовать весь спектр бизнес-процессов, повысить прозрачность и управляемость организации, использовать потенциал каждого сотрудника компании, повысить конкурентоспособность, получить существенный экономический эффект, не неся при этом крупных финансовых затрат [3].

Как свести потери к минимуму или устранить их совсем? Есть необходимость стремиться к целям, которые лежат в основе понятия бережливого производства (рис.3):



**Рисунок 3.** Цели бережливого производства

Главная цель бережливого производства - избавиться от потерь - действий, которые не создают ценность. Во всем мире потери стали называть японским словом муда (muda), которое означает любую деятельность, потребляющую ресурсы, но не создающую ценности.

В противовес ценностям, за которые клиент готов платить, в бережливой логистике есть и потери. Это все, что уменьшает ценность продукта или обходится компании без выгоды.



**Рисунок 4.** Восемь видов бережливого производства

Тайити Оно выделил 7 видов потерь в бережливом производстве [4] (рис 4):

1. Перепроизводство. Минимизация количества непроданной продукции снизит затраты на их хранение. Оно считал перепроизводство главным видом потерь, из-за которого возникают остальные проблемы.

2. Ожидания. Другими словами, это сокращение простоя операторов во время работы техники, а также избавление от разнообразных задержек и поломок оборудования. Все это тратит время на производство продукта и не добавляет ценности продукту.

3. Лишние запасы. Простаивающее место и склады запасов сырья, деталей или готовой продукции, а также незавершенное производство — это замороженные денежные средства, которые не идут на развитие бизнеса.

4. Транспортировка. Не стоит забывать об оптимизации транспортировки деталей и готового продукта. Каждое перемещение увеличивает риски задержек или повреждений, а также повышает общие расходы на транспортировку.

5. Лишние движения людей. Лишние перемещения работников тратят в сумме немало времени. Это наверняка может привести к повышению стоимости продукта без увеличения его ценности.

6. Брак. Сокращение вероятности дефектов на производстве помогает сохранить финансы, а также временные и рабочие ресурсы.

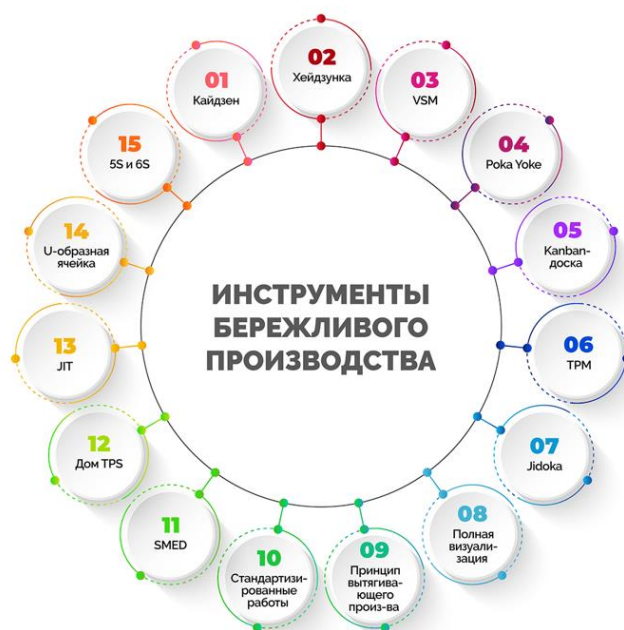
7. Ненужная обработка. Излишняя или неправильная обработка комплектующих, а иногда и целые лишние этапы обработки также приводят к временным и финансовым потерям.

В конце 20-го века Джеффри Лайкер, автор книги о производственной системе Toyota, добавил восьмой вид.

8. Нереализованный потенциал сотрудников. Потери в виде неиспользованного потенциала сотрудников, упущение новых и свежих идей негативно сказываются на ценности производимого продукта.

Бережливое производство включает в себя набор инструментов, которые способствуют выявлению и устранению потерь компании, возникновения проблем. Потери могут возникнуть из-за неравномерной рабочей загрузки, переработок или ошибок в распределении финансов.

Ниже приведены все самые распространенных инструменты, используемые в бережливом производстве (рис.5).



**Рисунок 5.** Инструменты бережливого производства

Нужны ли логистической отрасли «бережливые» решения? Безусловно. Прежде всего, Lean Management позволяет транспортно-логистической отрасли эффективно управлять ограниченными ресурсами, чтобы достигать большего при наименьших затратах.

Lean Management помогает повышать удовлетворенность Клиентов. Более того, с его помощью можно усовершенствовать даже самые сложные процессы в компании. Концепция «бережливого управления» учит рассматривать задачи

всесторонне и смотреть на вопросы с разных точек зрения, чтобы ничего не упустить.

У логистической отрасли, как и у других сегментов промышленности, есть свои особенности и сложные процессы. Это приводит к тому, что оптимизация сложных, продвинутых и иногда непредсказуемых операций является серьезной задачей для Lean-Менеджера. Здесь необходимо учитывать многие факторы, в том числе, изменчивость (которая возникает в каждой области), человеческий фактор, ограниченные ресурсы и ожидания владельцев и других участников процесса [5,6].

Что интересно, в транспортно-логистической отрасли иногда сложно увидеть сам процесс, так как он протекает в компьютерах или головах сотрудников. Поэтому здесь все совершенно иначе, чем, например, на производственных заводах. Конечно, это затрудняет анализ процессов.

Lean-Менеджер должен основывать свою работу на конкретных данных и фактах, связанных с процессом. Кроме того, операции должны быть визуализированы – особенно те, которые не видны невооруженным глазом. Только после этого можно приступать к комплексному анализу. В «бережливых» решениях нет места догадкам и предположениям: процессом руководят только четкие факты.

Примеры использования «бережливых» решений в транспортном бизнесе: во-первых, это техника VOC (*англ. Voice of Customer, голос потребителя*). Она делает упор на активное слушание голоса Клиента, прогнозирование результатов и в итоге – реализацию потребностей Заказчика [7].

Во-вторых, SOP (*англ. Standard Operating Procedure, стандартная рабочая процедура*). Подобные стандартные процедуры реализации процессов ускоряют операции и гарантируют высокое качество обслуживания.

Стоит также упомянуть концепцию CRM (*англ. Customer Relationship Management, система управления взаимоотношениями с клиентами*). Она проявляется в управлении взаимоотношениями с Клиентами и компаниями-партнерами.

Хорошим инструментом является и принцип JIT (*Just In Time, четко по времени*). Этот подход концепции «Lean Management» говорит о том, что процессы и их продукты реализуются точно в срок. Мы готовим документы только тогда, когда это необходимо. Не стоит выполнять эту работу раньше, потому что что-то может измениться, и тогда придется готовить документы снова. Не рекомендуется и формировать пакет документов позже, чем нужно, потому что это негативно влияет на качество работы с Клиентом.

Следует помнить, что все эти концепции должны сопровождаться непрерывным улучшением процесса и конструктивным решением проблем (*Problem Solving, решение задач*).

*Выводы.* «Завтрашний» Lean Management перейдет на следующий этап, которым является Robotic Process Automation (RPA). Так называется



автоматизации и цифровизации процессов, которые ранее уже были оптимизированы с использованием инструментов Lean.

Стоит отметить, что RPA не заменит концепции Lean, а лишь расширит возможности и инструменты для оптимизации процессов. Также нельзя забывать: автоматизировать можно только те операции, которые ранее были упорядочены и имеют стандартизированный и повторяющийся процесс. Поэтому все процессы связаны друг с другом, и для успешного перехода на следующий этап нужно грамотно завершить предыдущий.

Безусловно, бережливое производство, как и любой другой подход в администрировании рабочих процессов и управлению, сложно назвать панацеей для абсолютно каждого бизнеса или организации. Выбор методологии управления проектами - ответственная и комплексная задача, которая включает в себя много нюансов и аналитики. Если вы не знаете, как выбрать методологию управления проектами, начните с изучения основ каждой из них.

Тем не менее, популярность управления Lean оправдана. Ведь в основе этой методологии управления проектами лежат две крайне важные ценности, которые стремятся привести конечный результат к идеалу:

- непрерывное совершенствование.
- уважение к людям.

Именно поэтому методология бережливого производства стала набирать популярность, и сегодня применяется во многих профессиональных сферах и организациях по всему миру. Бережливое производство включает в себя множество инструментов для грамотного управления, повышения качества. Внедрение нужных инструментов, технологий и планирование помогут решить проблемы бизнеса, повысив качество услуг.

А.Сатаева, Т.Ахметов, Р.Д. Мусалиева

## "ҮНЕМДІ ӨНДІРІС" ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ ӘДІСТЕМЕСЫН ЗЕТТЕУ

*Аңдатпа.* Үнемді өндіріс құралдарына негізделген логистикалық процестерді оңтайландыру шығындарды азайтуға және олардың тиімділігін арттыруға ұмтылатын кәсіпорындар үшін маңызды стратегия болып табылады. Уақыт өте келе, процестерді үнемі жетілдіру және оңтайландыру сияқты үнемді өндіріс принциптерін логистикалық операцияларға құндылықты қоспайтын әрекеттерді жою, тапсырыстарды орындау уақытын қысқарту және өнімділікті арттыру үшін қолдануға болады. Үнемді логистиканы енгізу айтарлықтай шығындарды үнемдеуге, тұтынушылардың қанағаттанушылығын арттыруға және бәсекелестік артықшылықтарды жақсартуға әкелуі мүмкін.

*Түйін сөздер:* үнемді өндіріс, тұжырымдамалар, сапалар, стратегиялық басқару, басқару тиімділігі.

A. Sataeva Alua, T. Akhmetov, R. Musalieva

## RESEARCH ON THE METHODOLOGY OF IMPLEMENTING THE LEAN MANUFACTURING SYSTEM

**Abstract:** *Optimization of logistics processes based on lean manufacturing tools is a critically important strategy for enterprises seeking to reduce costs and increase their efficiency. Lean manufacturing principles such as just-in-time, continuous improvement, and process optimization can be applied to logistics operations to eliminate non-value-adding activities, reduce lead times, and increase productivity. The introduction of lean logistics can lead to significant cost savings, increased customer satisfaction and improved competitive advantages.*

**Keywords:** *lean manufacturing, concepts, quality, strategic management, management efficiency.*

### Список использованной литературы

1. Влад Лившиц. Век бережливого производства. - М: ИКСИ, 2017.- 113 с.
2. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции. Издательство: Экономика. 1986. - 471с.
3. Бурасов Д.А. Анализ проблем внедрения системы менеджмента бережливого производства на промышленных предприятиях // Международный студенческий научный вестник. – 2021. – № 2.
4. Электронный ресурс: <https://neiros.ru/blog/management/kak-berezhlyvoe-proizvodstvo-pomozhet-i-dlya-kakogo-biznesa-podoydet/>
5. Вумек Джеймс П., Джонс Даниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. -М.: Альпина Бизнес Букс, 2017.- 192 с.
6. Голоктеев К., Матвеев И. Управление производством: инструменты, которые работают., — СПб.: Питер, 2017–245 с.
7. Деннис П. Хоббс. Внедрение бережливого производства: Практическое руководство по оптимизации бизнеса. М.: Гревцов Паблишер, 2017–235 с.

### References

1. Vlad Livshits. Aryq óndiris gasyry. - M: IXI, 2017.- 113 b.
2. Feigenbaum a. ónim sapasyn baqylaý. Baspa: Ekonomika. 1986. - 471s.
3. Býrakov d. a. ónerkásiptik kásiporyndarda únemdi óndiris menedjmenti júiesin engizý máselelerin taldaý // Halyqaralyq stýdentik gylymı habarshy. – 2021. – № 2.
4. Elektrondyq resýrs: <https://neiros.ru/blog/management/kak-berezhlyvoe-proizvodstvo-pomozhet-i-dlya-kakogo-biznesa-podoydet/>
5. Výmek Djeims P., Djons Daniel T. aryq óndiris. Shygyndardan qalal qutylýga jáne kompaniańyzdyń órkendeýine qol jetkizýge bolady. - M.: Alpi Biznesi, 2017.- 192 b.

6. Golokteev k., Matveev 1. óndiristi basqarý: jumys istetin quraldar., - Sankt-Peterbýrg.: Piter, 2017-245 B.

7. Dennis P. Hobbs. Aryq óndiristi engizý: bıznesti óntailandyryǵa arnalǵan praktikalıyq nusqaýlyq. M.: Grevsov Pablsher, 2017-235 B.

<b>Сатаева Алуа</b>	магистрант Академии логистики и транспорта, г.Алматы, Казахстан; E-mail: a.sataeva@alt.edu.kz
<b>Сатаева Алуа</b>	Логистика және көлік академиясының магистранты, Алматы қ., Қазақстан; E-mail: a.sataeva@alt.edu.kz
<b>Sataeva Alua</b>	graduate student of the Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; E-mail: a.sataeva@alt.edu.kz

<b>Ахметов Темирлан</b>	магистрант Академии логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан; E-mail: t.akhmetov@alt.edu.kz
<b>Ахметов Темірлан</b>	Логистика және көлік академиясының магистранты, Алматы қ., Қазақстан; E-mail: t.akhmetov@alt.edu.kz
<b>Akhmetov Temirlan</b>	graduate student of the Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; E-mail: t.akhmetov@alt.edu.kz

<b>Мусалиева Роза Джалиловна</b>	к.т.н., асс.профессор Академии логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан; E-mail: r.mussaliyeva@alt.edu.kz
<b>Мусалиева Роза Жалилова</b>	т.ғ. к., асс.логистика және көлік академиясының профессоры, Алматы қ., Қазақстан; E-mail: r.mussaliyeva@alt.edu.kz
<b>Musalieva Roza</b>	Ph.D., Associate Professor of the Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; E-mail: r.mussaliyeva@alt.edu.kz

=====

**КОМПЬЮТЕРЛІК ҒЫЛЫМДАР, АСПАП ЖАСАУ ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУ**  
**КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ, ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**  
**COMPUTER SCIENCE, INSTRUMENTATION AND AUTOMATION**

=====

**МРНТИ 81.93.29**

**[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2023\\_31\\_4\\_92](https://doi.org/10.53364/24138614_2023_31_4_92)**

**<sup>1</sup>Б.Е.Садуақасова\*, <sup>1</sup>Ж.М. Бекаулова <sup>2</sup>Г.У. Маматова**

<sup>1</sup>Международный университет информационных технологий,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени Аль-фараби,

г. Алматы, Казахстан

\*E-mail: tokenovabatima@gmail.com

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ  
В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ**

***Аннотация:** в настоящее время в банковской сфере происходят значительные изменения, связанные с применением технологии Big Data. Это открывает новые возможности для управления рисками и повышения эффективности банковских систем. В данной статье рассматривается применение технологии Big Data в управлении рисками в банковской сфере, а также описываются основные преимущества и вызовы, связанные с этим процессом. Кроме того, приводятся примеры успешного применения Big Data в риск-моделировании, анализе данных и прогнозировании рисков.*

***Ключевые слова:** Big Data, управление рисками, стратегии риска, кибербезопасность.*

***Введение.** Современные банки сталкиваются с рядом вызовов, связанных с рисками, которые могут оказаться опасными для их деятельности и стабильности. Такие риски могут включать операционные, кредитные, рыночные и ликвидностные риски. Традиционные методы управления рисками, основанные на статистическом анализе и экспертных оценках, уже не способны эффективно работать с огромными объемами данных, с которыми сталкиваются банки в современной экономике. Вместе с тем, эти данные могут содержать ценную информацию, способную помочь в принятии решений и управлении рисками. В этой связи, применение технологии Big Data становится ключевым фактором в управлении рисками в банковской сфере.*

*С учетом возрастающего объема поступающих данных, и важности работы с данными для развития бизнеса, возникает необходимость развития архитектуры накопления и хранения данных, использование имеющихся данных*

для улучшения взаимодействия с клиентом и повышения эффективности процессов на базе машинного обучения (ML) и искусственного интеллекта (AI). Все эти функции несет в себе технология BIG DATA, которая раскрывает огромный потенциал возможностей аналитики на основе имеющихся данных. Изучая наборы больших данных (демография, ключевые характеристики, продукты, транзакции, онлайн/ мобайл- платежи) можно найти неочевидные связи, с помощью которых можно спрогнозировать вероятный поток активных клиентов, построить модели продаж с высокой вероятностью возвратности [1].

*Основная часть.* Big Data – это серия подходов, технологий и методов, предназначенных для решения проблемы обработки больших объемов, структурированных и неструктурированных данных для получения результатов, которые человек способен воспринять. Big Data следует отличать от обычного анализа объемов информации. Большая часть объемов данных представлена в нетрадиционном, неструктурированном для БД формате, таком как: веб-журналы, видеозаписи, текстовые документ, машинный код. Эти данные разбросаны по различным хранилищам, иногда находящимся за пределами фирмы.

В результате исследования технология обработки больших объемов информации сводится к трем основным направлениям, решающим три типа задач: хранение и обработка поступающих данных в гигабайты, терабайты и зеттабайты; структурирование различных видов информации: текстов, аудио, видео, фотографий; анализ Big Data и применение методов обработки неструктурированной информации.

Риск представляет собой возможность возникновения потерь или убытков для банка, а также отсутствие запланированных доходов в полном объеме, ухудшение ликвидности и другие негативные последствия в ходе различных событий, связанных с внутренней или внешней средой банка.

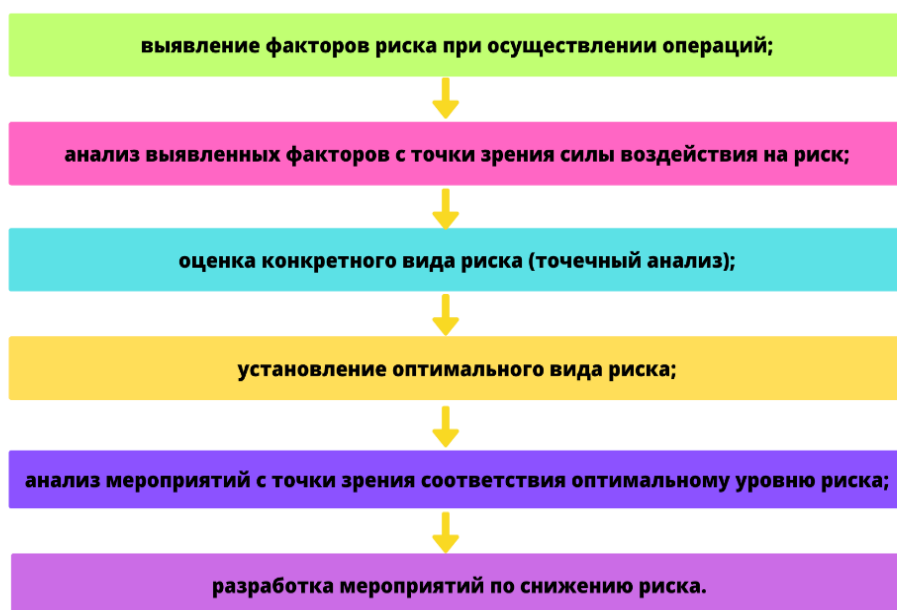
Управление банковскими рисками необходимо для снижения возможных убытков, и для этого банк принимает противодействующую политику. Риски можно классифицировать на внутренние и внешние. Внешние риски связаны с факторами, которые не зависят от деятельности банка, а контактная аудитория — это группы людей, юридические и физические лица, связанные с банком. Внутренние риски, напротив, связаны с деятельностью самого банка, его клиентами и контрагентами. Они зависят от таких факторов, как бизнес-активность руководства, выбор маркетинговой стратегии и другие.

Организационная структура управления рисками в банке формируется с учетом определенных требований. Эти требования включают отсутствие конфликта интересов и независимость отделов, занимающихся анализом, оценкой и контролем рисков, от отделов, деятельность которых может стать источником рисков. Компетенция и функциональные обязанности участников организационной структуры системы управления рисками определены уставом

банка, положениями о коллегиальных органах и структурных подразделениях банка.

Все банки должны осуществлять контроль над уровнем риска с помощью разработки "стратегии риска", которая включает несколько этапов, изображенных на рисунке 1.

Моделирование рисков является важным аспектом в банковской индустрии, так как помогает разрабатывать новые стратегии для оценки производительности. Особое внимание уделяется моделированию кредитного риска, чтобы предсказать способность заемщика погасить кредит. Различные факторы кредитного риска, делают его сложной задачей для банков. Банки используют моделирование рисков для анализа уровня дефолтов и разработки стратегий для укрепления своих кредитных схем. Big Data и наука о данных также используются для анализа и классификации неплательщиков, что позволяет принять меры по кредитам с высоким риском. Моделирование рисков также применяется в общей деятельности банка, где аналитические инструменты используются для количественной оценки и мониторинга эффективности банков [2].



**Рисунок 1.** Этапы разработки стратегии риска

Управление рисками играет значительную роль в деятельности финансовых организаций. Ведение бизнеса всегда сопряжено с различными рисками, и управление рисками направлено на оптимизацию доходности предприятий и сокращение возможных убытков. Люди, занимающиеся управлением рисками, неизбежно владеют навыками анализа данных. Поле управления рисками сильно опирается на информацию, и специалисты в этой области долгое время применяют аналитические методы. Финансовые

учреждения, фактически, являются центрами данных и были первопроходцами в области анализа информации. Однако, в последние десятилетия объемы данных резко возросли, и эра больших данных предложила новые технологии, которые помогают нам анализировать эти огромные объемы данных.

Применение технологии Big Data в управлении рисками в банке может иметь следующие преимущества:

1. Обработка больших объемов данных: Big Data позволяет собирать, хранить и анализировать огромные объемы данных, включая структурированные и неструктурированные данные, которые могут быть использованы для идентификации и анализа риска.

2. Увеличение точности: Анализ больших данных может помочь выявить скрытые связи и закономерности, которые могут быть незаметны в меньших объемах данных. Это позволяет банкам прогнозировать и оценивать риски более точно и принимать более обоснованные решения.

3. Раннее обнаружение рисков: Анализ больших данных позволяет банкам выявлять риски на ранней стадии и принимать меры по их управлению до того, как они обернутся серьезными проблемами. Это позволяет банкам минимизировать потери и улучшить свою реакцию на риски.

4. Улучшение уровня обслуживания клиентов: Большие данные могут помочь банкам понять своих клиентов и предлагать им индивидуальные решения и услуги, основанные на их потребностях и рисках. Это улучшает качество обслуживания клиентов и укрепляет их доверие к банку.

5. Сокращение затрат: Анализ больших данных может помочь банкам оптимизировать свои процессы и ресурсы, улучшить эффективность и снизить издержки. Например, банки могут использовать аналитику данных для определения наиболее выгодной стратегии кредитования и принятия решений о кредитоспособности заемщика.

6. Более эффективные модели оценки рисков: Анализ больших данных позволяет банкам собирать информацию о рисках из различных источников, включая социальные сети, интернет-форумы, новостные сайты и т. д. Это позволяет создавать более точные модели оценки рисков и прогнозировать их динамику.

В целом, применение технологии Big Data в управлении рисками в банке может улучшить анализ, предсказательность и эффективность процессов управления рисками, что помогает минимизировать потери и повысить безопасность и устойчивость банка [3].

Применение технологии Big Data в управлении рисками в банке может привести к следующим вызовам:

1. Объем данных: Big Data предполагает работу с огромным объемом данных, что может создавать сложности в их сборе, хранении, обработке и анализе. Банкам может потребоваться значительные ресурсы для такой работы.

2. Качество данных: важно убедиться, что данные, используемые для анализа, достоверны, актуальны и не содержат ошибок. Ошибки или неточности в данных могут привести к некорректным результатам и затруднить принятие правильных решений.

3. Конфиденциальность и безопасность: Большие объемы данных требуют особой осторожности в обеспечении их безопасности и конфиденциальности. Банки должны гарантировать защиту данных клиентов и соблюдение требований к обработке персональных данных.

4. Несоблюдение регуляторных требований: В банковском секторе существуют строгие регуляторные требования относительно хранения, обработки и использования данных. Применение технологии Big Data может вызвать проблемы с соблюдением этих требований, и банкам придется разработать соответствующие политики и процедуры для обеспечения соблюдения всех необходимых правил и стандартов.

5. Сложность анализа данных: с точки зрения анализа данных, возникают сложности из-за их объема и многообразия. Необходимо разрабатывать комплексные алгоритмы и методы анализа данных, чтобы извлечь ценные инсайты для принятия решений.

6. Неоднородность данных: Банки имеют дело со множеством разнородных данных, полученных из различных источников. Это может привести к сложностям при их интеграции и стандартизации, а также к разнообразию форматов и структур данных.

Банки, которые успешно применяют технологию Big Data в управлении рисками, должны активно работать над решением этих вызовов, чтобы получить максимальную пользу от анализа больших данных и снизить риски.

Несмотря на то, что мы долгое время применяем анализ рисков, новая эпоха науки о данных предлагает нам сложные методы и преимущества, недоступные с использованием традиционных подходов. Давайте рассмотрим несколько областей управления рисками, которые находятся под влиянием науки о данных [4].

1. Оценка рисков и мониторинг: Финансовые учреждения генерируют огромные объемы данных, включающих банковские транзакции, поведение клиентов, колебания рыночных цен и экономические показатели. Аналитика данных может быть использована для исследования и анализа этих больших данных с целью снижения рисков. Так как у нас есть дело с несколькими массивами данных, методы науки о данных оказываются очень полезными при изучении и анализе этих данных с различных ракурсов. Такой анализ позволяет менеджерам по управлению рисками быстрее выявлять потенциальные риски и принимать более эффективные меры их снижения в практически реальном времени. Банки могут использовать большие данные для анализа кредитных историй клиентов и предсказания рисков дефолта. Это помогает управлять портфелем кредитов и принимать решения о выдаче новых кредитов.



2. Предсказание кредитного риска с помощью анализа данных: Банки могут использовать большие данные, чтобы лучше понять своих клиентов и их поведение, что помогает в принятии решений о кредитовании, финансовом планировании и других аспектах управления рисками. В области кредитного риска, наука о данных может быть использована для создания прогностических моделей, которые помогут более надежно оценивать кредиты и заемщиков. Кроме стандартных наборов данных, таких как кредитная история, данные о банковских транзакциях, демографические данные и доход, модели также могут включать новую информацию из социальных сетей и маркетинговых данных для более глубокого понимания поведения клиентов. Например, важные события в жизни, такие как развод или рождение ребенка, могут быть использованы как дополнительная информация. Комбинируя традиционные данные с новыми источниками, риск-менеджеры могут создать надежные показатели риска. Большая аналитика данных также поможет банкам обнаруживать ранние сигналы предупреждения в сфере обслуживания кредитов. Например, основываясь на сообщениях клиентов в социальных сетях, можно получить представление о том, будет ли заемщик продолжать погашать свой кредит.

3. Борьба с отмыванием денег: Борьба с отмыванием денег и делами о терроризме является дорогостоящей для банков, так как отрасль стремится к полной нулевой терпимости и сталкивается с огромными штрафами за такие операции. Однако традиционные методы обнаружения и предотвращения отмывания денег, основанные главным образом на правилах и поиске, имеют значительные ограничения. Например, системы по борьбе с отмыванием денег могут возбудить тревогу при увиденном ключевом слове. Такие методы не очень эффективны и требуют много времени, так как сотрудникам по обнаружению и предотвращению отмывания денег приходится ручным образом проверять большое количество транзакций и отчетов, что приводит к ошибкам. С использованием Big Data и науки о данных практика в области борьбы с отмыванием денег может быть существенно улучшена. С использованием статистического анализа и визуализации как структурированных, так и неструктурированных данных, скрытые закономерности и связи между счетами и транзакциями могут быть выявлены, что затем повысит возможность обнаружения подозрительных транзакций. Современные методы могут быть использованы для получения актуальной информации в режиме реального времени и предотвращения отмывания денег с самого начала.

4. Предотвращение мошенничества: с помощью анализа больших данных банки могут выявлять аномальное поведение клиентов и обнаруживать потенциальные случаи мошенничества. Данные могут включать транзакции, поведение клиента и другие факторы, которые могут указывать на необычные действия.

5. Улучшение предсказания рыночных рисков: Большие данные могут помочь банкам анализировать и прогнозировать рыночные риски, такие как

колебания цен акций, валютные колебания и экономические тренды. Это позволяет принять меры по снижению риска и реагировать на изменения на рынке.

6. Прогнозирование рисков кибербезопасности: с помощью анализа больших данных банки могут определять потенциальные уязвимости в системах и прогнозировать риски в области кибербезопасности. Это позволяет предпринять соответствующие меры по защите от кибератак и снизить потенциальные убытки.

Это лишь несколько примеров успешного применения технологии Big Data в управлении рисками в банке. Большие данные могут быть использованы в разных аспектах управления рисками и помогают банкам принимать более обоснованные и точные решения.

*Заключение.* Таким образом, в данной статье было рассмотрено применение технологии Big Data в управлении рисками в банковском секторе. Большие объемы данных, доступные в банковской сфере, могут быть успешно анализированы и использованы для прогнозирования рисков и принятия обоснованных решений.

Big Data позволяет банкам собирать, хранить и анализировать информацию о клиентах, транзакциях и внешних факторах, таких как экономические и политические события. Анализ этих данных позволяет выявлять тенденции и паттерны, предсказывать возможные риски, а также разрабатывать эффективные стратегии управления рисками.

Применение технологии Big Data в управлении рисками в банковском секторе позволяет снижать финансовые потери и обеспечивать безопасность клиентов. Банки могут применять алгоритмы машинного обучения для автоматизации процессов принятия решений, повышения точности оценки рисков и ускорения реакции на изменения внешней среды.

Однако использование технологии Big Data также сопряжено с некоторыми вызовами, такими как обеспечение конфиденциальности и защиты данных клиентов, а также правильного использования и интерпретации больших объемов информации. Банки должны обеспечить соответствие правилам и законам в области данных, а также обучать своих сотрудников в области анализа данных.

В целом, применение технологии Big Data в управлении рисками в банковском секторе имеет большой потенциал для повышения эффективности и точности прогнозирования рисков, а также для обеспечения безопасности и защиты клиентов. Правильное использование и анализ больших объемов данных могут стать ключевым фактором успеха в банковской отрасли и помочь банкам наращивать свою конкурентоспособность.

Б.Е.Садуакасова, Ж.М. Бекаулова, Г.У. Маматова

## БАНК СЕКТОРЫНДАҒЫ ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУДА BIG DATA ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

*Аңдатпа.* Қазіргі уақытта банк саласында Big Data технологиясын қолдануға байланысты елеулі өзгерістер орын алуда. Бұл тәуекелдерді басқарудың және банк жүйелерінің тиімділігін арттырудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Бұл мақалада Big Data технологиясын банк саласындағы тәуекелдерді басқаруда қолдану қарастырылады, сонымен қатар осы процеске байланысты негізгі артықшылықтар мен сын-қатерлер сипатталған. Сонымен қатар, Big Data-ны тәуекелді модельдеуде, деректерді талдауда және тәуекелді болжауда сәтті қолдану мысалдары келтірілген.

*Түйін сөздер:* Big Data, тәуекелдерді басқару, тәуекел стратегиялары, киберқауіпсіздік.

B.E. Sadvakasova, J.M. Bekaulova, G.U. Mamatova

## APPLICATION OF BIG DATA TECHNOLOGY IN RISK MANAGEMENT IN THE BANKING SECTOR

*Abstract.* Currently, significant changes are taking place in the banking sector related to the implementation of Big Data technology. This opens up new opportunities for risk management and increasing the efficiency of banking systems. This article discusses the application of Big Data technology in risk management in the banking sector, as well as describes the main advantages and challenges associated with this process. In addition, examples of successful implementation of Big Data in risk modeling, data analysis, and risk forecasting are provided.

*Key words:* Big Data, risk management, risk strategies, cybersecurity.

### Список литературы

1. Ковалева Н.А. Актуальные аспекты модернизации банковского сектора в условиях современной экономики // Финансовые рынки и банки. 2020. №2. С.58-62.
2. Ахметов С. Большие данные в Казахстане: о крупном заказчике, кадрах и перспективах. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://kapital.kz/tehnology/71257/big-data-v-kazakhstan-e-o-krupnom-zakazchike-kadrakh-i-perspektivakh.html> (дата обращения: 09.08.2018).
3. Меркушев В. Зачем казахстанским банкам цифровая идентификация. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://kapital.kz/experts/84730/zachem-kazakhstanskim-bankam-tsifrovaya-identifikatsiya.html> (дата обращения: 19.02.2020).

4. Хоссейн Х., Сюй Х., Эммануэль С.С. (2018), Цифровизация и анализ больших данных в банковском деле. Большие данные и когнитивные вычисления, 2(3), 18.

5. Big Data простым языком / Благирев А. П., Хапаева Н. // Бизнес-бук, АСТ. - 2019 г.

### References

1. Kovaleva N.A. Aktual'nye aspekty modernizacii bankovskogo sektora v usloviyah sovremennoj jekonomiki // Finansovye rynki i banki. 2020. №2. S.58-62.

2. Ahmetov S. Big Data v Kazahstane: O krupnom zakazchike, kadrah i perspektivah. [Electronic resource] – access Mode. – URL: <https://kapital.kz/tehnology/71257/big-data-v-kazahstane-o-krupnom-zakazchike-kadrah-i-perspektivakh.html> (date of treatment: 09.08.2018).

3. Merkushev V. Zachem kazahstanskim bankam cifrovaja identifikacija. [Electronic resource] – access Mode. – URL: <https://kapital.kz/experts/84730/zachem-kazahstanskim-bankam-tsifrovaya-identifikatsiya.html> (date of treatment: 19.02.2020).

4. Hossein, H., Xu, H., Emmanuel, S.S. (2018), Digitalisation and big data mining in banking. Big Data and Cognitive Computing, 2(3), 18.

5. Big Data in simple language / Blagirev A. P., Khapaeva N. // Business shit, AST. – 2019.

<b>Садуакасова Батима Ериккызы</b>	магистр, Международный Университет Информационных Технологий, Казахстан, г. Алматы, Казахстан, E-mail: <a href="mailto:tokenovabatima@gmail.com">tokenovabatima@gmail.com</a>
<b>Садуакасова Батима Ериккызы</b>	магистр, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: <a href="mailto:tokenovabatima@gmail.com">tokenovabatima@gmail.com</a>
<b>Saduakasova Batima Erikkyzy</b>	Master, International Information Technology University (ITU), Kazakhstan, Almaty, E-mail: <a href="mailto:tokenovabatima@gmail.com">tokenovabatima@gmail.com</a>

<b>Бекаулова Жансая Мухамедикызы</b>	магистр, старший преподаватель кафедры Компьютерная инженерия, Международный Университет Информационных Технологий, Казахстан, г. Алматы, Казахстан, E-mail: <a href="mailto:zh.muhamedievna@gmail.com">zh.muhamedievna@gmail.com</a>
<b>Бекаулова Жансая Мухамедикызы</b>	магистр, компьютерная инженерия кафедрасының аға оқытушысы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: <a href="mailto:zh.muhamedievna@gmail.com">zh.muhamedievna@gmail.com</a>
<b>Bekaulova Zhansaya Muhamedikyzy</b>	Master, Senior Lecturer of the Department of Computer Engineering, International Information Technology University (ITU), Kazakhstan, Almaty, E-mail: <a href="mailto:zh.muhamedievna@gmail.com">zh.muhamedievna@gmail.com</a>

<b>Маматова Гульнар Угизбаевна</b>	к.ф.-м.н., ассоциированный-профессор, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, E-mail: <a href="mailto:mamatovag@mail.ru">mamatovag@mail.ru</a>
<b>Маматова Гульнар Угизбаевна</b>	т.ғ.к., доцент, Әл-Фараби атындағы ҚазақҰлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: <a href="mailto:mamatovag@mail.ru">mamatovag@mail.ru</a>
<b>Mamatova Gulnar Ugizbaevna</b>	Ph.D., associate professor, Al-Farabi Kazakh National University, e-mail: <a href="mailto:mamatovag@mail.ru">mamatovag@mail.ru</a> .

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ  
АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР  
INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Davydov Iskandar** - Senior Lecturer of the Department of Aviation Engineering and Diagnostics, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov (St. Petersburg State University of Aviation named after A.A. Novikov):

**Kondryakova Margarita** - Senior Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Computer Science, St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov (St. Petersburg State University of Aviation named after A.A. Novikov), E-mail: ritakondr1@gmail.com;

**Keribayeva Talshyn** - Senior Lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan:

**Rysbekova Ainara** - Lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan:

**Seifula Gulzhan** - Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan:

**Abdimatova Tolkyn** - Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan:

**Toilybai Ozgeriskhan** - Lecture of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan:

**Peshko Evgeny** - Senior Lecturer, "St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov, St. Petersburg, Russia:

**Zharkov Roman** - master's student of «The Department of Flight Operation» of the Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan:

**Yermekbaev Muratbek** - doctor of philosophy (PhD), associate professor, associate professor of the department of telecommunication engineering, Almaty University of Energy and Communications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, Kazakhstan:

**Yergaliyev Dastan** - Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department "Aviation Technology and Technology" of the Academy of Civil Aviation, Kazakhstan. tel. +77017495854, Almaty, Kazakhstan:

**Iskenderova Sabina** - teacher at the National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan;

**Kerimov Balaga** - Candidate of economic sciences, Associate Professor, Lecturer at the National Aviation Academy, E-mail: bkarimov@naa.edu.az

**Azamatova Zhanerke** - EKTU named D. Serikbaev, associated professor school of metallurgy and mineral processing:

**Sataeva Alua** - graduate student of the Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan;

**Akhmetov Temirlan** - graduate student of the Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan;

**Musalieva Roza** Ph.D., Associate Professor of the Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan;

**Saduakasova Batima** - Master, International Information Technology University (IITU), Kazakhstan, Almaty;

**Iskenderova Sabina** - teacher at the National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan;

**Kerimov Balaga** - Candidate of economic sciences, Associate Professor, Lecturer at the National Aviation Academy;

**Bekaulova Zhansaya** - Master, Senior Lecturer of the Department of Computer Engineering, International Information Technology University (IITU), Kazakhstan, Almaty;

**Mamatova Gulnar** - Ph.D., associate professor, Al-Farabi Kazakh National University.

**"АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ ЖАРШЫСЫ"**  
ғылыми журналда жарияланатын ғылыми мақалалар қабылдау үшін  
**АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН ЕРЕЖЕЛЕР**

"ААА Жаршысы" журналы төмендегі бағыттар бойынша диссертациялардың негізгі нәтижелерін жариялау үшін басылымдар тізіміне енгізілген:

- *Әуе көлігі және технологиялар*
- *Логистика, тасымалдауды ұйымдастыру, көліктегі қауіпсіздік*
- *Компьютерлік ғылымдар, аспап жасау және автоматтандыру*

**МАҚАЛАНЫ РЕСІМДЕУГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ҒЫЛЫМИ ТАЛАПТАР**

Мақалада өзектілігі, ғылыми маңыздылығы, Зерттеу нәтижелері мен тұжырымдары нақты көрсетілуі керек. Басқа көздерден алынған кез-келген материалдар сілтемемен дұрыс ресімделуі керек, ал автор сілтеме жасаған дереккөздің атауы әдебиеттер тізімінде көрсетілуі керек.

Мақала ғылыми стильде жазылуы керек. Ғылыми стильдің лексикалық құрамы салыстырмалы біртектілік пен оқшауланумен сипатталады және бұл синонимдердің аз қолданылуымен көрінеді. Ғылыми стильде бағалауға тән емес сөйлеу бояуы бар лексика болмауы керек. Ғылыми еңбектердегі бағалау автордың ойын түсіндіру үшін қолданылады және ұтымды сипатқа ие. Ғылыми сөйлеу ойдың дәлдігі мен қисындылығымен, оның дәйекті ұсынылуымен және презентацияның объективтілігімен ерекшеленеді.

Ғылыми жарияланым зерттеуші қызметінің негізгі нәтижелерінің бірі болып табылады. "ААА Жаршысы" ғылыми журналында жариялау үшін ұсынылған Материал басқа баспа басылымдарында бұрын жарияланбаған түпнұсқа болуы тиіс. Мақала негізінен заманауи ғылыми әдебиеттерді қолдана отырып жазылуы керек және жаңалықты қамтуы керек. Басылымның басты мақсаты-автордың жұмысын басқа зерттеушілерге қол жетімді ету. Жариялау арқылы автор таңдалған зерттеу саласында өзінің басымдығын белгілейді.

Кіріспе бөлімде ғылыми мәселені немесе тапсырманы әзірлеудің өзектілігі мен орындылығын көрсету қажет. Мақаланың негізгі бөлігінде ақпаратты талдау және синтездеу арқылы зерттелетін мәселелерді, оларды шешу жолдарын ашу қажет. Сондай-ақ, мүмкін нәтижелерді және олардың сенімділігін негіздеу қажет. Мақалада ғылымның (практиканың), оның жекелеген қызмет түрлерінің, құбылыстардың, оқиғалардың және т. б. дамуының маңызды және перспективалық бағыттары талдануы, салыстырылуы және анықталуы керек.

Ғылыми мақала проблемалық сипатта болуы керек, ғалымдардың ғылыми (практикалық) білімді дамытуға деген әртүрлі көзқарастарын көрсетуі керек, қорытындылар, жиынтық мәліметтер болуы керек. Қорытынды бөлімде автор қорытындылап, қорытындылар, ұсыныстар тұжырымдап, әрі қарайғы зерттеулердің мүмкін бағыттарын көрсетуі керек.

**МАҚАЛАНЫ РЕСІМДЕУГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ТАЛАПТАР**

Мақалаларды дайындау кезінде редакция төмендегі ережелерді және журналда жариялау үшін ұсынылатын материалдарды ресімдеуге қойылатын талаптарды басшылыққа алуды сұрайды:

1. Жариялауға ұсынылатын мақалалар жаңа, бұрын басқа баспа және Электрондық басылымдарда бірдей түрде жарияланбаған болуы тиіс. Мақаланың мазмұны журналдың тақырыптық бағыттары мен ғылыми деңгейіне сәйкес келуі, белгілі бір жаңалыққа ие болуы және авиация саласындағы ғылыми қызметкерлер, оқытушылар, мамандар үшін қызығушылық танытуы керек. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде жарияланады.

Мақала көлемі 6-дан 12 бетке дейін;



• Материал WORD мәтіндік редакторында Times New Roman қаріпімен, бір аралықта 14 өлшемде терілуі керек. Схемалар, графиктер, диаграммалар, сызбалар және басқа графикалық материалдар WORD мәтіндік редакторының көмегімен немесе векторлық графикалық бағдарламаларда (Adobe Illustrator, Corel Draw) ақ-қара нұсқада жасалуы мүмкін және электронды редакциялауға мүмкіндік береді. Графикалық материалдар мен қойынды тұлғалар реттік нөмірді және тақырыпты қамтуы керек. Формулалар Math type бағдарламасында немесе MS Office қосымшасында теріледі және бүкіл стиль бойынша бір стильді ұстанады.

2. Мақаланың басында жоғарғы сол жақта FTAXP (Ғылыми-техникалық ақпараттың халықаралық рубрикаторы) көрсетілуі керек, FTAXP [www.grnti.ru](http://www.grnti.ru) сайтында анықталады әрі қарай, беттің ортасында бас әріптермен – авторлардың аты – жөні, лауазымы, дәрежесі, содан кейін ортасында кіші әріптермен-жұмыс және қала орындалған ұйымның(лардың) атауы, төменде сондай – ақ, ортасында бас әріптермен (қалың қаріппен)-мақаланың атауы.

3. Аңдатпа жұмыстың мақсатын, әдісі немесе жұмысты жасау әдіснамасын, қысқаша нәтижелерді, нәтижелерді қолдану аясын, қорытындыларын айқындау керек. Аңдатпаның көлемі 1/3 беттен кем болмауы керек. Аңдатпалар міндетті түрде қазақ, орыс және ағылшын тілдерде болуы тиіс. Аңдатпадан кейін түйін сөздер аңдатпа тілінде кіші әріптермен, үтір арқылы 5 сөзден кем болмауы керек.

4. Мақала мәтінінің тараулары міндетті түрде стандартталған "Кіріспе", "Негізгі бөлім", "Қорытындылар және Ұсыныстар" атауларын қолдану арқылы құрылымдалуы керек. Қажет болған жағдайда тараудың қосымша арнаулы атаулары қосылады.

5. Мақаланың соңында «Пайдаланылған дереккөздердің тізімі» келтіріледі (5 тен кем емес). Мәтіндегі сілтемелер - шаршы жақшаларында. Дереккөздер мәтінде дәйексөз алу тәртібінде көрсетіледі. Мәтінде әдебиеттің тізбесінен барлық дереккөздерге сілтемелер болуы керек. Пайдаланылған дереккөздер тізбесі "Библиографиялық жазба" МЕМСТ 7.1-2003 сәйкес рәсімделеді. Әдебиеттер тізімі: библиографиялық тізім екі рет жасалады: дереккөздердің түпнұсқа тілінде (қазақ, орыс), кириллицаны қолданатын тілде латын әріптерімен транслитерациялануы тиіс.

6. Жеке файлда мақалаға авторлар туралы мәліметтер қоса беріледі: мақаланың атауы, тегі, аты және әкесінің аты (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде), ғылыми дәрежесі мен атағы, ұйымның толық атауы мен мекен-жайы – жұмыс орындары, атқаратын лауазымы, байланыс телефоны, электрондық пошта мекенжайы.

7. Ғылыми мақаланың авторы оны журналдардың шығу кестесінде белгіленген мерзімде және ғылыми мақалаларға қойылатын талаптарға сәйкес электронды түрде ұсынады.

8. Қабылданған мақалалар антиплагиаттық сараптаудан өтеді әрі қарай екі рецензентке рецензиялауға жіберіледі. Рецензенттің мақаланы қарау мерзімі 7-10 күнді құрайды. Ғылыми басылымдарда жариялау үшін ұсынылатын ғылыми мақалалар түпнұсқа мәтіннің кемінде 70% - құрауы тиіс. Екі рецензент мақұлдағаннан кейін мақала баспаға жіберіледі.

9. Мақаланың мазмұнына автор жауапты.

#### **Мақаланың метадеректерін рәсімдеу:**

• Мақала авторының аты-жөні, тегі (Times New Roman, кегль 14 қалың); 2. Жұмыс орны, ЖОО атауы; 3. Қала, ел; 4. Корреспондент авторының E-mail; 5. Ескерту: автор-корреспондентке — \* (жұлдызша) белгісі беріледі.

**НАЗАР АУДАРЫҢЫЗ!** Ережені бұза отырып рәсімделген немесе грамматикалық және орфографиялық қателері көп, ағылшын тіліне автоматты аудармасы бар мақалалар редакциямен қабылданбайды және олардың мәні бойынша қаралмай авторларға қайтарылады.

Редакция қажет болған жағдайда авторлардан қосымша эксперименттік деректерді (мысалы, спектрлер) сұратуға құқылы.

Бастапқы шолудың нәтижелеріне қарамастан, өрескел қателер, ауқымды қарыздар немесе қате дәйексөздер анықталған кезде мақала жұмыстың кез келген сатысында қабылданбауы немесе пысықтауға қайтарылуы мүмкін.

Журнал жарияламайды:

- журнал тақырыбына сәйкес келмейтін материалдар;
- авторлар бұрын басқа басылымдарда жариялаған материалдар;
- түзетілмейтін орфографиялық, математикалық немесе басқа қателіктерден тұратын материалдар, сондай-ақ белгіленген ғылыми фактілерге тікелей қайшы келетін мәлімдемелер мен гипотезалар.

**Редакциялық алқа, егер ол журналдың авторларға қойылатын талаптарына сәйкес ресімделмесе, материалды жарияланымға қараудан бас тартуға құқылы, қолжазбалар авторларға қайтарылмайды.**

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

### приема научных статей для публикации в научном журнале «ВЕСТНИК АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

Журнал «Вестник АГА» включен в перечень изданий для публикации основных результатов диссертаций по направлениям:

- *Воздушный транспорт и технологии*
- *Логистика, организация перевозок, безопасность на транспорте*
- *Компьютерные науки, приборостроения и автоматизация*

## НАУЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

В статье должны быть четко обозначены актуальность, научная значимость, результаты исследования и выводы. Любые заимствования материалов из других источников должны быть должным образом оформлены ссылкой, а название источника, на который ссылается автор, должен быть указан в списке литературы.

Статья должна быть написана в научном стиле. Лексический состав научного стиля характеризуется относительной однородностью и замкнутостью, и это выражается, в частности, в меньшем использовании синонимов. В научном стиле не должна присутствовать лексика с разговорной окраской, которой не свойственна оценочность. Оценка в научных работах применяется для пояснения мысли автора и имеет рациональный характер. Научная речь отличается точностью и логичностью мысли, ее последовательным представлением и объективностью изложения.

Научная публикация представляет собой один из основных результатов деятельности исследователя. Материал, представленный для публикации в научном журнале «Вестник АГА», должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях. Статья должна быть написана с использованием преимущественно современной научной литературы, и содержать новизну. Главная цель публикации – сделать работу автора доступной другим исследователям. Посредством публикации автор обозначает свой приоритет в избранной области исследований.

В вводной части необходимо обозначить актуальность и целесообразность разработки научной проблемы или задачи. В основной части статьи путем анализа и синтеза информации требуется раскрыть исследуемые проблемы, пути их решения. Также нужно обосновать возможные результаты и их достоверность. В статье должны быть проанализированы, сопоставлены и выявлены наиболее важные и перспективные направления развития науки (практики), ее отдельных видов деятельности, явлений, событий и пр.

Научная статья должна носить проблемный характер, демонстрировать различные взгляды ученых на развитие научных (практических) знаний, содержать выводы, обобщения, сводные данные. В заключительной части автору нужно подвести итог, сформулировать выводы, рекомендации, указать возможные направления дальнейших исследований.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

При подготовке статей редакция просит руководствоваться приведенными ниже правилами и требованиями к оформлению материалов, представляемых для публикации в журнале:

1. Предлагаемые для публикации статьи должны быть новыми, не опубликованными ранее в том же виде в других печатных и электронных изданиях. Содержание статьи должно соответствовать тематическим направлениям и научному уровню журнала, обладать определенной новизной и представлять интерес для научных работников, преподавателей,

специалистов в области авиации. Статьи публикуются на казахском, русском, английском языках.

Объем статьи от 6 до 12 страниц;

Материал должен быть набран в текстовом редакторе WORD с использованием шрифта Times New Roman, 14 размера через один интервал. Схемы, графики, диаграммы, рисунки и иные графические материалы могут быть выполнены в черно-белом варианте средствами текстового редактора WORD или в программах векторной графики (Adobe Illustrator, Corel Draw) и обязательно допускать электронное редактирование. Графические материалы и таблицы должны содержать порядковый номер и название. Формулы набираются в программе Math Type или в приложении MS Office и придерживаются одного стиля на протяжении всей статьи.

2. В начале статьи вверху слева следует указать МРНТИ (международный рубрикатор научно-технической информации), МРНТИ определяется на сайте [www.grnti.ru](http://www.grnti.ru) Далее по середине страницы прописными буквами – инициалы и фамилии авторов, должность, степень, затем по середине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи.

3. Аннотация должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, краткие результаты, область применения результатов, выводы. Размер аннотации должен быть не менее 1/3 стр. Независимо от языка статьи обязательны аннотации на казахском, русском и английском языках. После аннотации должны быть указаны ключевые слова на языке аннотации, не менее 5 слов, строчными буквами, через запятую.

4. Текст статьи должен быть структурирован с применением стандартных названий разделов «Введение», «Основная часть», «Выводы и Предложение». При необходимости допускаются дополнительные специальные названия разделов.

5. В конце статьи приводится «Список использованных источников» (не менее 5). Ссылки в тексте – в квадратных скобках. Источники указываются в порядке цитирования в тексте. На все источники из списка литературы должны быть ссылки в тексте. Список использованных источников оформляются в соответствии с СТСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись». Список литературы: библиографический список составляется дважды: на языке оригинала источников (казахский, русский), на языке, использующем кириллицу, должны быть транслитерированы латинскими буквами

6. В отдельном файле к статье прилагаются сведения об авторах: название статьи, фамилия, имя и отчество (на казахском, русском, английском языках), ученая степень и звание, полное название и адрес организации – места работы, занимаемая должность, контактный телефон, адрес электронной почты.

7. Автор научной статьи предоставляет ее в электронном виде в сроки, установленные графиками выхода журналов и в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным статьям.

8. Принятые статьи проходят антиплагиат далее направляется на рецензирование двум рецензентам. Срок рассмотрения рецензентом статьи составляет 7-10 дней. Научные статьи, представляемые для публикации в научных изданиях, должны составлять не менее 70% оригинального текста. После одобрения двух рецензентов статья направляется на печать.

9. Ответственность за содержание статьи несут авторы.

**Оформление метаданных статьи:**

1. ФИО автора статьи; инициалы и фамилии авторов (Times New Roman, кегль 14 выделять жирным); 2. Место работы: название вуза; 3. Город, страна; 4. E-mail автора корреспондента; 5. Примечание: автору корреспонденту присваивается знак - \* (звездочка).

Внимание! Статьи, оформленные с нарушением, правил или содержащие большое количество грамматических и орфографических ошибок, автоматический перевод на английский язык, редакцией не принимаются и будут возвращаться авторам без их рассмотрения по существу.

Редакция имеет право при необходимости запросить от авторов дополнительные экспериментальные данные (например, спектры).

Независимо от результатов первоначальной рецензии, статья может быть отклонена или возвращена на доработку на любой стадии работы при обнаружении грубых ошибок, обширных заимствований или ошибочных цитирований.

**Журнал не публикует:**

- материалы, не соответствующие тематике журнала;
- материалы, опубликованные авторами ранее в других изданиях;
- материалы, содержащие орфографические, математические или другие ошибки, которые не могут быть исправлены, а также утверждения и гипотезы, прямо противоречащие установленным научным фактам.

**Редколлегия вправе отказать в рассмотрении материала к публикации, если он не оформлен в соответствии с требованиями журнала к авторам, рукописи авторам не возвращаются.**

**RULES FOR AUTHORS**  
**on accepting scientific articles for publication in a scientific journal**  
**"BULLETIN OF THE CIVIL AVIATION ACADEMY"**

The journal “**Bulletin of the CAA**” is included in the publications listing for the issuance of the main results of dissertations in the following areas:

- *Air Transport and Technologies*
- *Logistics, Organization of Transportation, Transport safety*
- *Computer Science, Instrumentation Engineering and Automation*

**SCIENTIFIC REQUIREMENTS FOR ARTICLE COMPOSITION**

The article must clearly indicate its relevance, scientific significance, research results and conclusions. Any borrowing of materials from other sources must be properly documented with a reference, and the name of the source referred to by the author must be indicated in the list of references.

The article must be written in a scientific style. The lexical composition of the scientific style is characterized by relative uniformity and restraint, and this is expressed, in particular, in the lesser use of synonyms. The scientific style should not contain vocabulary with a colloquial tone, which is not characterized by evaluativeness. Evaluation in scientific works is used to explain the author’s thoughts and is rational in nature. Scientific speech is distinguished by the accuracy and logic of thought, its consistent presentation and objectivity of presentation.

A scientific publication is one of the main results of a researcher’s activities. Material submitted for publication in the scientific journal “**Bulletin of the CAA**” must be original and not previously published in other print media. The article should be written using predominantly modern scientific literature and contain novelty. The main purpose of the publication is to make the author’s work accessible to other researchers. Through publication, the author indicates his priority in the chosen field of research.

In the introductory part, it is necessary to indicate the relevance and worthwhileness of developing a scientific problem or task. In the main part of the article, through analysis and synthesis of information, it is required to reveal the problems under study and ways to solve them. You also need to justify the possible results and their reliability. The article should analyze, compare and identify the most important and promising directions in the development of science (practice), its individual types of activities, phenomena, events, etc.

A scientific article should be problematic in nature, demonstrate different views of scientists on the development of scientific (practical) knowledge, and contain conclusions, generalizations, and summary data. In the final part, the author needs to summarize, formulate conclusions, recommendations, and indicate possible directions for further research.

**TECHNICAL REQUIREMENTS FOR THE ARTICLE COMPOSITION**

When preparing articles, the editors ask you to be guided by the following rules and requirements for the design of materials submitted for publication in the journal:

1. Articles proposed for publication must be new, not previously published in the same form in other printed or electronic media. The content of the article must correspond to the thematic areas and scientific level of the journal, have a certain novelty and be of interest to researchers, teachers, and specialists in the field of aviation. Articles are published in Kazakh, Russian, and English languages.

The volume of the article should be from 6 to 12 pages;

The material must be typed in a WORD text editor using Times New Roman font, size 14, single spaced. Schemes, graphs, diagrams, drawings and other graphic materials can be made in black and white using a WORD text editor or in vector graphics programs (Adobe Illustrator, Corel Draw) and must be electronically editable. Graphic materials and tables must contain a serial number and a title. Formulas are typed in the Math Type program or in the MC Office application and adhere to the same style throughout the entire article.

2. At the beginning of the article at the top left you should indicate IRSTI (international rubricator of scientific and technical information), IRSTI is determined on the website [www.grnti.ru](http://www.grnti.ru). Further in the middle of the page in capital letters (italics) there should be the initials and surnames of the authors, position, degree, then in the middle in lowercase letters - the name of the organization(s) in which the work was performed and the city, below also in the middle in capital letters (bold) - the title of the article.

3. The abstract should reflect the purpose of the work, the method or methodology for carrying out the work, brief results, the scope of application of the results, and conclusions. The abstract size must be at least 1/3 page. Regardless of the language of the article, annotations in Kazakh, Russian and English are required. After the annotation, key words in the language of the annotation must be indicated, at least 5 words, in lowercase letters, separated by commas.

4. The text of the article should be structured using standard section titles “Introduction”, “Main Part”, “Conclusions and Proposal”. Additional special section names are allowed if necessary.

5. At the end of the article there is a “List of used sources” (at least 7). References in the text are in square brackets. Sources are indicated in the order they are cited in the text. All sources from the bibliography must be referenced in the text. The list of used sources is drawn up in accordance with SAUS 7.1-2003 “Bibliographic record”. References: the bibliographic list is compiled twice: in the original language of the sources (Kazakh, Russian), in a language using the Cyrillic alphabet, must be transliterated in Latin letters.

6. In a separate file, information about the authors is attached to the article: title of the article, last name, first name and patronymic (in Kazakh, Russian, English), academic degree and title, full name and address of the organization - place of work, position held, contact phone number, email address.

7. The author of a scientific article provides it in electronic form within the deadlines established by the journals' publication schedules and in accordance with the requirements for scientific articles.

8. Accepted articles undergo anti-plagiarism and are then sent for review to two reviewers. The review period for the article is 7-10 days. Scientific articles submitted for publication in scientific journals must comprise at least 70% of the original text. After the approval of two reviewers, the article is sent for publication.

9. The authors bear responsibility for the content of the article.

#### ***Formatting article metadata:***

1. Full name of the author of the article; initials and surnames of the authors (Times New Roman, font 14 in bold); 2. Place of work: name of the university; 3. City, country; 4. E-mail of the corresponding author; 5. Note: the corresponding author is assigned the sign - \* (asterisk).

Attention! Articles written in violation of the rules or containing a large number of grammatical and spelling errors, automatic translation into English, will not be accepted by the editors and will be returned to the authors without consideration of their articles in a substantial manner.

The editors have the right, if necessary, to request additional experimental data (for example, spectra) from the authors.

Regardless of the results of the initial review, the article may be rejected or returned for revision at any stage of the work if gross errors, extensive borrowings or erroneous citations are detected.

**The journal does not publish:**

- materials that do not correspond to the subject of the journal;
- materials previously published by the authors in other publications;
- materials containing spelling, mathematical or other errors that cannot be corrected, as well as statements and hypotheses that directly contradict established scientific facts.

**The editorial board has the right to refuse to consider material for publication if it is not prepared in accordance with the journal's requirements for authors; manuscripts are not returned to the authors.**



---

*"Азаматтық авиация академиясының Жаршысы" ғылыми журналы  
редакциялық-баспа бөлімшесінің баспаханасында жарық көрді  
Жауапты редактор: А. Т. Макеева*

---

*Басылымға 22.12.2023 қол қойылды. Формат 205\*290. Өлшемі - баспа  
табақшасы. Таралымы 250 дана 050053, Алматы қ., Закарпатская, 44.*

---

*Научный журнал «Вестник Академии гражданской авиации» издано в  
типографии редакционно-издательского отделения  
Ответственный редактор: А.Т. Макеева*

---

*Издание подписано 22.12. 2023. Формат 205\*290. Размер –печатная пластина.  
Тираж 250 экз. 050053, г. Алматы, Закарпатская, 44.*

*The scientific journal "Bulletin of the Academy of Civil Aviation" is published in the  
printing house of the editorial and publishing department  
Responsible editor: A.T. Makeeva*

---

*The publication was signed on December 22, 2023. The format is 205\*290. The size is  
a printed plate. Edition of 250 copies 050053, Almaty, Zakarpatskaya, 44.*

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ**  
**ИНВЕСТИЦИЯЛАР ЖӘНЕ ДАМУ МИНИСТРЛІГІ**

**БАЙЛАНЫС, АҚПАРАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ АҚПАРАТ КОМИТЕТІ**

**МЕРЗІМДІ БАСПАСӨЗ БАСЫЛЫМЫН ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ АГЕНТТІКТІ**  
**ЕСЕПКЕ ҚОЮ ТУРАЛЫ**

**КУӘЛІК**

№ 15452-Ж

Астана қаласы «01» 07 2015 ж.

**МББ аты:** «Азаматтық авиация академиясының жаршысы» журналы

**МББ тілі:** қазақша, орысша, ағылшынша

**Шығу жиілігі:** жылына 4 рет

**Меншік иесі:** «Азаматтық авиация академиясы» АҚ (Алматы қаласы)

**Негізгі тақырыптық бағыты:** ғылыми-көпшілік

**Тарату аумағы:** Қазақстан Республикасы

**Торғаның орынбасары** Т. Қазанғап

**МИНИСТЕРСТВО ПО ИНВЕСТИЦИЯМ И РАЗВИТИЮ**  
**РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИИ**

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

**О ПОСТАНОВКЕ НА УЧЕТ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПЕЧАТНОГО ИЗДАНИЯ И**  
**ИНФОРМАЦИОННОГО АГЕНТСТВА**

№ 15452-Ж

город Астана «01» 07 2015 г.

**Название ППИ:** Журнал «Вестник Академии гражданской авиации»

**Язык ППИ:** казахский, русский, английский

**Периодичность:** 4 раза в год

**Собственник:** АО «Академия гражданской авиации» (город Алматы)

**Основная тематическая направленность:** научно-популярная

**Территория распространения:** Республика Казахстан

**Заместитель председателя** Т. Қазанғап

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ КНИЖНАЯ ПАЛАТА  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ISSN

**СЕРТИФИКАТ**

*Журнал*  
*«Вестник Академии гражданской авиации»*

АО «Академия гражданской авиации»  
(город Алматы)

Зарегистрирован в Международном центре по регистрации серийных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и его дупликационный номер

**ISSN 2413 – 8614**

(серийный стандарт ИСО 3297-88 "Информация и документация. международный стандартный номер периодического издания ISSN", международный стандарт ГОСТ 7.56-2002 "Международная стандартная идентификация серийных изданий")

**Директор** Ж. Сейдуманов

«29» июля 2015 год

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
ҰЛТТЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК ҚҰРАЛДАТАСЫ

ISSN ҒАЛПЫҚ ОРГАНЫ

**СЕРТИФИКАТ**

*«Азаматтық авиация академиясының жаршысы» журналы*

«Азаматтық авиация академиясы» АҚ  
(Алматы қаласы)

ЮНЕСКО, Франция, Париж к.і. сериялық басылмаларды тіркеуші ISSN Халықаралық орталығымен тіркелген және халықаралық номер берілген

**ISSN 2413 8614**

(серийный стандарт ИСО 3297-88 "Актуальность және құрылым (ISSN) сериясы бірыңғайлығы стандартының стандартты қалпы", мемлекеттік стандарты ГОСТ 7.56-2002 "Серийный стандарт идентификации серийных изданий")

**Директор** Ж. Сейдуманов

«29» июля 2015 года