

3 (18) 2020  
ISSN 2413-8614



*Инновационные технологии и авиационная техника*  
*Транспортная логистика и авиационная безопасность*  
*Интеграция науки, образования и бизнеса*  
*Трибуна молодых ученых*

АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

**ЖАРШЫСЫ**

**ВЕСТНИК**

АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

**BULLETIN**

OF CIVIL AVIATION ACADEMY

Алматы - 2020

АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**Ж А Р Ш Ы С Ы**



**В Е С Т Н И К**  
АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ



**B U L L E T I N**  
OF CIVIL AVIATION ACADEMY

**№ 3(18) 2020**

**АЛМАТЫ**

**Бас редактор**

Сейдахметов Б.К., экономика ғылымдарының кандидаты

**Бас редактордың орынбасары**

Алдамжаров Қ.Б., техника ғылымдарының докторы, профессор

**Редакциялық алқа:**

Имашева Г.М., т.ғ.д., профессор; Қалимолдаев М.Н., ф.-м.ғ. д., профессор, ҚР БҒМ Ғылым комитеті Информатика және басқару мәселелері институтының директоры; Тулешов А.К., т.ғ.д., ХИА академигі, Механика және машинатану институтының бас директоры; Vodo Lochmann э.ғ.д., профессор, ҚНУ проректоры; Юрген Баст, Фрайбург академиясының профессоры (Германия); Потоцкий Е.П., т.ғ.д., «Техносфера қауіпсіздігі» кафедрасының меңгерушісі ҰЗТУ «ММБҚИ»; Ефимов В.В., т.ғ.д. (АА МҰТУ профессоры); Ципенко В.Г., т.ғ.д., профессор, АА МҰТУ кафедра меңгерушісі; Медведев А.Н., т.ғ.д., КБИ профессоры (TSI, Латвия); Искендеров И.А., ф.-м.ғ.к., асс.профессор (Әзірбайжан); Рева А.Н., т.ғ.д., профессор (Украина); Арынов Е. ф.м.-ғ.д., профессор.

**Жауапты редактор:** Көшекөв Қ.Т., т.ғ.д., профессор**Түзетуші және аудармашы:** Макеева А.**«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*

Заңды тұлғалар бірлестігі

Мүгедектермен жұмыс істейтін ұйымдар одағы

«АСАР» баспасында басылды

Мекен жайы: Жамбыл облысы

Тараз қ., Байзақ батыр, 174. Тел.: 87475904868

**Главный редактор**

Сейдахметов Б.К., кандидат экономических наук

**Зам. главного редактора**

Алдамжаров К.Б., доктор технических наук, профессор

**Редакционная коллегия:**

Имашева Г.М., д.т.н., профессор; Калимолдаев М.Н., д.ф.-м.н., профессор, директор Института проблем информатики и управления комитета науки МОН РК; Тулешов А.К., д.т.н., академик МИА, генеральный директор Института механики и машиноведения; Vodo Lochmann, д.э.н., профессор, проректор КНУ (ФРГ); Юрген Баст, профессор Фрайбургской академии (Германия); Потоцкий Е.П., д.т.н., профессор кафедры «Техносферная безопасность» НИТУ «МИСиС»; Ефимов В.В., д.т.н., профессор МГТУ ГА; Ципенко В.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой МГТУ ГА; Медведев А.Н., д.т.н., профессор ИТС (TSI, Латвия); Искендеров И.А., к.ф.-м.н., асс.профессор (Азербайджан); Рева А.Н., д.т.н., профессор (Украина); Арынов Е., д.ф.-м.н., профессор.

**Ответственный редактор:** Кошекков К.Т., д.т.н., профессор**Корректор и переводчик:** Макеева А.Т.**«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*

Отпечатано в типографии Объединение юридических лиц

"Союз организации, работающие с инвалидами

Жамбылской области "АСАР"

Жамбылская область, г.Тараз, Байзак батыра, 174.

Тел.: 87475904868

**Editor-in – chief**

Seidakhmetov B.K., candidate of economic sciences

**Deputy Chief Editor**

Aldamzharov K.B., doctor of technical sciences, professor

**Editorial staff:** Imasheva G. M., doctor of technical sciences, professor; Kalimoldaev M.N., dr.sc., professor, director of the Institute of Informatics and Management Problems of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan; Tuleshov A.K., doctor of technical sciences, academician of MIA, director General of the Institute of Mechanics and Engineering Science; Bodo Lochmann, doctor of economics, professor, vice-rector of KNU (Germany); Jurgen Bast, professor of the freiburg Academy (Germany); Potocki E.P., doctor of technical sciences, professor department of «Technosphere Security», NRTU «MISiS»; Efimov V.V., dt professor, MSTU G.A; Cipenko V.G., doctor of technical sciences, professor, Head of the Department. Chair of the MGTU GA; Medvedev A.N., doctor of technical sciences, professor of ITS (Transport and Telecommunication Institute) (TSI, Latvia); Isgandarov I.A., candidadte of physical and mathematical sciences, associated professor (Azerbaijan); Reva A.N., doctor of technical sciences, professor (Ukraine); Arynov E., doctor of physical and mathematical sciences, professor.

**Managing editor:** Koshekov K.T., doctor of technical sciences, professor

**Translator and proofreader:** Makeeva A.T.

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

*Scientific publication*

*The certificate of registration of a periodical and  
Information Agency from July 1, 2015, №154521 ЖІ  
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*

Printed in the printing house Association of legal entities  
"Union organizations working with disabled people  
Zhambyl region "ASAR"  
Zhambyl region, Taraz, Baizak batyr, 174.  
Tel.: 87475904868

## МАЗМҰНЫ

|   |     |
|---|-----|
| <b>ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ ЖӘНЕ АВИАЦИЯЛЫҚ ТЕХНИКА</b>  |     |
| <i>СТРЕЛЬЦОВ А.В., КӨШЕКОВ Қ.Т., АНАЯТОВА Р.К.</i> Авиациялық қауіпсіздік міндеттеріндегі сөз сигналымен автоматтық эмоцияны тану әдісі   | 11  |
| <i>БИМАҒАМБЕТОВ М.А., ЛУЦЕНКО Н.С., ТОЙМУХАМБЕТОВА Ф.Б., ҚАСЫМОВА Р.М.</i> Атмосфералық ауаны ластанудан қорғау мәселесіне  | 19  |
| <i>АЛДАМЖАРОВ Қ. Б., КОСТЮЧЕНКО В. М., ЖАНДИЛЬДИНОВА Қ. М.</i> Бұранданың критикалық айналу жылдамдығы  | 23  |
| <i>АНАЯТОВА Р.К., КӨШЕКОВ Қ.Т., САВОСТИН А.А., СТРЕЛЬЦОВ А.В.</i> Сөйлеу сигналымен автоматты түрде эмоцияны тану   | 31  |
| <i>ТЕМІРБЕКОВА Б.Б., ЗУЕВ Д.В.</i> Жағдайы, болашағы және маңызы бар магний қорытпаларын авиациялық пайдалану   | 39  |
| <i>ТУЛЕУШОВА Р.Ж.</i> Динамикалық функциялардың әлсіз шамасындағы серпімді құрылымдардың тербеліс динамикасын талдау түсінігі   | 43  |
| <i>ҚАЛАШЕВА Д. Г.</i> Коронавирустық пандемияның әлемдегі азаматтық авиация саласына теріс әсерін жалпы талдау  | 48  |
| <i>БИМАҒАМБЕТОВ М. Ә., ҚОШАНОВА Ш. Қ., ТОЙМУХАМБЕТОВА Ф. Б., ЖАНДИЛЬДИНОВА К. М., ШӘБДЕН Б. А.</i> Өздігінен жануға бейім сульфидті рудамен оттегіні сорбциялау процесін теориялық зерттеу        | 53  |
| <b>КӨЛКІТКІ ЛОГИСТИКА ЖӘНЕ АВИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК</b>   |     |
| <i>АҚЫЛБАЕВА Р. С., МАНАРБЕКҚЫЗЫ Б.</i> Қоршаған ортаға авиациялық әсер және жағымсыз әсердің өзгеру мүмкіндігі   | 58  |
| <i>ҚАЛЕКЕЕВА М. Е.</i> Әуежайда жүкті өңдеудің заманауи технологиялары  | 61  |
| <i>ҚАЛЕКЕЕВА М. Е., ЖӘРДЕМҚЫЗЫ С.</i> Қазақстан авиациясын дамыту саласындағы өзгерістер енгізу қажеттілігі туралы мәселе   | 65  |
| <b>ҒЫЛЫМНЫҢ, БІЛІМНІҢ ЖӘНЕ БИЗНЕСТІҢ ИНТЕГРАЦИЯСЫ</b>   |     |
| <i>АҚБАЕВА А. Н., АҚБАЕВА Л. Н.</i> Алматы азаматтық авиациясының тарихы  | 69  |
| <i>ВИХНИН А.Г., САКИПОВ Н. З.</i> Символдық жасанды интеллект және оны авиацияда қолдану  | 76  |
| <i>МҰХАБАЕВ Н. Ж.</i> Қазақ музыка мәдениетінің мифологиялық архетиптері  | 83  |
| <b>ЖАС ҒАЛЫМДАР МІНБЕСІ</b>   |     |
| <i>ПИРМАНОВ И.</i> Авиациялық газ турбиналық қозғалтқыштағы діріл өлшемдерін бағалау әдісі  | 92  |
| <i>КЕРИБАЕВА Т.Б.</i> Ұшқышсыз ұшу аппаратына қоршаған ортаның әсерін моделдеу  | 98  |
| <i>ЛЕКЕРОВА Ф. Л.</i> Нысандардың суреттерін жинау және сақтау үшін ақпараттық жүйені құрудың қарапайым әдісі   | 101 |
| <i>ТАСТАНҚҰЛ А. А.</i> Қазақстан Республикасының Азаматтық авиация саласындағы мемлекеттік реттеу және қадағалау органдарын реформалау және қайта құру  | 106 |
| <i>ҚАЙСАРБЕК С.</i> Ұшуды радиотехникалық қамтамасыз ету  | 114 |
| <i>БУЛАТОВА Н.</i> TU-204 ұқсас ұшақтардың техникалық пайдаланылуын талдау және ӘК техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге байланысты проблемалар  | 117 |
| <i>КЕНШИМБАЕВА А. Б.</i> Заманауи технологиялар негізінде ұшу аппараттарына техникалық қызмет көрсету кезінде адам факторының әсерін азайту мүмкіндіктерін талдау                                 | 125 |
| <i>СЮЙ Ч.</i> ӘК шегіндіретін Техникалық персоналдың біліктілігін кезең-кезеңімен арттыру есебінен авиатехниканың ТҚК және Ж сапасын арттыру  | 129 |
| <i>БЕЙСЕНОВ А. Е., АНАРМАТОВ Х. Р.</i> Әуе кемелерінің ұшуға жарамдылығын қолдау бойынша негізгі құжат ретінде авиациялық техникаға техникалық қызмет көрсету және жөндеу бағдарламаларын қолдану | 133 |
| <i>БАЗАРБАЙ Ш. Б.</i> ӘК техникалық қызмет көрсету және жөндеу стратегиясы  | 136 |
| <i>БАЙСАҚАЛОВА К. К.</i> Boeing ұшағының отын жүйесінің сенімділігін бағалау  | 142 |
| <i>ЖАРҚЫНБЕКОВ Е.Ж.</i> Авиациялық техниканың маңызды бөлігі ретінде пайдалану технологиялығы.  | 145 |
| <i>ҚОЖАХМЕТ А. С.</i> Авиациялық техниканың жай-күйін және оған техникалық қызмет көрсету сапасын бақылау   | 148 |
| <i>ЖҰМАДИЛОВ Ж.С.</i> Әуе кемесінің агрегаттарын жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының технологиясын жетілдіру  | 151 |
| <i>УСЕЙНОВ Е.А.</i> Airbus 320 ұшақтарын пайдалану тиімділігін арттыру жөніндегі іс-шараларды әзірлеу.  | 156 |
| <i>ҚАЙЫРХАН Қ.Т.</i> Когнитивті байланыс жүйелері негізінде деректерді өңдеуді жетілдіру  | 159 |

## СОДЕРЖАНИЕ

| <b>ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА</b>   |     |
|---|-----|
| <i>СТРЕЛЬЦОВ А.В., КОШЕКОВ К.Т., АНАЯТОВА Р.К.</i> Метод автоматического распознавания эмоций по речевому сигналу в задачах авиационной безопасности  | 11  |
| <i>БИМАГАМБЕТОВ М.А., ЛУЦЕНКО Н.С., ТОЙМУХАМБЕТОВА Ф.Б., КАСЫМОВА Р.М.</i> К вопросу защиты атмосферного воздуха от загрязнения   | 19  |
| <i>АЛДАМЖАРОВ К.Б., КОСТЮЧЕНКО В.М., ЖАНДИЛЬДИНОВА К.М.</i><br>Критическая скорость вращения винта  | 23  |
| <i>АНАЯТОВА Р.К., КОШЕКОВ К.Т., САВОСТИН А.А., СТРЕЛЬЦОВ А.В.</i> Автоматическое распознавание эмоций по речевому сигналу   | 31  |
| <i>ТЕМИРБЕКОВА Б.Б., ЗУЕВ Д.В.</i> Состояние, перспективы и значение использование магниевых сплавов в авиастроении   | 39  |
| <i>ТУЛЕУШОВА Р.Ж.</i> Понятия анализа динамики колебаний упругой конструкций в «слабой мере динамических функций»   | 43  |
| <i>КАЛАШЕВА Д.Г.</i> Общий анализ негативного влияния коронавирусной пандемии на отрасль гражданской авиации в мире   | 48  |
| <i>БИМАГАМБЕТОВ М.А., КОШАНОВА Ш.К., ТОЙМУХАМБЕТОВА Ф.Б., ЖАНДИЛЬДИНОВА К.М., ШӘБДЕН Б.А.</i> Теоретическое исследование процесса сорбции кислорода сульфидной рудой, склонной к самовозгоранию | 53  |
| <b>ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА И АВИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>  |     |
| <i>АКЫЛБАЕВА Р. С., МАНАРБЕКҚЫЗЫ Б.</i> Авиационное воздействие на окружающую среду и возможность изменения негативного воздействия   | 58  |
| <i>КАЛЕКЕЕВА М.Е.</i> Современные технологии обработки груза в аэропорту  | 61  |
| <i>КАЛЕКЕЕВА М.Е., ЖӘРДЕМҚЫЗЫ С.</i> Вопрос о необходимости внесения изменений в сфере развития авиации Казахстана  | 65  |
| <b>ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И БИЗНЕСА</b>  |     |
| <i>АКБАЕВА А. Н., АКБАЕВА Л. Н.</i> История гражданской авиации Алматы  | 69  |
| <i>ВИХНИН А.Г., САКИПОВ Н.З.</i> Символьный искусственный интеллект и его применение в авиации  | 76  |
| <i>МУХАБАЕВ Н. Ж.</i> Мифологические архетипы музыкальной культуры казахов  | 83  |
| <b>ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ</b>   |     |
| <i>ПИРМАНОВ И.</i> Метод оценки вибрационных измерений в авиационном газотурбинном двигателе  | 92  |
| <i>КЕРИБАЕВА Т.Б.</i> Моделирование воздействия окружающей среды на беспилотный летательный аппарат   | 98  |
| <i>ЛЕКЕРОВА Ф.Л.</i> Примитивный метод разработки информационной системы для сбора и хранения изображений объектов  | 101 |
| <i>ТАСТАНКУЛ А. А.</i> Реформирование и преобразование органов государственного регулирования и надзора в области гражданской авиации Республики Казахстан                                      | 106 |
| <i>ҚАЙСАРБЕК С.</i> Радиотехническое обеспечение полетов  | 114 |
| <i>БУЛАТОВА Н.</i> Анализ технической эксплуатации самолетов семейства ТУ-204 и проблемы связанные с техническим обслуживанием и ремонтом ВС  | 117 |
| <i>КЕНШИМБАЕВА А.Б.</i> Анализ возможностей уменьшения влияния человеческого фактора при техническом обслуживании летательных аппаратов на основе современных технологий                        | 125 |
| <i>СЮЙ Ч.</i> Повышение качества ТО и Р авиатехники за счет периодического повышения квалификации технического персонала, обслуживающего ВС   | 129 |
| <i>БЕЙСЕНОВ А.Е., АНАРМАТОВ Х.Р.</i> Применение программ технического обслуживания и ремонта авиационной техники как основного документа по поддержанию летной годности воздушных судов         | 133 |
| <i>БАЗАРБАЙ Ш.Б.</i> Стратегия технического обслуживания и ремонта ВС   | 136 |
| <i>БАЙСАКАЛОВА К.К.</i> Оценка надежности топливной системы самолета Boeing   | 142 |
| <i>ЖАРҚЫНБЕКОВ Е.Ж.</i> Эксплуатационная технологичность как важнейшая часть авиационной техники.   | 145 |
| <i>ҚОЖАХМЕТ А.С.</i> Контроль состояния авиационной техники и качества ее технического обслуживания   | 148 |
| <i>ЖУМАДИЛОВ Ж.С.</i> Усовершенствование технологии ремонтно-восстановительных работ агрегатов воздушного судна   | 151 |
| <i>УСЕИНОВ Е. А.</i> Разработка мероприятий по повышению эффективности эксплуатации самолетов Airbus320.  | 156 |
| <i>ҚАЙЫРХАН Қ.Т.</i> Совершенствование обработки данных на основе когнитивных систем связи  | 159 |

## CONTENTS

| <b>INNOVATIVE TECHNOLOGY AND AVIATION TECHNICS</b>  |     |
|---|-----|
| <i>STRELTSOV A.V., KOSHEKOV K.T., ANAYATOVA P.K.</i> Automatic emotion recognition method by speech signal in aviation security tasks   | 11  |
| <i>BIMAGAMBETOV M. A., LUTSENKO N. S., TOYMUHAMBETOVA F. B., KASYMOVA R. M.</i> On the issue of protection of atmospheric air from pollution  | 19  |
| <i>ALDAMZHAROV K. B., KOSTYUCHENKO V. M., K. M. ZHANDALINOVA</i><br>The critical speed of rotation of the screw   | 23  |
| <i>ANAYATOVA P.K., KOSHEKOV K.T., SAVOSTIN A.A., STRELTSOV A.V.</i> Automatic emotion recognition by speech signal  | 31  |
| <i>TEMIRBEKOVA B. B., ZUEV D. V.</i> State, prospects and significance of the use of magnesium alloys in the aircraft industry  | 39  |
| <i>TULEUSHOVA R. Zh.</i> Concepts of analysis of the dynamics of elastic structure vibrations in the "weak measure of dynamic functions»  | 43  |
| <i>KALACHEVA D. G. A</i> General analysis of the negative impact of coronavirus pandemic on the civil aviation industry in the world  | 48  |
| <i>BIMAGAMBETOV M. A., KOSHANOVA SH. K., TOYMUHAMBETOVA F. B., ZHANDILDINOVA K. M., SHABDEN B. A.</i> Theoretical study of oxygen sorption by sulfide ore prone to spontaneous combustion | 53  |
| <b>TRANSPORT LOGISTICS AND AVIATION SAFETY</b>  |     |
| <i>AKYLBAYEVA R.S., MANARBEKKYZY B.</i> Aviation impact on the environment and the possibility of changing the negative influence   | 58  |
| <i>KALEKEYEVA M. E.</i> Modern technologies of cargo handling at the airport  | 61  |
| <i>JARDEMKYZY S., KALEKEYEVA M. E.</i> The question of the need to make changes in the field of aviation development in Kazakhstan  | 65  |
| <b>INTEGRATION OF SCIENCE, EDUCATION AND BUSINESS</b>   |     |
| <i>AKBAYEVA A.N., AKBAYEVA L.N.</i> Almaty civil aviation history   | 69  |
| <i>VIKHININ A. G., SAKIPOV N. Z.</i> Symbolic artificial intelligence and its application in aviation   | 76  |
| <i>MUHABAEV N. J.</i> Mythological archetypes of Kazakh musical culture   | 83  |
| <b>THE TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS</b>  |     |
| <i>PIRMANOV I.</i> Method for evaluating vibration measurements in an aviation gas turbine engine   | 92  |
| <i>KERIBAYEVA T. B.</i> Modeling the environmental impact on an unmanned aerial vehicle   | 98  |
| <i>LEKEROVA F. L.</i> A Primitive method for developing an information system for collecting and storing object images  | 101 |
| <i>TASTANKUL A. A.</i> Reformation and transformation of state regulation and supervision bodies in the field of civil aviation of the Republic of Kazakhstan                             | 106 |
| <i>KAYSARBEK S.</i> Radio engineering support of flights  | 114 |
| <i>BULATOVA N.</i> Analysis of technical operation of TU-204 family aircraft and problems related to maintenance and repair of aircraft   | 117 |
| <i>KENSHIMBAYEVA A. B.</i> Analysis of the possibilities of reducing the influence of the human factor in the maintenance of aircraft based on modern technologies                        | 125 |
| <i>XU ZHAOYANG</i> Improving the quality of maintenance and repair of aircraft by periodically upgrading the skills of technical personnel who dry out aircraft                           | 129 |
| <i>BEISENOV A. E., ANARMATOV H. R.</i> Application of technical maintenance and repair of aviation technology as the basic document for the maintenance of airworthiness of the aircraft  | 133 |
| <i>BAZARBAY CH.B.</i> Aircraft maintenance and repair strategy  | 136 |
| <i>BAYSAKALOVA K. K.</i> Evaluation of the reliability of the fuel system of the Boeing aircraft  | 142 |
| <i>ZHARKYNBEKOV E. J.</i> Maintainability as an important part of aviation technology.  | 145 |
| <i>KOZHAKHMET A. C.</i> Control of the state of aviation equipment and the quality of its maintenance   | 148 |
| <i>ZHUMADILOV ZH. S.</i> Improving the technology of repair and restoration of aircraft Units   | 151 |
| <i>USEINOV E. A.</i> Development of measures to improve the efficiency of Airbus320 aircraft operation.   | 156 |
| <i>KAIRKHAN K. T.</i> Improving the processing of these on the basis of cognitive communication systems   | 159 |

=====

**Иновациялық технология және авиациялық техника**  
**Инновационная технология и авиационная техника**  
**Innovative technology and aviation technic**

=====

UDC 004.522:004.934.2:629.735

A.V. Streltsov<sup>1</sup>, K.T. Koshekov<sup>2</sup>, P.K. Anayatova<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Embry-Riddle Aeronautical University, Florida, USA,  
<sup>2</sup>JSC «Civil Aviation Academy»

**Automatic emotion recognition method by speech signal in aviation security tasks**

*Over the past decade, automatic speech recognition systems have been actively used to solve a wide range of problems in the field of building modern human-machine interfaces, as well as in the field of security, where an operational assessment of the situation is required based on incoming voice data. These requirements primarily relate to the field of air transportation and are formulated in safety management manuals.*

*In many respects, this became possible due to the increase in the number and greater availability of high-performance computing systems, and the active development of information and communications technologies.*

**Keywords:** *automatic speech recognition, aviation field, emotions, human-machine interface, security, voice data, information and communications technologies.*

*За последнее десятилетие системы автоматического распознавания речи стали активно применяться для решения широкого круга задач в области построения современных человеко-машинных интерфейсов, а также в сфере обеспечения безопасности, где требуется оперативная оценка ситуации на основании поступающих голосовых данных. Данные требования в первую очередь относятся к сфере авиационных перевозок и сформулированы в руководствах по управлению безопасностью полетов.*

*Во многом это стало возможным благодаря увеличению числа и большей доступности высокопроизводительных вычислительных комплексов, и активному развитию инфокоммуникационных технологий.*

**Ключевые слова:** *автоматическое распознавание речи, авиационная сфера, эмоций, человеко-машинный интерфейс, безопасность, голосовые данные.*

*Соңғы он жылдықта автоматты түрде сөйлеуді тану жүйелері заманауи адам-машиналық интерфейсдерді құру саласындағы кең ауқымды мәселелерді шешу үшін, сонымен қатар кіріс дауыстық деректері негізінде жағдайды жедел бағалауды қажет ететін қауіпсіздік саласында белсенді қолданылуда. Бұл талаптар, ең алдымен, әуе тасымалы саласына қатысты және қауіпсіздікті басқару жөніндегі нұсқаулықта тұжырымдалған.*

*Көптеген жағдайларда бұл жоғары өнімді есептеу жүйелерінің санының артуы және қол жетімділігі және инфокоммуникациялық технологиялардың белсенді дамуы арқасында мүмкін болды.*

**Түйін сөздер:** *автоматты түрде сөйлеуді тану, адам-машиналық интерфейс, авиация саласы, эмоция, қауіпсіздік, дауыстық деректер эмоция.*

## Introduction

The current market conditions and social and economic trends in society call for new challenges. Areas of human activity such as medicine, marketing, security, control of personnel in hazardous industries or in transport, encourage researchers to find new and effective tools for automatically recognizing a person's emotional state by their voice. Automatic emotion recognition is also necessary to elevate the human and computer interface systems used to a higher level. In addition, when solving this problem, it is possible to automatically determine the level of stress and fatigue, recognize depressive states, prevent fatigue, etc.

A significant positive effect of automatic voice-based emotion recognition systems introduction can be expected in sectors where communication is predominantly through speech, without visual contact, and where it is critical to reduce possible sources of risk to human and property through a continuous process of identifying and monitoring risk factors. These requirements primarily relate to the field of air transportation and are formulated in Safety Management Manuals [1]. For these reasons automatic detection of critical change of emotional state of «Pilot - Dispatcher», «Pilot - Crew» communication etc. can play a crucial role in the process of identifying risk factors in emergency situations.

The possibility of using emotions recognition automatic means of air transport is also justified by the specifics of communication in this industry Language for Specific Purposes (aviation English) is used.

As is well known, the emergence of a specific professional language in aviation is dictated by the need to increase the safety of flights. Aviation accidents and incidents is associated according to [2] the language factor in cases where:

- the crew or dispatcher does not use standard radio phraseology when performing routine procedures;
- the pilots do not speak Plain English at a level sufficient to explain the problem encountered on board;
- the crew or air traffic controller switches from English to their native language while communicating in the same airspace.

The need to prevent these situations has made Aeronautical English the only language in airspace, defined its conciseness, clarity, limited use of words and phraseology, as well as a low emotional tone in the dialogue process.

These circumstances may have a positive impact on the effectiveness of automatic voice-based emotion recognition systems for a given application, because in this case it will be necessary to analyze a rather limited set of words exclusively English speech with low emotional content over an overwhelming period of time. It can be expected that fragments of emotionally colored speech will be more effectively isolated by the applied automatic algorithms.

It should be noted that, despite the importance and relevance of the problem, there is no general theory at this time that discusses the relationship of the speaker's emotions to the characteristics of the voice signal. This fact largely determines the approach to be taken when developing methods for automatically classifying emotions according to the characteristics of the voice signal: New algorithms based on modern digital signal processing (DSP) and information and communication technologies and deep optimization of existing solutions are needed to solve specific applications.

An important factor determining the difficulty of achieving the goal of automatic recognition of emotions is the vagueness and ambiguity of existing formulations of emotion concept itself, as well as theoretical models of their classification. In this regard, the implementation of the Automatic Emotion Recognition System, which implies application in the aviation sphere, should highlight the set of archetypical emotions, which include *joy, fear, anger, sadness, disgust, surprise and neutrality* (calm) [3]. In this case, the purpose of the automatic classification would be to

determine the probability of assigning the emotional state of the narrator to each of the seven classes listed. It is also possible to determine the threshold of the probability function by which the dominant emotion in the announcer’s speech is chosen for the implemented multi-class classifier.

On the basis of the above, the task of developing an effective method for automatically recognizing announcer emotions by means of intellectual analysis which can be used in aircraft transport for acoustic analysis of crew and ground service conversations is solved.

### Main body

#### I Automatic Emotion Recognition Approach through the Intelligent Information Analysis

In Figure 1 the structure diagram explaining the proposed process of developing an intelligent method for automatically recognizing emotion from the announcer’s speech is presented.

According to Figure 1, in order to solve the emotional recognition problem, it is necessary to develop a mathematical model that will be able to perform a multi-class classification with adequate accuracy for seven types of emotional states. The model obtains the attributes of the classified object that are extracted as a result of the execution of the preassignment. At the output of the model, the result of the classification is a vector of assigning probabilities of the object under investigation to one of the seven classes of emotion  $Y$ .

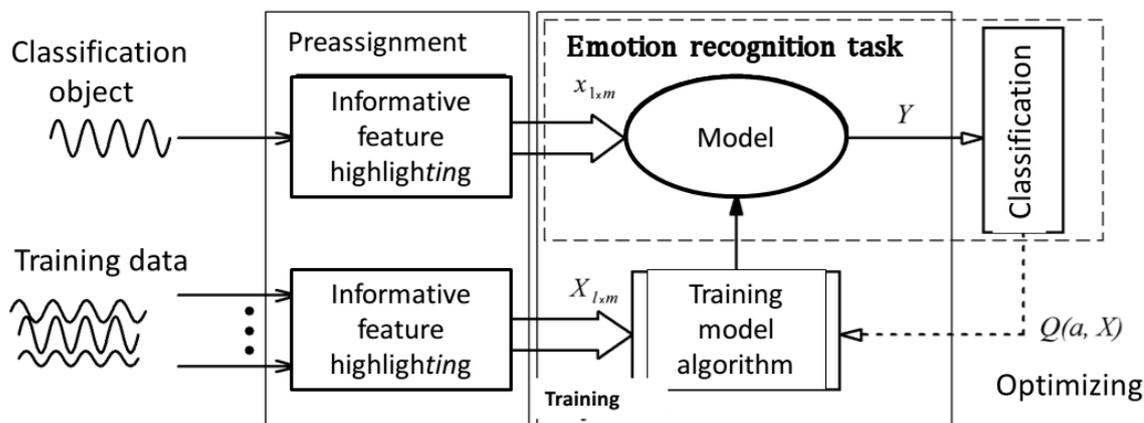


Figure 1 – Automatic emotions classification process structure by intellectual methods of information analysis

Algorithmic methods from Computerized Learning (CL) theory are used to synthesize the required model. During the training process, training data in the form of a training sample from audio recordings of speech signals with different expressions of emotion from which informative features are extracted is submitted to the model input (preassignment). For a tutorial sample for each file what type of emotion it corresponds to is known in advance.

As a result, the model construction process is a CL intelligent method known as supervised learning or tagged learning. The essence of this method can be stated as follows. For the available training sample  $X = (x_i, y_i)_{i=1}^l$  it is necessary to find such algorithm  $a \in A$ , for which the minimum error functionality  $Q(a, X)$  will be reached:

$$Q(a, X) \rightarrow \min_{a \in A} \tag{1}$$

Thus, depending on the object at the input, the model forms the probability of its assignment to one of the emotions classes. The resulting  $Y$  model response is compared to a known correct answer. The result of the comparison is expressed as some accepted error functionality  $Q(a, X)$ , as shown in *Figure 1*. The self-learning process of the algorithm is an attempt to reduce the value of the error functionality by successively changing the value of the model parameters. The model learning algorithm is terminated when the global minimum error functionality is reached or one of its local minimums satisfies the quality requirements of the classification.

Therefore, in order to obtain the model of the classifier, it is first necessary to have a learning set of data in the form of human speech records with different emotional colors

## II Development of a training dataset

Because of the specific nature of the task involved, the formation of an emotional corpus (a set of recordings of a voice with different emotional colors) inevitably creates difficulties in obtaining spontaneous emotional speech of the announcer not only in the sphere of air transportation, but in any other field of human activity. This makes it very difficult and time-consuming to accumulate a large number of marked sound recordings with an emotional tone that is quite rare in everyday human activity. In addition, the acquisition of sound recordings with certain types of emotional states meets with well-known moral hurdles.

A generally applicable solution to these problems is the use of model bases formed with the participation of professional actors as an emotional corpus of sound recordings. It can be expected that the use of an automatic emotion classification system built using model bases will lead to a decrease in efficiency when switching to spontaneous speech.

However, there is definitely a clear similarity in the expression of emotions in conversation among arbitrary speakers, as evidenced by the research of evolutionary biology [6]. Therefore, corpuses from the recordings of professional actors can be effectively used to create and initially evaluate systems for emotional state voice analysis. The use of representative records databases that have proven their reliability among other researchers will help to avoid obvious difficulties when working with spontaneous speech and to reveal the relative efficiency of the developed algorithms at the initial stage of testing [7].

An analysis of the existing emotional corpora available today has shown that the following audio recording bases will satisfy the objectives of this study:

- The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS) [8];
- Surrey Audio-Visual Expressed Emotion (SAVEE) [9];
- Toronto Emotional Speech Set (TESS) [10].

The RAVDESS corpus is an emotional speech audiovisual database and songs. From the entire corpus, audio recordings of emotional speech were selected, obtained from 24 professional actors (12 women and 12 men), who voiced two lexically selected statements with a neutral North American accent. Speech includes *joy, fear, anger, sadness, disgust, surprise, calmness, and neutrality*.

Each speech pattern is spoken at two levels of emotional intensity: normal and strong. The sampling frequency of audio files is 48 kHz, \* .wav format.

The SAVEE database consists of records from 4 male actors for 7 emotions: *joy, fear, anger, sadness, disgust, surprise and neutrality*. A total of 480 sayings in British English. The sentences were selected from the standard TIMIT corpus [11] and are phonetically balanced for each emotion. Audio sampling rate - 44.1 kHz, \* .wav format.

In the TESS record base, the information is presented as a set of 200 target words spoken in the carrier phrase “Say the word...” by two actresses (aged 26 and 64) in the seven above-mentioned emotional states. The total number of entries is 2800. Both actresses speak English. Audio sampling rate - 24.414 kHz, \* .wav format.

Figure 2 presents in the form of boxplot diagrams [12] the statistical characteristics of the duration of audio recordings from the selected databases.

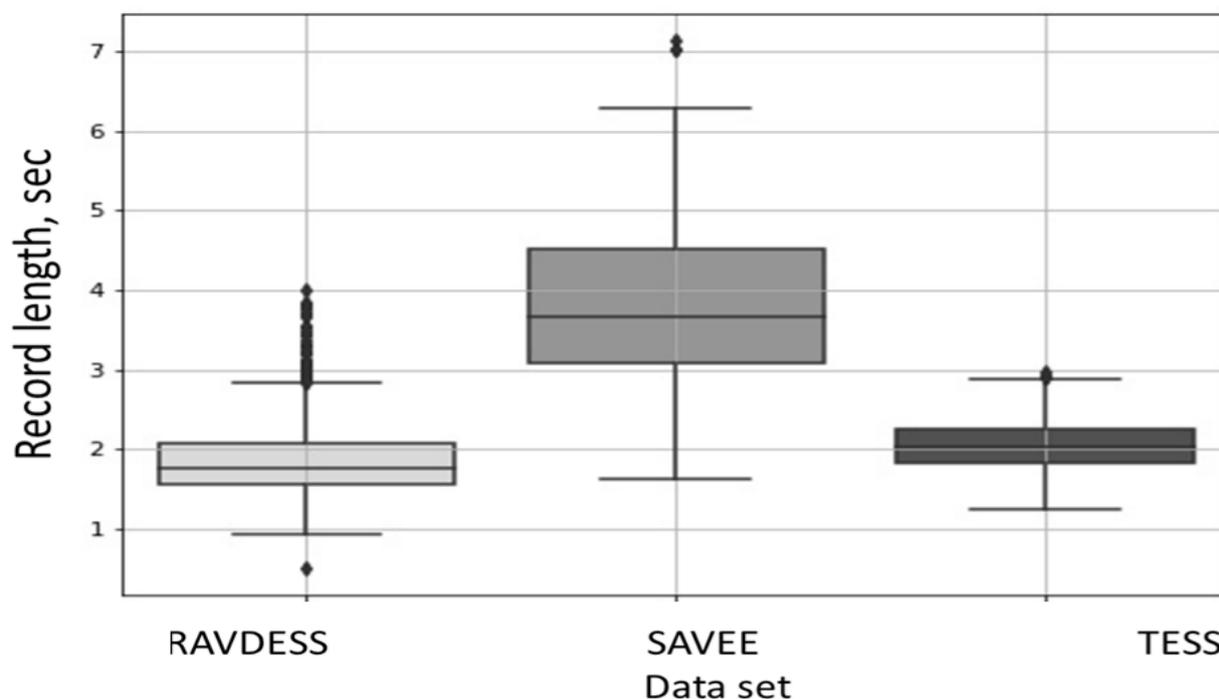


Figure 2 –Audio recordings duration statistics from selected databases

As follows from Figure 2, the overwhelming majority of audio recordings have a duration in the range of 1 - 7 seconds. In this regard, files with a duration of less than 1 second and more than 7 seconds were removed from the training sample, since they will differ significantly from other samples.

### III Speech production process equivalent model

To enable the use of intelligent information analysis techniques in the problem of automatic emotion recognition, human speech must be represented by a set of characteristics capable of informative features acting for a classifier model. For this reason, it is advantageous to interpret speech as a signal that is physically powered by acoustic oscillation in the technical system. IE speech is a sequence of sounds separated by pauses of different lengths.

Accordingly, when using modern Digital Signal Processing (DSP) techniques, speech analysis tasks need to be aware of speech formation processes in discrete time. For this purpose, the voice signal shall be represented by a non-stationary linear system response to noise or quasi-periodic pulse sequence [13, pp. 104] as shown in the figure 3.

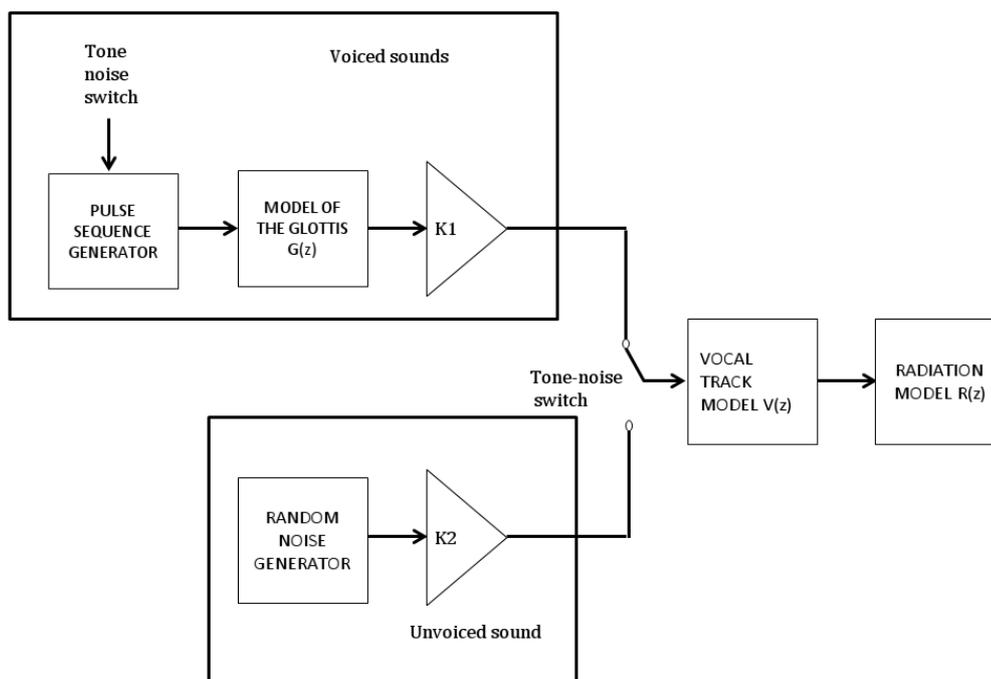


Figure 3 – Discrete Speech Formation Model Structure

According to Figure 3, the voice path can be represented by an equivalent model in discrete time with the transmission function of the form:

$$V(z) = \frac{G}{1 + \sum_{k=1}^n a_k z^{-k}}, \tag{2}$$

where  $G, a_k$  – are coefficients which change in time and are determined by the parameters of the vocal tract: by the dependence of the area of its transverse section on the distance along the longitudinal axis.

There are 42 phonemes in English, which are divided into vowels, diphthongs, semi-vowels and consonants [13, c. 45]. However, most speech sounds can be conditionally divided into vocal bundles, which are vocalized and formed without ligaments use are unvoiced.

Vibration of the vocal cords creates intermittent movement of the air flow from the lungs, which can be considered as periodic. The corresponding repetition period of air flow pulses is called the base tone period. As shown in Figure 3, in the voice-forming model for the formation of vocalized sounds, the generator of the pulse sequence forms single pulses with the frequency of the base tone of  $F_0$ . The pulses shape is determined by the transmission function  $G(z)$  of the linear system, the impulse characteristic of which corresponds to the form of the oscillation in the voice slot.  $K1$  unit determines the intensity of the voice signal by an appropriate amplification factor

The structure of Figure 3 also takes into account the nature of the variation of the sound pressure near the lips in the form of a radiation model. This effect can be represented in the first approximation as a type differentiator [13, c. 102]:

$$R(z) = G'(1 - z^{-1}) \tag{3}$$

The amplification factor  $G'$  determines the intensity of vocal excitation.

As a result, the overall transmission function of a discrete voice-forming model can be represented as:

$$H(z) = V(z)G(z)R(z). \quad (4)$$

It should be noted that the presented model has many limitations associated with the ability to describe all language phonemes. However, based on the structure of Figure 3, a number of important conclusions can be drawn.

Firstly, to use DSP technical means in speech research tasks, it is necessary to apply short-term signal analysis, since the model parameters will be constant only at certain time intervals.

Secondly, the structure and parameters of the model in Figure 3 suggest that useful information about the speech signal will be predominantly located in the frequency domain. IE the study of the spectral composition of the speech signal will reveal significant informative signs.

Third, the form of the speech signal will mainly have the form of quasi-periodic oscillations and noise. Moreover, the spectral composition of quasi-periodic oscillations will be determined by the fundamental frequency  $F_0$  and formant frequencies. The noise spectrum is distributed over the entire frequency range, and the distribution function is not determinative.

For example, Fig. 4 shows the form of a speech signal when a man pronounces the word "two", recorded with a sampling frequency of  $f_s = 44100$  Hz. Unvoiced sound  $|t|$  manifests itself as a noise signal from 2.6 seconds. From about 2.7 seconds on the graph, you can observe a quasi-periodic process that refers to the voiced sound  $|u:|$ .

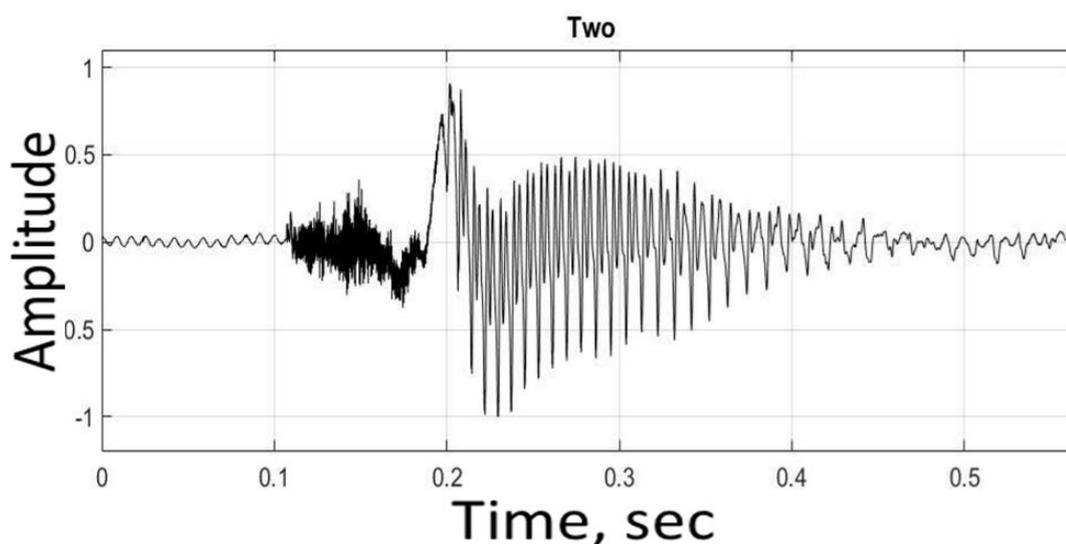


Figure 4 – Speech signal form when pronouncing a word «two»

Fig. 5 shows the spectral composition of the speech signal when pronouncing the word "two". Phoneme spectra are superimposed on each other, which makes it difficult to determine the frequency of  $F_0$  fundamental tone and the first formants

Thus, having information about the characteristics and main features of the speech signal, it is possible to develop digital preprocessing process structure called preprocessing.

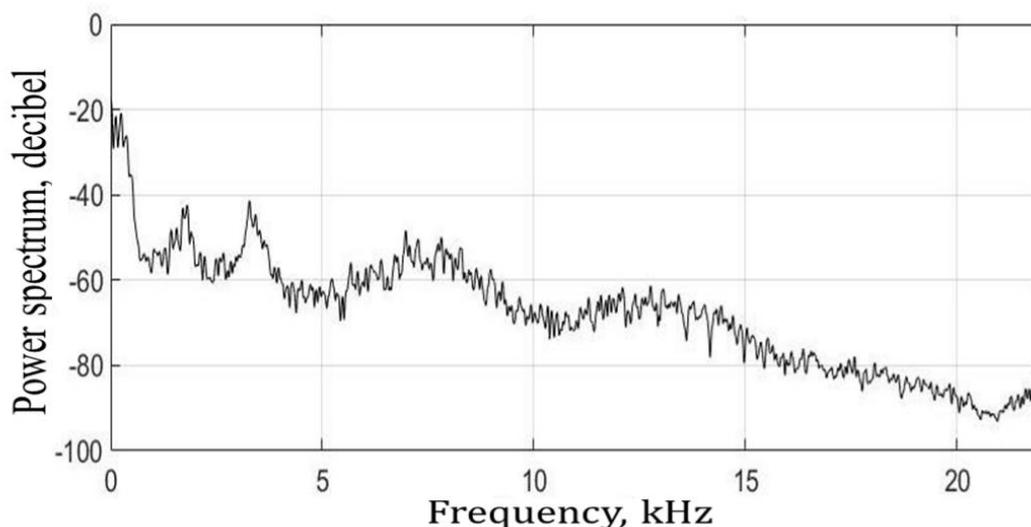


Figure 5 – Speech signal Spectral composition when pronouncing a word «two».

### III General principle of constructing an emotion classifier mathematical model based on a speech signal

Based on the analysis of speech formation process, the known features of the psychophysical perception of sounds by a person, the vagueness and ambiguity of the existing formulations of the concept of emotion, as well as the ambiguity and complexity of identifying significant informative signs, it can be argued that the phenomena that generate data on the emotional state of a person by a speech signal are a complex multifactorial process. In this connection, any mathematical model synthesized for the problem of emotions classification by a speech signal will contain a certain amount of uncertainty, which does not allow making unambiguous conclusions as a result of classification.

Then, in the learning process, when creating a mathematical model of the classifier, in accordance with Figure 1, it is necessary to apply a probabilistic approach, i.e. it is advantageous to consider the ML process from the standpoint of its probabilistic interpretation.

### Conclusion

Based on the research carried out, it can be argued that today there is no general theory that reveals the relationship between the speaker's emotions and the characteristics of the voice signal. In this regard, for the automatic classification of emotions by a speech signal, it is necessary to develop new intelligent algorithms based on modern achievements in the field of digital signal processing and information and communication technologies, as well as deep optimization of existing solutions.

Automatic classification of a person's emotional state task by his speech is distinguished by a number of difficulties, among which the main ones are existing ambiguity in the formulation of the concept of emotion, the complex structure of the speech signal and the processes that generate it, the peculiarities of the psychophysical perception of sounds by a person, and, consequently, uncertainty in the choice of speech signal characteristics.

As a result of discrete model analysis of a speech production, a preprocessing structure is proposed for informative features selection. The necessity of performing special DSP procedures for pre-filtering and removing pauses was established. The expediency of using short-term analysis of speech signals for the classification of emotions is shown. Based on this, signs of objects for training the mathematical model of the classifier are proposed, which may contain information about the emotional coloring of speech.

Based on the probabilistic approach to constructing a classifier model, the general principle of its training was determined, which satisfies both ML algorithms and deep learning methods.

### References

1. Aviation Safety Management Manual: Doc 9859 AN / 474. – 2<sup>nd</sup> edition. – Canada, Montreal: ICAO, 2010.
2. Manual on the Implementation of ICAO Language Proficiency Requirements: Doc. 9835 AN / 453. – 2<sup>nd</sup> edition. – Canada, Montreal: ICAO, 2010.
3. Ekman, P., "Universals and cultural differences in facial expressions of emotion", Nebr. Symp. Motiv. 1971, 207-283, 1972.
4. Uday Kamath, John Liu, James Whitaker Deep Learning for NLP and Speech Recognition. Springer Nature Switzerland AG 2019. P. 621.
5. Flakh P. Machine training. The science and art of building algorithms that extract knowledge from data / trans. from English by A. A. Slinkins. - M.: CH Press, 2015.-400 pp.
6. Cornelius R. R. The science of emotion: Research and tradition in the psychology of emotions // Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 1996.
7. Davydov A.G., Kiselyev V.V., Kochetkov D.C. Classification of the speaker's emotional state by voice: problems and solutions // International conference proceedings «Dialogue 2011». – M.: RSTU, 2011.pp. 178-185.
8. Livingstone SR, Russo FA (2018) The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English. PLoS ONE 13(5): e0196391.
9. S. Haq and P.J.B. Jackson. "Speaker-Dependent Audio-Visual Emotion Recognition", In Proc. Int'l Conf. on Auditory-Visual Speech Processing, pages 53-58, 2009.
10. Pichora-Fuller, M. Kathleen; Dupuis, Kate, 2020, "Toronto emotional speech set (TESS)", <https://doi.org/10.5683/SP2/E8H2MF>, Scholars Portal Dataverse, V1.
11. Garofolo, John S., et al. TIMIT Acoustic-Phonetic Continuous Speech Corpus LDC93S1. Web Download. Philadelphia: Linguistic Data Consortium, 1993.
12. J. Tukey Analysis of observation results. Exploratory analysis /trans. from English – M.: «Mir», 1981. – 693 p.
13. Rabiner L.R., Shafer R.V. Digital processing of speech signals: trans. from English./ Ed. M.V. Nazarova and Yu.N. Prokhorova. – M.: Radio and communication, 1981. — 496 p.

### УДК 502.3

*М.А. Бимагамбетов<sup>1</sup>, Н.С. Луценко<sup>1</sup>,  
Ф.Б. Тоймухамбетова<sup>1</sup>, Р.М.Касымова<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

### К вопросу защиты атмосферного воздуха от загрязнения

*Предложена математическая зависимость для определения удельного расхода раствора, необходимого для снижения запыленности воздуха при экскавации взорванной руды до предельно-допустимой концентрации.*

*Предложено математическое уравнение для определения удельного расхода раствора комплексного действия, необходимого для смачивания навала взорванной руды до очага самонагревания.*

**Ключевые слова:** самовозгорание, очаг самонагревания, сульфидная руда, запыленность воздуха, раствор комплексного действия.

Кенді экскавациялау кезінде ауаның шаңдануын шекті рұқсат етілген концентрацияға дейін төмендетуге қажетті ерітіндінің меншікті шығынын анықтауға арналған математикалық тәуелділік теңдеуі ұсынылған.

Жарылған кен үйіндісін өздігінен қызу ошағына дейін ылғандыруға қажетті кешенді-әрекетті ерітіндінің меншікті шығынын анықтауға арналған математикалық теңдеу ұсынылған.

**Түйін сөздер:** өзінен-өзі тұтану, өздігінен қызу ошағы, сульфидті кен, ауаның шаңдылығы, кешенді-әрекетті ерітінді.

*A mathematical dependence is proposed to determine the specific flow rate of a solution, which is necessary to reduce dustiness of the air during excavation of blasted ore to the maximum permissible concentration.*

*A mathematical equation is proposed for determining the specific flow rate of a complex-action solution necessary for wetting a pile of blasted ore to a self-heating center.*

**Key words:** self-ignition, self-heating zone, sulfide ore, dustiness of air, solution of complex action.

### Введение

Из официальных источников известно, что Казахстан богат на природные ресурсы и занимает 6-место в мире в плане разведанных запасов, около 12% промышленного производства занимает цветная металлургия. Многие месторождения разрабатываются открытым способом с применением мощного горного оборудования, в этих условиях наиболее интенсивное пылевыведение происходит при экскавации взорванной горной массы. В полиметаллических карьерах пыль, выделяющаяся при работе горного оборудования может содержать высокий уровень свободной двуокиси кремния, что указывает на высокую опасность для здоровья человека. Для снижения запыленности воздуха при этих работах применяется увлажнение взорванной горной массы водой или водными растворами различных химических реагентов. Однако, при разработке сульфидных руд, склонных к самовозгоранию применение воды не рекомендуется, это связано с тем, что вода интенсифицирует процесс окисления сульфидных руд. Это приводит к самовозгоранию руды с выделением сернистого газа в окружающую среду. Данное явление имеет такие отрицательные последствия как: отравление людей, простой горных работ, загрязнение окружающей среды вредными для здоровья веществами, потеря полезных компонентов руды.

В данной статье авторами рассматривается способ обеспыливания воздуха при экскавации руд, склонных к самовозгоранию, с применением раствора комплексного действия с таким удельным расходом, который обеспечивает как повышение влажности до определенной величины, при которой снижается запыленность до предельно-допустимой концентрации (ПДК), так и проникновение раствора до очага самовозгорания взорванного навала руды и не интенсифицирует при этом процесс окисления.

Химическая активность руд оценивается по скорости поглощения кислорода. При определении химической активности руды, увлажненной растворами различных веществ следует учитывать следующее. Чем ближе условия, при которых производится испытание к тем, при которых возникает самовозгорание в естественных условиях, тем точнее будут полученные результаты. Этому больше удовлетворяет метод, разработанный ИГД им. А.А. Скочинского.

### Основная часть

Для определения удельного расхода раствора, необходимого для снижения запыленности воздуха до ПДК использовалась зависимость вида:

$$q = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_{\mathcal{K}}}{N_{\mathcal{H}}}, \quad (1)$$

где:  $N_{\mathcal{K}}$ ,  $N_{\mathcal{H}}$  - запыленность воздуха при экскавации отбитой руды до и после увлажнения, мг/м<sup>3</sup>.

$q$  - удельный расход жидкости м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

$\lambda$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от степени равномерности увлажнения.

Эффективность обеспыливания при увлажнении раствором экскавируемого навала определяется по выражению:

$$\eta = 100[1 - \exp(-\lambda q)] \quad (2)$$

Анализ уравнения (2) показал, что удельный расход зависит от уровня начальной запыленности воздуха и величины коэффициента  $\lambda$ .

Для определения удельного расхода раствора, необходимого для смачивания навала взорванной руды до очага самонагревания, был теоретически исследован механизм его распространения.

Учитывая, что основное влияние на характер движения жидкости в скоплении оказывают мелкие фракции, для установления закономерностей увлажнения использованы уравнения Веригина Н.Н., описывающие процесс впитывания при орошении пористой среды. В результате решения этих уравнений, при соответствующих граничных условиях, получено выражение, описывающее закономерности изменения величины гравитационной влажности при увлажнении навала взорванной руды:

$$\varphi = \frac{n}{n-1} \left[ \frac{y}{h(t)} \right]^{n-1} * \frac{Q_0 t_0}{h(t) [\exp(t - \frac{t_0}{\varepsilon}) + 1]} + P \left[ \frac{Q_0 * n}{R_{\phi k}} * \frac{1}{\exp(t - \frac{t_0}{\varepsilon}) + 1} \right]^{\frac{1}{n}} * \left[ 1 - \frac{n * y}{(n-1)h(t)} \right]^{\frac{1}{n-1}} - \frac{n}{n-1} \left[ \frac{y}{h(t)} \right]^{\frac{n}{n-1}} * d, \quad (3)$$

где  $Q_0$  - интенсивность увлажнения, м/с;

$t_0$  - время увлажнения, с;

$\varepsilon$  - постоянная времени спада интенсивности увлажнения;

$\frac{Q_0}{[\exp(t - \frac{t_0}{\varepsilon}) + 1]}$  - функция, описывающая процессы полива навала руды с поверхности;

$h$  - глубина смоченной зоны, м;

$d = 0.01 \sqrt{\varphi_m - \varphi_e}$  - удельный расход жидкости, переходящий в связанное состояние, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$\varphi_m$  - максимальная влагоемкость руды, %.

Анализ уравнения (3) показывает, что при  $(t - \frac{t_0}{\varepsilon}) \gg 1$  второй член правой части уравнения стремится к нулю. Увеличение глубины смоченной зоны, в этом случае, будет

продолжаться до тех пор, пока величина гравитационной влаги не уменьшится до нуля. Тогда при  $\varphi = 0$ :

$$\frac{n}{n-1} \left[ \frac{y}{h(t)} \right]^{n-1} \left[ \frac{Q_0 t_0}{h(t)} - d \right] = 0,$$

так как  $\frac{n}{n-1} \left[ \frac{y}{h(t)} \right]^{n-1} \neq 0$ , то

$$\frac{Q_0 t_0}{h(t)} - d = 0 \quad (4)$$

Принимая во внимание, что  $Q_0 t_0 = qH$  получено:

$$q = \frac{0.01 \gamma (\varphi_m - \varphi_e) * h}{H}, \quad (5)$$

где  $q$  – удельный расход раствора,  $\text{м}^3/\text{м}^3$ ;

$H$  – высота навала руды, м;

Уравнение (5) позволяет, при известных значениях величин  $\gamma$ ,  $\varphi_m$ ,  $\varphi_e$  и  $H$ , характеризующихся относительным постоянством для конкретных условий карьера, ориентировочно определить удельный расход раствора для его проникновения к очагу самовозгорания в зависимости от изменения глубины очага.

Для практического применения принимается наибольшее расчетное значение удельного расхода раствора комплексного действия, полученное по формулам (1) и (5).

Однако величина удельного расхода, необходимого для снижения запыленности воздуха до ПДК в производственных условиях может отличаться от расчетного. Поэтому расчетный удельный расход требует уточнения в натуральных условиях. Смысл уточнения заключается в установлении коэффициента  $\lambda$ , с помощью которого можно по уравнению (1) определить удельный расход раствора, необходимый для снижения запыленности воздуха по ПДК. Коэффициент  $\lambda$ , вычисляется методом средних. Так как величина коэффициента для конкретных условий карьера является постоянной, то в дальнейшем, при экскаваторных работах контролируется только начальная запыленность воздуха. Величина  $\lambda$  определяется из уравнения (2) при известных значениях начальной ( $N_H$ ) и конечной ( $N_K$ ) запыленности воздуха и эффективности обеспыливания ( $\eta$ ) при удельном расходе ( $q$ ).

**Практическая значимость.** Полученные результаты дают возможность определить удельный расход раствора комплексного действия для смачивания навала взорванной руды до очага самонагрева. Это позволит снизить выделение пыли до ПДК и не интенсифицировать процесс окисления руд, склонных к самовозгоранию.

### Список использованной литературы

1. ССБТ.ГОСТ 12.1.005-88.Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2. Пихлак А.А.,Ильчук Н.Г.Научные основы профилактики эндогенных пожаров и ухудшения атмосферных условий при добыче и транспортировке сульфидных медно-никелевых руд.В кн.:Проблемы современной рудничной аэрологии.М:1974; Прогноз и профилактика эндогенных пожаров.М:1975.
3. Веселовский В.С. и др.Физические основы самовозгорания угля и руд.М: «Наука»,1974.

4. Ненашев Н.В., Бимагамбетов М.А.и др. Борьба с пылью при экскавации руд, склонных к самовозгоранию на Николаевском карьере Восточно-Казахстанского медно-химического комбината. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Основные задачи борьбы с пылью и профилактики пневмокониозов на горных предприятиях цветной металлургии». М:1981.

## УДК 629.735.45

*К.Б. Алдамжаров<sup>1</sup>, В.М. Костюченко<sup>1</sup>, К.М. Жандильдинова<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

### **Критическая скорость вращения винта**

*Бұл мақалада бұранданың айналу кезіндегі тікұшақ тербелістерінің өсуі, бұранданың айналу жылдамдығы және осы құбылыстың алдын алу жолдары қарастырылады. Бұранданың критикалық бұрыштық жылдамдығын анықтауды жер үсті резонансының қарапайым теориясы ретінде қарастыруға болады. Жер үсті резонансты болдырмау үшін тікұшақтарға техникалық қызмет көрсету жұмыстарын сапалы орындау үлкен маңызға ие.*

**Түйін сөздер:** *тікұшақ винті, винттің ғылукасы, жердегі резонанс, зиянды тербелістер, винттің айналу бұрыштық жылдамдығы, демпфер.*

*В данной статье рассматривается нарастание колебаний вертолѐта на земле при вращениях винта, критическая скорость вращения винта и способы предотвращения этого явления. Определение критической угловой скорости винта можно рассматривать как элементарную теорию земного резонанса. Для предотвращения земного резонанса большое значение имеет качественное выполнение операций технического обслуживания вертолѐта.*

**Ключевые слова:** *винт вертолѐта, втулка винта, земной резонанс, вредные колебания, угловая скорость вращения винта, демпфер.*

*This article discusses the growth of helicopter oscillations on the ground during rotations of the propeller, the critical rotational speed of the propeller and ways to prevent this phenomenon. The determination of the critical angular velocity of a screw can be considered as an elementary theory of earth resonance. To prevent terrestrial resonance, the high-quality performance of helicopter maintenance operations is of great importance.*

**Key words:** *helicopter propeller, propeller hub, ground resonance, harmful vibrations, angular speed of propeller rotation, damper.*

### **Введение**

Винт вертолѐта представляет собой ротор с шарнирно закрепленными лопастями. Наличие вертикальных шарниров, относительно которых лопасти имеют возможность поворачиваться, не позволяет определить условия динамической устойчивости такого ротора. Необходимо учитывать подвижность лопастей относительно втулки винта. На рис.1а представлена упрощенная схема трехлопастного несущего винта вертолѐта [3]. Буквой *O* обозначен центр втулки, буквами *A, B* и *C* - центры вертикальных шарниров. Центры вертикальных шарниров отстоят от центра втулки на расстоянии *a*. Вертолѐт стоит на земле.

Втулка упруго закреплена в горизонтальной плоскости. Упругими связями служат все элементы конструкции между втулкой и опорной поверхностью земли. Лопасти полностью уравновешены в плоскости вращения. Центры масс лопастей находятся на расстоянии  $b$  от центров вертикальных шарниров. Центр  $O$  втулки смещен относительно ее центра масс  $S$  на величину  $e$ . Это смещение мало и может быть вызвано случайным внешним воздействием. При вращении винта наличие эксцентриситета  $e$  приведет к возникновению центробежной силы, которая вызовет дополнительное упругое смещение  $r$  центра втулки, а также неупругое смещение центров масс лопастей (рис. 1).

### Основная часть

Вследствие смещения центр втулки окажется в точке  $O'$  центр ее масс – в точке  $S'$ , а центры масс лопастей в точках  $A', B'$  и  $C'$ . Эти точки движутся

по окружностям вокруг центра вращения  $O$ . Центры масс  $m_l$  лопастей расположатся на лучах, исходящих из центра  $O$  и проходящих через точки  $A', B'$  и  $C'$ . На этих же лучах лежат векторы центробежных сил инерции, создаваемых массами лопастей. Соединяя точку  $O$  с точкой  $B'$  получим треугольник  $OB'O'$  изображенный отдельно на рис. 1.в. Вследствие поворота вокруг вертикального шарнира продольная ось лопасти отклонилась на малый угол  $\varepsilon$ . Ось лопасти составит со стороной  $OO'$ , лежащей на линии  $O'A'$ , угол меньше  $60^\circ$ , т.е. угол  $O'OB'$  будет равен  $60^\circ - \varepsilon$ . По теореме синусов

$$\frac{r}{\sin \varepsilon} = \frac{a}{\sin(60^\circ - \varepsilon)} = \frac{OB'}{\sin 120^\circ}.$$

Отсюда  $\sin \varepsilon = \frac{r}{a} \sin(60^\circ - \varepsilon) \approx \frac{r}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$ . Принимая  $\sin \varepsilon \approx \varepsilon$ , запишем:

$$\varepsilon \approx \frac{r}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Приближенно  $OB' \approx a + \frac{r}{2}$ . Центробежная сила лопасти  $A$

$$F_{u.A} = m_l \omega^2 \cdot OA' = m_l \omega^2 (a + b - r).$$

Центробежная сила лопасти  $B$  и  $C$

$$F_{u.B} = F_{u.C} = m_l \omega^2 (b + OB') = m_l \omega^2 \left( a + b + \frac{r}{2} \right).$$

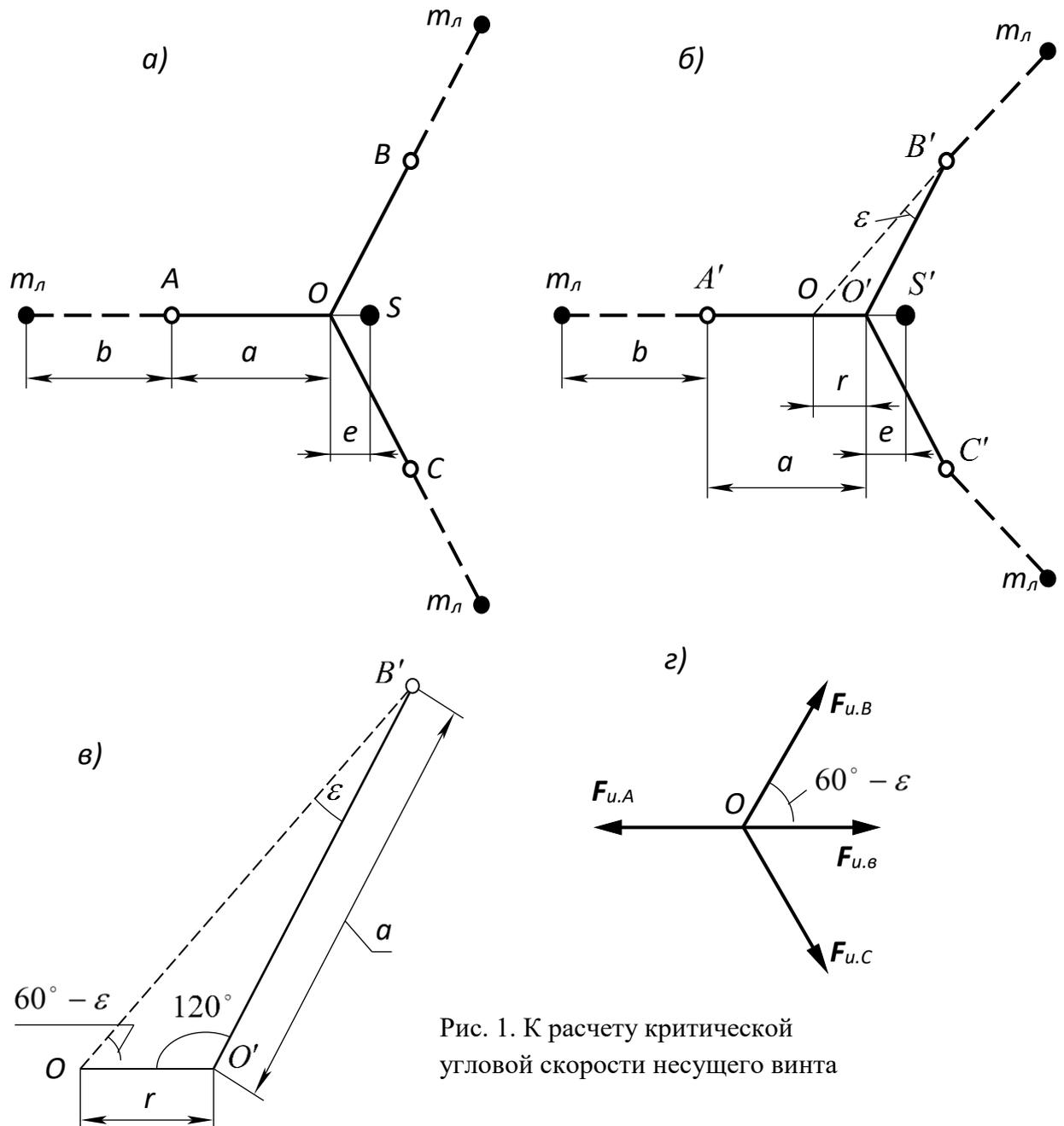


Рис. 1. К расчету критической угловой скорости несущего винта

Положения векторов центробежных сил, включая силу инерции массы  $m_e$  втулки  $F_{u.e} = m_e \omega^2 (e + r)$ , показано на рис.1г. Суммарная сила инерции  $F_u$  определится как сумма проекций всех сил на прямую  $OO'$ :

$$F_u = 2m_l \omega^2 \left( a + b + \frac{r}{2} \right) \cos(60^\circ - \varepsilon) - m_l \omega^2 (a + b - r) + m_e \omega^2 (e + r).$$

Используя формулы тригонометрии, преобразуем

$\cos(60^\circ - \varepsilon) = \cos 60^\circ \cos \varepsilon + \sin 60^\circ \sin \varepsilon$ . Учитывая малость угла  $\varepsilon$  а также зависимость (1), получим:

$$\cos(60^\circ - \varepsilon) \approx \cos 60^\circ + \varepsilon \sin 60^\circ = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \varepsilon = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{r}{a} = \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \cdot \frac{r}{a}.$$

Результат подставим в выражение, определяющее силу инерции:

$$\begin{aligned} F_u &= 2m_l \omega^2 \left( a + b + \frac{r}{2} \right) \left( \frac{1}{2} - \frac{3}{4} \cdot \frac{r}{a} \right) - m_l \omega^2 (a + b - r) + m_g \omega^2 (e + r) = \\ &= m_g \omega^2 (e + r) + m_l \omega^2 \left( a + \frac{3}{2} r + b + \frac{3rb}{2a} + \frac{r}{2} + \frac{3r^2}{2a} - a - b + r \right) = \\ &= m_g \omega^2 (e + r) + m_l \omega^2 \left( 3r + \frac{3rb}{2a} + \frac{3r^2}{2a} \right). \end{aligned}$$

Сила инерции при колебаниях уравнивается силой упругости  $cr$ , где  $c$  – жесткость упругих связей. Принимая  $F_u = cr$  и отбрасывая относительно малое слагаемое  $\frac{3r^2}{2a}$ , запишем:

$$cr = m_g \omega^2 (e + r) + 3m_l \omega^2 r \left( 1 + \frac{b}{2a} \right).$$

Выполнив некоторые преобразования, определим величину  $r$ .

$$cr = m_g \omega^2 r + m \omega^2 e + 3m_l \omega^2 r \left( 1 + \frac{b}{2a} \right); cr - m_g \omega^2 r - 3m_l \omega^2 r \left( 1 + \frac{b}{2a} \right) = m_g \omega^2 e$$

$$r \left[ c - m_g \omega^2 - 3m_l \omega^2 \left( 1 + \frac{b}{2a} \right) \right] = m_g \omega^2 e; r = \frac{m_g \omega^2 e}{c - m_g \omega^2 - 3m_l \omega^2 \left( 1 + \frac{b}{2a} \right)}. \quad \text{Отсюда}$$

$$r = \frac{e}{\frac{c}{m_g \omega^2} - 1 - 3 \frac{m_l}{m_g} \left( 1 + \frac{b}{2a} \right)}.$$

Неустойчивое состояние наступает тогда, когда  $r \rightarrow \infty$ , т.е. когда знаменатель выражения равен нулю. Это возможно при равенстве  $\frac{c}{m_g \omega^2} - 1 = 3 \frac{m_l}{m_g} \left( 1 + \frac{b}{2a} \right)$  или

$$\frac{c}{m_g \omega^2} = 1 + 3 \frac{m_l}{m_g} \left( 1 + \frac{b}{2a} \right). \quad \text{Отсюда критическая угловая скорость ротора винта}$$

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{c}{m_g + 3m_l \left( 1 + \frac{b}{2a} \right)}}.$$

Заметим, что на величину критической угловой скорости существенно влияет соотношение  $\frac{b}{2a}$ . Для случая жесткого крепления лопастей

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{c}{m_г + 3m_л}}.$$

При жестком креплении лопастей  $\omega_{кр}$  будет больше.

Изложенный подход к определению критической угловой скорости, рассмотренный на примере трехлопастного винта, может быть распространен и на винты с числом лопастей  $n \geq 3$ . При этом критическая угловая скорость

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{c}{m_г + nm_л \left(1 + \frac{b}{2a}\right)}}.$$

Для двухлопастного винта наличие вертикальных шарниров оказывает еще большее влияние на неустойчивость, но в таких винтах крепление лопастей, как правило, жесткое.

**Земным (наземным) резонансом** называют явление нарастания колебаний вертолета на земле при вращении винта. Это явление представляет собой автоколебания. Источником энергии, которую можно считать постоянной во времени, служит работающий двигатель, а периодический характер поступления энергии в колебательную систему создается взаимодействием колебаний корпуса вертолета на шасси и лопастей винта. Упругой связью для корпуса вертолета служит шасси. При боковых колебаниях корпуса происходит попеременное обжатие амортизаторов и пневматиков левой и правой ног шасси. Наиболее интенсивно земной резонанс развивается в случае совпадения частоты собственных колебаний вертолета на упругом шасси с частотой колебаний втулки винта в горизонтальной плоскости, которые возникают вследствие вращения неуравновешенной центробежной силы. При недостаточном демпфировании и непринятии экстренных мер земной резонанс приводит к разрушению конструкции вертолета. Частота колебаний втулки под действием неуравновешенной центробежной силы совпадает с частотой вращения винта. Увеличение амплитуды колебаний вертолета на шасси вызывает рост амплитуды колебаний лопастей относительно вертикальных шарниров и соответствующее увеличение центробежной силы, в свою очередь, способствует нарастанию амплитуды колебаний вертолета [25]. Определение критической угловой скорости винта можно рассматривать как элементарную теорию земного резонанса.

Различают две основные формы собственных колебаний одновинтового вертолета на шасси (рис. 2) в связи с тем, что упругие свойства шасси зависят от величины тяги винта. Первая форма колебаний (рис. 2а) имеет низшую частоту и проявляется при малой тяге несущего винта, когда пневматики и амортизаторы шасси имеют большое обжатие под действием нагрузки почти полного веса вертолета. Центр угловых колебаний вертолета находится намного ниже его центра тяжести, например, для вертолета Ми-6 на расстоянии около 7 м [4].

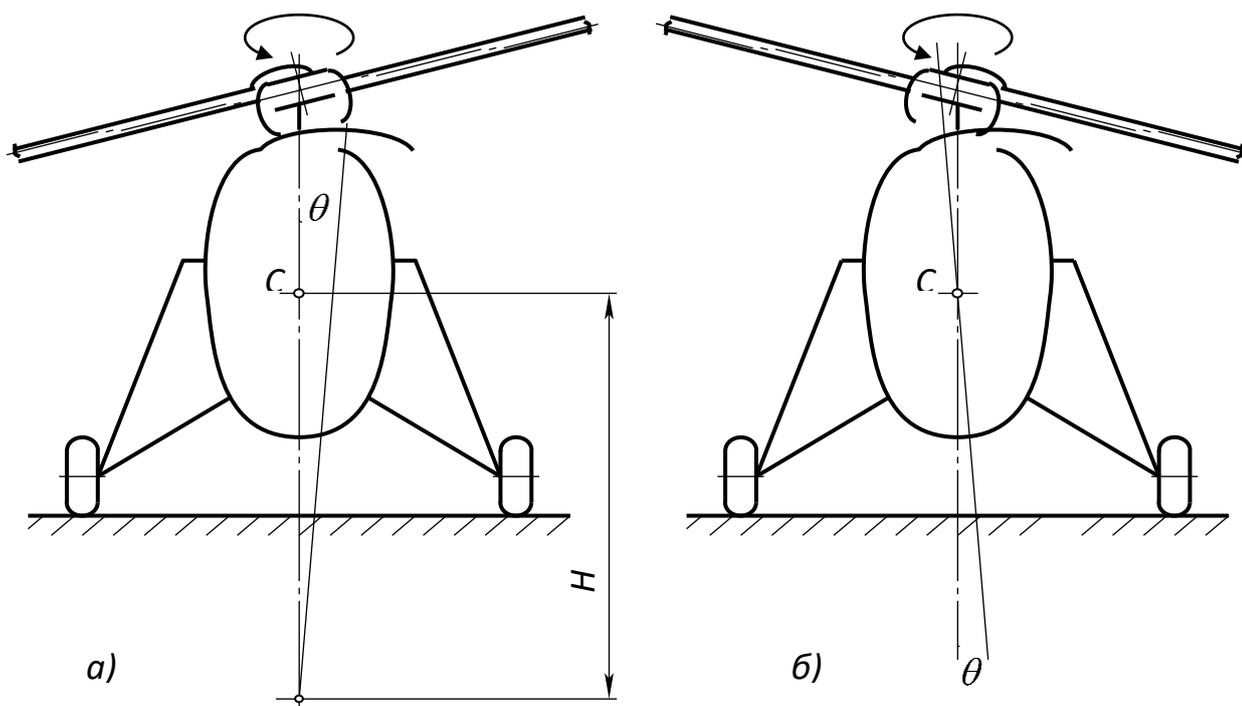


Рис. 2 Формы наземных колебаний вертолета в поперечной плоскости

Вторая форма колебаний (рис. 2б) характерна для случая большой тяги несущего винта, почти уравновешивающей вес вертолета. Амортизаторы не нагружены и практически не участвуют в колебательном процессе, деформируются только пневматики. Центр угловых колебаний вертолета оказывается близок к его центру масс. Частота таких колебаний значительно выше.

Приближенно критическую угловую скорость винта, т.е. такую скорость, достижение которой не допускается во избежание земного резонанса, можно определить по формуле [5]:

$$\omega_{кр} = \frac{P}{1 - \gamma_0},$$

где  $\gamma_0 = \sqrt{\frac{lS}{J}}$ . Здесь  $l$  – радиус расположения оси вертикального шарнира,  $S$  –

массовый статический,  $J$  – массовый осевой момент инерции лопасти относительно оси вертикального шарнира. Земной резонанс может возникнуть при движении вертолета по неровной поверхности, разбеге перед взлетом или пробеге во время посадки, при сильном

порыве ветра или других случайных факторах, вызывающих отклонение вертолета от номинального положения. Для предотвращения земного резонанса стремятся отстроить частоту собственных колебаний вертолета на шасси от частоты вращения винта. Гашение земного резонанса обеспечивается соответствующим подбором и регулировкой амортизаторов шасси и применением демпферов лопастей. Перед допуском к эксплуатации вертолет проходит испытания на земной резонанс. У вертолетов, несущие винты которых лишены вертикальных шарниров, земной резонанс на эксплуатационных режимах не возникает. Применяются фрикционные, гидравлические и пружинно-гидравлические демпферы лопастей. Расположение демпферов лопастей на несущем винте показано на рис. 4, а внешний вид демпфера на рис. 5.



Рис. 4 Расположение демпферов лопастей

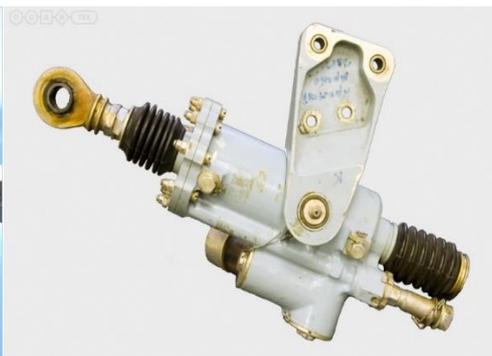


Рис. 5 Внешний вид демпфера лопасти

На рис.6 изображена схема установки демпферов, связывающих между собой соседние лопасти винта [6]. При установке межлопастных демпферов момент сил, действующих на лопасть, зависит не только от ее собственного движения, но и от движения соседствующих с ней лопастей. Это влияние зависит от плеча  $h$ . По сравнению с установкой демпферов по схеме на рис.4 межлопастной демпфер имеет тот недостаток, что при одновременном отклонении всех лопастей на одинаковый по величине и направлению угол, т.е. когда лопасти не имеют относительного перемещения, демпфирование отсутствует. Такой случай имеет место, например, в переходном режиме запуска винта.

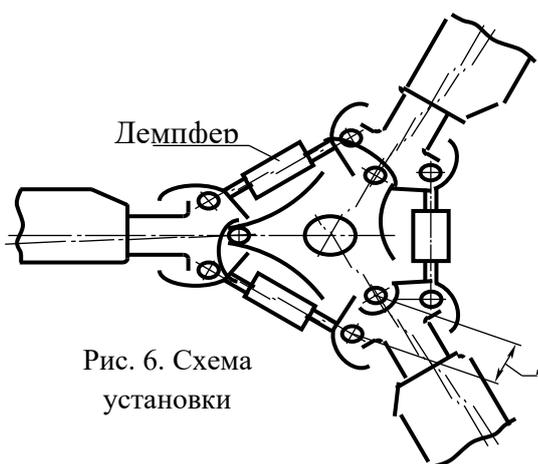


Рис. 6. Схема установки

относительно малое демпфирование на частоте вращения винта и более высоких частотах при длительных режимах. Таким требованиям хорошо отвечает пружинно-гидравлический демпфер.

Автоколебания, по своей физической основе подобные земному резонансу, могут возникнуть и в полете при совпадении частот колебаний лопастей с собственной частотой вертолета, причем к таким явлениям более склонны двухвинтовые вертолеты. На вертолетах

с двумя соосными несущими винтами вероятность появления таких колебаний связана с большой длиной и, соответственно, пониженной жесткостью вала верхнего винта. Для вертолетов поперечной схемы возможность колебаний типа земного резонанса в полете обусловлена взаимодействием несущих винтов с упругим крылом (поперечной балкой), на котором они установлены. На вертолетах продольной схемы таким колебаниям может способствовать недостаточная жесткость фюзеляжа, а также повышенная упругая податливость вала заднего несущего винта в связи с его выносом вверх.

Для предотвращения земного резонанса большое значение имеет качественное выполнение операций технического обслуживания вертолета.

### **Вывод**

В данной статье рассматривается нарастание колебаний вертолётa на земле при вращении винта, критическая скорость вращения винта и способы предотвращения этого явления. Определение критической угловой скорости винта можно рассматривать как элементарную теорию земного резонанса. Для борьбы с земным резонансом применяют средства поглощения и рассеивания энергии колебаний – демпферы. Специальные демпферы устанавливаются на вертикальных шарнирах несущего винта, а в системе «фюзеляж на шасси» роль демпферов выполняют амортизаторы. При этом важен правильный выбор характеристик гидравлического сопротивления амортизаторов на прямом и обратном ходе, а также характеристик жесткости амортизаторов и пневматикой. Для предотвращения земного резонанса большое значение имеет качественное выполнение операций технического обслуживания вертолета.

### **Список использованной литературы**

1. Богданов Ю.С., Михеев Р.А., Скулков Д.Д. Конструкция вертолетов. – М.: 1990.
2. Михеев Р.А. Прочность вертолетов. – М.: 1984.
3. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. – М.: 2015.
4. Вертолеты. Расчет и проектирование. Ч. 2. Колебания и динамическая прочность. Под ред. М.Л. Миля. – М.: 1967.
5. Вибрации в технике. Справочник. Т. 3. Колебания машин, конструкций и их элементов. Под ред. Ф.М. Диментберга и К.С. Колесникова. – М.: 1980.
6. Селин И.С., Фирсов В.А., Николаев Е.И. Колебания агрегатов вертолета. – Казань: 2008.

**UDC 004.934.2**

*P.K. Anayatova,<sup>1</sup> K.T. Koshekov<sup>1</sup>, A.A. Savostin<sup>2</sup>, A.V. Streltsov<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>JSC «Civil Aviation Academy», Almaty, Republic of Kazakhstan*

*<sup>2</sup>Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan*

*<sup>3</sup>Embry-Riddle Aeronautical University, Florida, USA,*

**Automatic emotion recognition by speech signal**

*This article discusses the development of a deep convolutional neural network architecture for automatic recognition of emotions from a speech signal and the advantages of using convolutional neural networks. It is advisable to obtain informative signs of a speech signal for recognizing the speaker's emotions using short-term analysis.*

*Then, for a separate sample of a speech signal, each investigated feature will be a two-dimensional data structure in the form of an array of size  $m \times n \times 1$ , where  $m$  is the number of coefficients used when calculating the analyzed feature, and  $n$  is the signal frame number. At the same time, it is reasonable to assume that not only the value of a specific coefficient, but also its location in space has an informative value. In particular, the second dimension of the array carries information about the time scale, so the order along it will have a certain value, and the first dimension is responsible for the relative position of the frequency components.*

*Consequently, the informative features selected for the classification of emotions have their own internal structure, the format of which is known to us. The array of the calculated coefficients  $X_{m \times n}$  can be considered as a monochrome image (having one channel), where a certain value of an informative feature acts as each pixel.*

**Keywords:** *artificial convolutional neural network, emotion recognition, array, monochrome.*

*Бұл мақалада сөйлеу сигналынан эмоцияны автоматты түрде тану үшін терең конволюциялық жүйке архитектурасын дамыту және конволюциялық нейрондық желілерді пайдаланудың артықшылықтары талқыланады. Қысқа мерзімді талдаудың көмегімен сөйлеушінің эмоциясын тану үшін сөйлеу сигналының ақпараттық белгілерін алған жөн. Содан кейін, сөйлеу сигналының жеке үлгісі үшін әрбір талданған ерекшелік  $m \times n \times 1$  өлшемді массив түріндегі екі өлшемді мәліметтер құрылымы болады, мұндағы  $m$  - талданған мүмкіндікті есептеу кезінде қолданылатын коэффициенттер саны, ал  $n$  - сигнал шеңберінің нөмірі. Сонымен бірге белгілі бір коэффициенттің мәні ғана емес, оның кеңістікте орналасуы да ақпараттық мәнге ие болады деп ойлау орынды.*

*Демек, эмоцияларды жіктеу үшін таңдалған ақпараттық сипаттамалардың өзіндік ішкі құрылымы бар, оның форматы бізге белгілі. Есептелген коэффициенттердің  $X_{m \times n}$  массивін монохромды сурет деп санауға болады (бір каналы бар), мұнда ақпараттық мүмкіндіктің белгілі бір мәні әрбір пиксель ретінде әрекет етеді.*

**Түйін сөздер:** *жасанды конволюциялық жүйке жүйесі, эмоцияны тану, массив, монохромды.*

*В данной статье рассматривается разработка архитектуры глубокой сверточной нейронной сети для автоматического распознавания эмоций по речевому сигналу и преимущество использования сверточных нейронных сетей. Информативные признаки речевого сигнала для распознавания эмоций диктора целесообразно получать при помощи кратковременного анализа. Тогда для отдельного образца речевого сигнала каждый исследуемый признак будет представлять собой двумерную структуру данных в виде*

массива размером  $t \times n \times 1$ , где  $t$  – число используемых коэффициентов при расчете анализируемого признака, а  $n$  – номер фрейма сигнала. При этом обоснованно предполагать, что информативное значение имеет не только величина конкретного коэффициента, но и его расположение в пространстве. В частности, вторая размерность массива несет информацию о временной шкале, поэтому порядок вдоль нее будет иметь определенное значение, а первая размерность отвечает за взаимное расположение частотных компонент. Следовательно, отобранные для классификации эмоций информативные признаки имеют свою внутреннюю структуру, формат которой нам известен. Массив рассчитанных коэффициентов  $X_{t \times n}$  можно рассматривать, как монохромное изображение (имеющее один канал), где в роли каждого пикселя выступает определенное значение информативного признака.

**Ключевые слова:** искусственная сверточная нейронная сеть, распознавание эмоций, массив, монохромное изображение.

### Introduction

At the moment, the most effective type of classifier when working with multidimensional data arrays are artificial convolutional neural networks (CNN) as practice shows [1].

When using fully connected neural networks, additional knowledge about the internal data structure is not used in any way, and, therefore, some information is lost. In contrast to this, the SNN is a neural network model, the format of which is focused on processing data with a mesh structure. This is achieved by using a convolution operation in at least one layer of the neural network.

As applied to the convolutional layer of a neural network, the operation of two-dimensional convolution can be represented in the form [2, p. 186]:

$$y_{i,j}^l = \sum_{-d \leq a, b \leq d} W_{a,b} x_{i+a, j+b}^l, \quad (1)$$

where  $x_{i,j}^l$  is the convolution input;  $W$  is a convolution kernel with a weight matrix of size  $((2d + 1) \times (2d + 1))$ ;  $y_{i,j}^l$  is a result of convolution at the  $l$ -th level (feature map).

The use of the convolution operation in the implementation of an artificial neural network makes it possible to radically improve the ML algorithm. In particular, convolutional layers are characterized by the following features: manifestation of sparse interaction, separation of parameters, and equivariant representations.

Due to the sparse interaction in the CNN, neurons of the lower levels can interact with only a small part of the input neurons. IE there is a local selection of features without reference to the specific position of the analyzed area. The network gains the ability to efficiently interpret complex relationships between many variables by using convolutional kernels, each of which implements only sparse interactions. When the parameters are divided, neurons appear in the SNN with associated weights, when the weight value applied to one input occurs somewhere else. SNN learns faster on more data with less time. In addition, the convolution operation is equivariant with respect to parallel transfer, which makes the SNN much less sensitive to parallel transfer or input shift.

However, in most cases, one convolutional layer is not enough to reveal relationships between data that are significantly separated in space. Therefore, it is necessary to use several consecutive convolutional layers with a nonlinear activation function and additional downsampling.

Thus, SNNs are significantly superior to other intelligent ML algorithms in the tasks of analyzing images or other data, where the spatial arrangement of features is important. At the same time, the use of deep learning technologies, when more than one convolutional layer is used as part of a network, allows for better analysis by identifying complex interactions in the data structure.

Main body

**I Deep convolutional neural network architecture for automatic recognition of emotions from speech.**

The search for the optimal configuration of the neural network was carried out by dividing the prepared training dataset into three subsamples - training, validation, and test. To do this, using a random stratified splitting [3], all data were divided in the following proportion: 70% for network training, 20% for testing, and 10% for final verification. Isolation of the test subsample made it possible to compare different variants of network architectures with each other, as well as to make the selection of optimal hyperparameters.

As a result, within the framework of the problem being solved, the architecture of a deep convolutional neural network (DCNN) was developed, shown in Figure 1 (the data dimension is shown to the right of the diagram). The notation “div” in Figure 1 is used to describe the mathematical operation of division without regard to remainder.

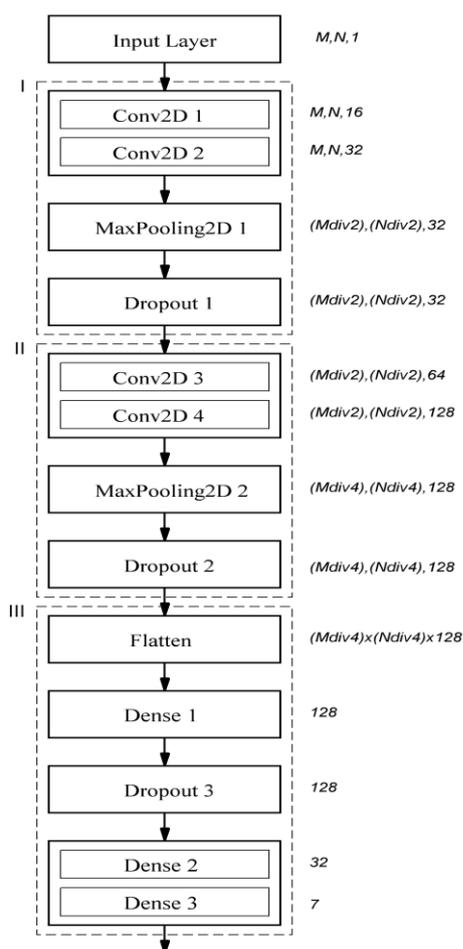


Figure 1 – Deep convolutional neural network architecture

In accordance with Figure 1, as a result of the study, the network architecture consists of three main segments, they are two convolutional and one fully connected (the network segments in Figure 1 are highlighted with a dotted line and denoted by Roman numerals). The first segment uses two consecutive convolutional layers Conv2D 1 and Conv2D 2 with 16 and 32 filters, respectively.

For all convolutional layers, the kernel size is 3×3 elements, and it is shifted by one element for each dimension. The number of filters for the convolutional layers of the second segment

Conv2D 3 and Conv2D 4 is 64 and 128, respectively. Also, for each convolutional layer, the activation function in the form of nonlinearity ReLU (rectified linear units) [4] is used:

$$h(x) = \max(0, x). \quad (2)$$

The ReLU function (2) will return the value  $x$  if  $x > 0$ , and zero in all other cases. The calculation of this function is less expensive in terms of the computer time used. In addition, ReLU introduces the required nonlinearity, and also allows for sparse activation of neurons, thereby facilitating the network and reducing the resource intensity of computations in the learning process.

The network layers MaxPooling2D 1 and MaxPooling2D 2 in the network structure in Figure 1 are responsible for the downsampling operation. In this case, for each local group of neurons with a size of  $2 \times 2$ , maximum finding operation is performed:

$$x_{i,j}^{l+1} = \max_{-2 \leq a \leq 2, -2 \leq b \leq 2} z_{i+a, j+b}^l, \quad (3)$$

where  $z_{i,j}^l = h(y_{i,j}^l)$  are values at the output of the activation function (2).

For regularization in the training process, Dropout layers are used (Figure 1). Dropout 1 and Dropout 2 drop every fourth block of input data, Dropout 3 does every second. Subsequent coats Flatten, Dense 1 and Dense 2 are compacted. IE in this segment, a fully connected neural network is already implemented.

Dense output layer 3 is a softmax classifier with 7 output neurons for  $C = 7$  types of classified emotions:

$$\sigma(x)_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_{c=1}^C e^{x_c}}. \quad (4)$$

In accordance with expression (4), the developed DCNN as a result of classification will return a vector of seven numbers, representing the probabilities of seven types of emotions for the analyzed speech signal sample.

Thus, the developed DCNN with the help of sequential convolutions identifies various feature maps, which can be considered as information transmission channels. Due to the MaxPooling2D layers (see Figure 1), the dimension of the analyzed data array will gradually decrease. As a result, the lower convolutional layers will be able to interpret not only individual information within the convolution kernel, but work with filtered data from the entire input array of informative features. Fully connected layers with a sequentially decreasing number of neurons combine local features identified by convolutional layers and form a classification result for the required number of classes.

## II Deep convolutional neural network training

The DSNs training was carried out on the selected informative features. The learning algorithm implements the backpropagation method. In this case, for the convolutional layers, at each iteration of the network training, the error function  $Q$  is optimized by expressing its gradients from the obtained weights:

$$\frac{\partial Q}{\partial w_{a,b}^l} = \sum_i \sum_j \frac{\partial Q}{\partial y_{i,j}^l} \frac{\partial y_{i,j}^l}{\partial w_{a,b}^l}, \quad (5)$$

where  $i, j$  are coordinates of two-dimensional data;  $w$  is weighting factors. As a result, to calculate error function gradients we have the following expression [2, p. 196]:

$$\frac{\partial Q}{\partial x_{i,j}^l} = \sum_i \sum_j \frac{\partial Q}{\partial y_{i-a,j-b}^l} w_{a,b}. \quad (6)$$

The optimization task is solved by implementing stochastic gradient descent over mini-batches using the adaptive SGD algorithm [5] for the differential parameters of the chalk-frequency cepstral coefficients and using the Adam algorithm [6, p. 1 - 15] for other types of informative signs

Thus, in the process of training the neural network, the search for the optimal values of the weights  $w^*$  is performed, for which the network error takes the minimum value

$$w^* = \arg \min_w Q(w). \quad (7)$$

To perform a multiclass classification of emotions in work, categorical cross-entropy as an error function is used:

$$loss = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{c=1}^C I[y_i \in C_c] \log p[y_i \in C_c], \quad (8)$$

where  $N$  is sample size  $p[y_i \in C_c]$  is probability of belonging  $i$  sample to  $c$  class;  $I[y_i \in C_c]$  is an indicator function that takes the value of one if the sample really belongs to class  $c$ , and zero otherwise.

Table 1 shows the dimension of the data and the number of parameters to be trained for each layer of the developed GNSS when training on the selected informative features. The batch size in all cases was taken equal to 32.

In the case of using melspectrograms (melspec in Table 1), the number of triangular filters (3.15) was taken equal to  $M = 128$ . To calculate the mel-frequency cepstral coefficients (MFCC in Table 1), the value  $M = 40$  (3.20), and the coefficient  $ci(0)$  is discarded.

The calculation of the differential parameters of the chalk-frequency cepstral coefficients (delta in Table 1) is performed using the obtained MFCC values while maintaining the data dimension. When calculating the pitch classes (chroma in Table 1), 12 corresponding coefficients are calculated.

The synthesis and training of the DCNN model was carried out in the Python 3.7 programming language using the open neural network library Keras 2.3.1 [7, 8], running on the TensorFlow 2.1.0 framework [9].

The DCNN training process is presented in the form of graphs in Figure 3. The multiclass percentage of correct answers accuracy was used as a quality metric on the training subsample:

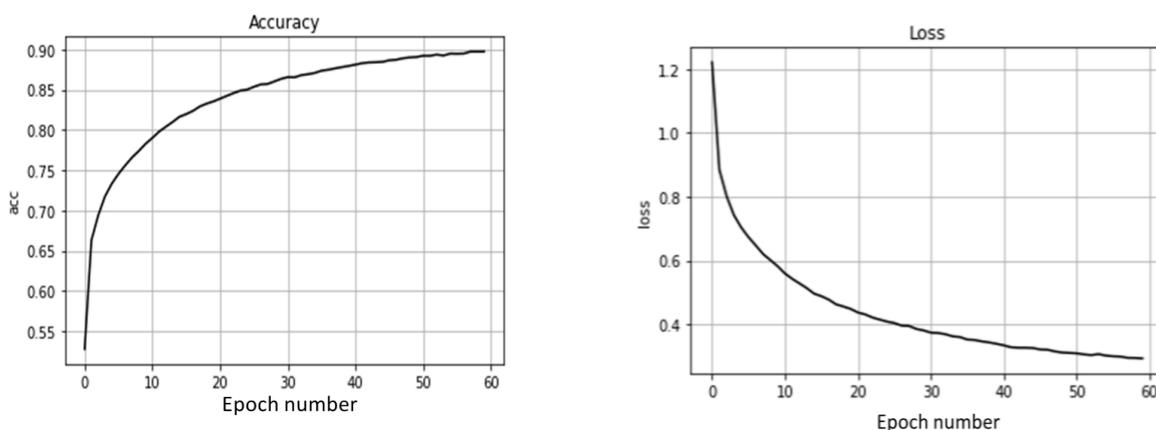
$$acc = \frac{\sum_{c=1}^C \frac{tp_c + tn_c}{tp_c + tn_c + fp_c + fn_c}}{C}, \quad (9)$$

where  $C = 7$  is a number of classified emotions;  $tp_c$  (*true positive*) is correctly classified specimens as belonging to the class  $c$ ;  $tn_c$  (*true negative*) is correctly classified samples as not belonging to the class  $c$ ;  $fp_c$  (*false positive*) samples not belonging to class  $c$ , but erroneously classified as belonging to it;  $fn_c$  (*false negative*) are specimens belonging to class  $c$ , but erroneously classified as not belonging to it.

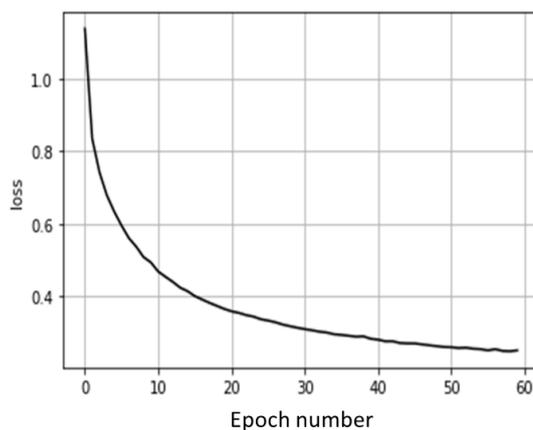
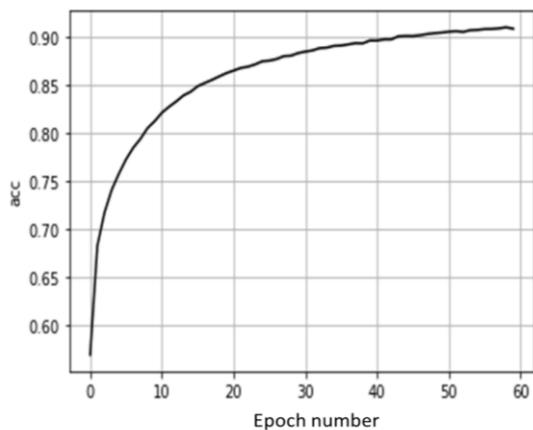
Table 1 – Dimension of data and number of trained parameters for each layer of the developed DCNN.

| Layer type     | <i>melspec</i>    |                          | <i>MFCC</i>       |                          | <i>delta</i>      |                          | <i>chroma</i>    |                          |
|----------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
|                | Output size       | Taught parameters number | Output size       | Taught parameters number | Output size       | Taught parameters number | Output size      | Taught parameters number |
| Input data     | (128, 27, 1)      | 0                        | (39, 27, 1)       | 0                        | (39, 27, 1)       | 0                        | (12, 16, 1)      | 0                        |
| Conv2D 1       | (32, 128, 27, 16) | 160                      | (32, 39, 27, 16)  | 160                      | (32, 39, 27, 16)  | 160                      | (32, 12, 16, 16) | 160                      |
| Conv2D 2       | (32, 128, 27, 32) | 4640                     | (32, 39, 27, 32)  | 4640                     | (32, 39, 27, 32)  | 4640                     | (32, 12, 16, 32) | 4640                     |
| MaxPooling2D 1 | (32, 64, 13, 32)  | 0                        | (32, 19, 13, 32)  | 0                        | (32, 19, 13, 32)  | 0                        | (32, 6, 8, 32)   | 0                        |
| Dropout 1      | (32, 64, 13, 32)  | 0                        | (32, 19, 13, 32)  | 0                        | (32, 19, 13, 32)  | 0                        | (32, 6, 8, 32)   | 0                        |
| Conv2D 3       | (32, 64, 13, 64)  | 18496                    | (32, 19, 13, 64)  | 18496                    | (32, 19, 13, 64)  | 18496                    | (32, 6, 8, 64)   | 18496                    |
| Conv2D 4       | (32, 64, 13, 128) | 73856                    | (32, 19, 13, 128) | 73856                    | (32, 19, 13, 128) | 73856                    | (32, 6, 8, 128)  | 73856                    |
| MaxPooling2D 2 | (32, 32, 6, 128)  | 0                        | (32, 9, 6, 128)   | 0                        | (32, 9, 6, 128)   | 0                        | (32, 3, 4, 128)  | 0                        |
| Dropout 2      | (32, 32, 6, 128)  | 0                        | (32, 9, 6, 128)   | 0                        | (32, 9, 6, 128)   | 0                        | (32, 3, 4, 128)  | 0                        |
| Flatten        | (32, 24576)       | 0                        | (32, 6912)        | 0                        | (32, 6912)        | 0                        | (32, 1536)       | 0                        |
| Dense 1        | (32, 128)         | 3145856                  | (32, 128)         | 884864                   | (32, 128)         | 884864                   | (32, 128)        | 196736                   |
| Dropout 3      | (32, 128)         | 0                        | (32, 128)         | 0                        | (32, 128)         | 0                        | (32, 128)        | 0                        |
| Dense 2        | (32, 32)          | 4128                     | (32, 32)          | 4128                     | (32, 32)          | 4128                     | (32, 32)         | 4128                     |
| Dense 3        | (32, 7)           | 231                      | (32, 7)           | 231                      | (32, 7)           | 231                      | (32, 7)          | 231                      |
| Total          |                   | 3247367                  |                   | 986375                   |                   | 986375                   |                  | 298247                   |

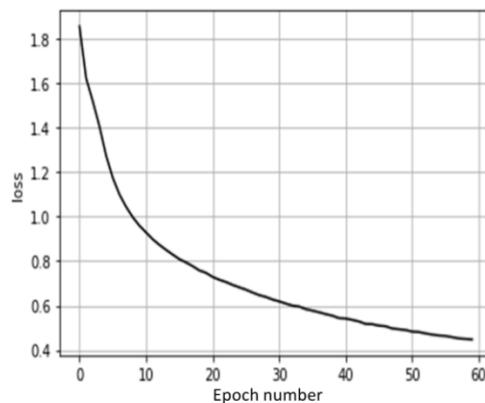
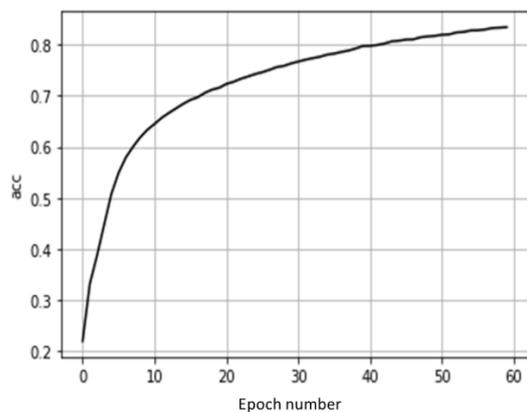
The neural network has been trained for 60 epochs. As follows from the graphs in Fig. 2, during the learning process, there is a sequential increase in the *acc* value and a corresponding decrease in the error function (8). It can also be seen from the graphs in Figure 3 that the type of the selected informative feature influences the quality of DCNN training.



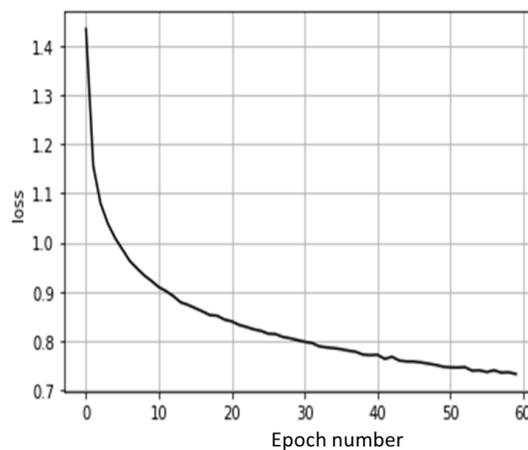
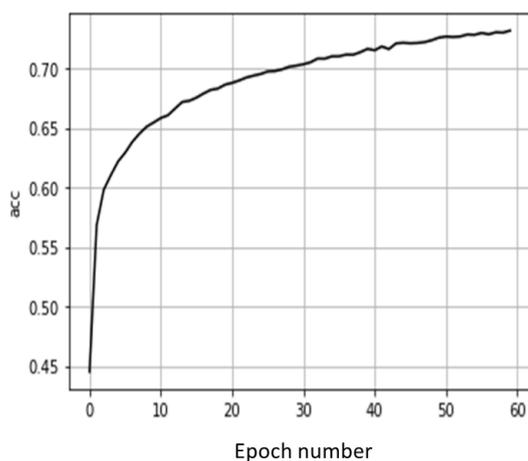
a)



b)



c)



d)

a) MFCC; b) melspec; c) delta; d) chroma

Figure 2 – DCNN training process: changing in the proportion of correct answers *acc* and cross-entropy *loss* on the trained subset

### Conclusion

Modern data mining technologies make it possible to achieve high quality results in the tasks of automatic extraction of useful information from various kinds of features of the objects under study. The use of deep learning technologies in the form of artificial convolutional neural networks opens up new possibilities for analyzing data of a two-dimensional structure.

The proposed architecture of the DCNN and the algorithm for its training on the selected informative features allows one to obtain high results in the classification of person's emotional state for seven classes of objects only by the acoustic data samples under study. The model of the classifier based on the DCNN of the proposed architecture allows to obtain the best classification results when it is trained on informative features in the form of mel-frequency cepstral coefficients. In this case, the result of the classification is considered as independent of the speaker, since data from three different emotional corpuses are used to train the neural network.

In the analysis of the results obtained, it has been established that the calculated quality of the classification according to the proposed method exceeds the results for other efficient ML algorithms, such as random forest, fully connected neural network, gradient boosting, etc. Analysis of sources from similar studies also shows that when using only acoustic information of a speech signal to recognize seven types of emotion, the proposed method exceeds the quality metrics of existing models.

### References

1. Goodfellow J., Benjio I., Courville A. Deep learning / trans. from eng. A. A. Slinkina. - 2nd ed., Rev. - M.: DMK Press, 2018. -- 652 p.
2. Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangelskaya E. Deep learning. - SPb.: Peter, 2018. -- 480 p.
3. Raska S. Python and machine learning / trans. from English A.V. Logunova. M.: DMK Press, 2017. - 418 p.
4. LeCun Yann; Bengio Yoshua; Hinton Geoffrey "Deep learning". Nature. 521 (7553). P. 436–444.
5. Ilya Sutskever, James Martens, George Dahl, Georey Hinton On the importance of initialization and momentum in deep learning. Proceedings of the 30<sup>th</sup> International Conference on Machine Learning, Atlanta, Georgia, USA, 2013. JMLR:W&CP. Vol. 28. P. 1139-1147.
6. Kingma D., Ba J. Adam: A Method for Stochastic Optimization // arXiv, 2014. <http://arxiv.org/abs/1412.6980>.
7. Julie A., Pal S. Keras Library - A deep learning tool. — DMK Press, 2017.- 294 p.
8. Keras. <https://keras.io/>. September 21 2020.
9. TensorFlow. <https://www.tensorflow.org/>. September 21 2020.
10. Davis J., Goadric M. The relationship between Precision-Recall and ROC curves // ICML '06 Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning. – Pittsburgh, PA, 2006 – P. 233-240.

## УДК 629.7.023

Б.Б. Темірбекова<sup>1</sup>, Д.В.Зуев<sup>1</sup>  
Академии гражданской авиации<sup>1</sup>

**Состояние, перспективы и значение использование магниевых сплавов в авиационной**

*В данной статье мы изучили сплавы на основе магний и его характеристики. Далее, мы сравнили физические свойства магниевых сплавов и металла алюминий. Современная промышленность предъявляет все более высокие требования к материалам в отношении их прочности, износостойкости, коррозионной стойкости и технологичности. Далее, нам удалось выяснить, что использование магниевых сплавов относится к числу наиболее перспективных направлений, поэтому исследования, связанные с поиском новых свойств магния и возможностей его применения, не прекращаются. В настоящее время использование сплавов на основе магния при создании разнообразных деталей и конструкций позволяет достичь снижения их веса практически на 30% и увеличить предел прочности до 300 Мпа, но, как считают ученые, это далеко не предел для этого уникального металла.*

**Ключевые слова:** сплавы, металлы, температура, теплопроводимость, жаропрочные, магний, алюминий.

*Бұл мақалада магний мен оның сипаттамаларына негізделген қорытпаларды зерттедік. Әрі қарай магний қорытпалары мен алюминий металдарының физикалық қасиеттерін салыстырдық. Қазіргі заманғы индустрия материалдарға беріктік, тозуға төзімділік, коррозияға төзімділік және өңделу қабілеттілігі тұрғысынан үнемі өсіп отырады. Сонымен қатар, біз магний қорытпаларын қолдану перспективасы бағыттардың бірі екенін білдік, сондықтан магнийдің жаңа қасиеттерін іздеумен байланысты зерттеулер тоқтап қалмайды. Қазіргі уақытта магний негізіндегі қорытпаларды алуан түрлі бөлшектер мен құрылымдарды құру кезінде олардың салмағын 30% -ға төмендетуге және созылу беріктігін 300 МПа-ға дейін арттыруға мүмкіндік береді, бірақ ғалымдардың пікірінше, бұл бірегей металдың шектерінен алыс.*

**Түйін сөздер:** қорытпалар, металдар, температура, жылу өткізгіштік, ыстыққа төзімді, магний, алюминий.

*In this article, we have studied alloys based on magnesium and its characteristics. Next, we compared the physical properties of magnesium alloys and aluminum metal. Modern industry places ever-increasing demands on materials in terms of their strength, wear resistance, corrosion resistance and processability. Further, we were able to find out that the use of magnesium alloys is one of the most promising areas, therefore, studies related to the search for new properties of magnesium and the possibilities of its application do not stop. Currently, the use of magnesium-based alloys in the creation of a variety of parts and structures allows to achieve a reduction in their weight by almost 30% and increase the tensile strength to 300 MPa, but, according to scientists, this is far from the limit for this unique metal.*

**Keywords:** alloys, metals, temperature, heat conductivity, heat resistant, magnesium, aluminum.

Магниевые сплавы - сплавы на основе магния. Сплавы на основе магния являются наиболее прочные, в том числе и наиболее жаропрочные. Свойства магния значительно улучшаются при легировании. Сплавы магния характеризуются низкой плотностью, высокой

удельной прочностью, способностью хорошо поглощать вибрации. Достоинством магниевых сплавов является их хорошая обрабатываемость резанием и свариваемость.

Магниевые сплавы подразделяются по ряду критериев. Это: по способу обработки – на литейные и деформируемые; по степени чувствительности к термической обработке – на не упрочняемые и упрочняемые термообработкой; по свойствам и сферам применения – на сплавы жаропрочные, высокопрочные и общего назначения; по системе легирования – существует несколько групп не упрочняемых и упрочняемых термообработкой деформируемых магниевых сплавов. По химическому составу сплавы также подразделяются на три группы: алюминий + магний + цинк; магний + цинк + цирконий; магний + редкоземельные элементы + цирконий.



Рисунок 1. Внешний вид металла (магний).

Химические свойства магния довольно своеобразны. Он легко отнимает кислород и хлор у большинства элементов, не боится едких щелочей, соды, керосина, бензина и минеральных масел. С холодной водой магний почти не взаимодействует, но при нагревании разлагает ее с выделением водорода. В этом отношении он занимает промежуточное положение между бериллием, который вообще с водой не реагирует и кальцием, легко с ней взаимодействующим. Особенно интенсивно идет реакция с водяным паром, нагретым выше 380 °С.

Физические свойства магниевых сплавов. Магний обладает довольно высокими теплопоглощающими свойствами. Так, по теплопроводности магний не уступает ни одному из конкурирующих с ним металлов, вследствие чего температуры, возникающие при передаче на поверхность магния данного количества тепловой энергии, относительно низки. Это иллюстрируется гипотетической кривой нагрева (рис. 305). Кроме того, в связи с тем, что произведение упругого модуля на коэффициент расширения (модуль термического напряжения) является низким, неоднородный нагрев компонентов будет вызывать относительно низкие термические напряжения. В нашем случае, мы сравнили свойства магниевых сплавов и алюминий.

Таблица 1. Указаны сравнение физических свойств магниевых сплавов и металла алюминий:

| Наименование элемента | Физические свойства сплавов   |                           |                      |  |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|--|
|                       | Плотность., г/см <sup>3</sup> | Температура плавления., С | Теплопроводимость.,К | Модуль упругости., Е, Кг/мм <sup>2</sup> |
| Магниевые сплавы      | 640                           | 1,74                      | 0,40                 | 4550                                     |
| Алюминий              | 650                           | 2,70                      | 0,22                 | 6940                                     |

Магний – самый легкий конструкционный материал, используемый в промышленных масштабах. Его плотность (1,7 г см<sup>-3</sup>) составляет менее двух третей плотности алюминия. Сплавы магния весят вчетверо меньше стали. Кроме того, магний прекрасно обрабатывается и может быть отлит и переделан любыми стандартными методами металлообработки (прокатка, штамповка, волочение, ковка, сварка, пайка, клепка). Поэтому его основная область применения – в качестве легкого конструкционного металла. Применение магниевых сплавов в конструкциях летательных аппаратов позволяет уменьшить их массу и расход топлива. Удельная прочность магниевых сплавов в 1,5–2,0 раза выше, чем алюминиевых. Магниевые сплавы поглощают ударные и вибрационные нагрузки и используются для изготовления таких деталей, как авиационные и автомобильные колеса, силовые детали самолетов и вертолетов, корпуса и крышки агрегатов, передние и средние опоры двигателей и др.

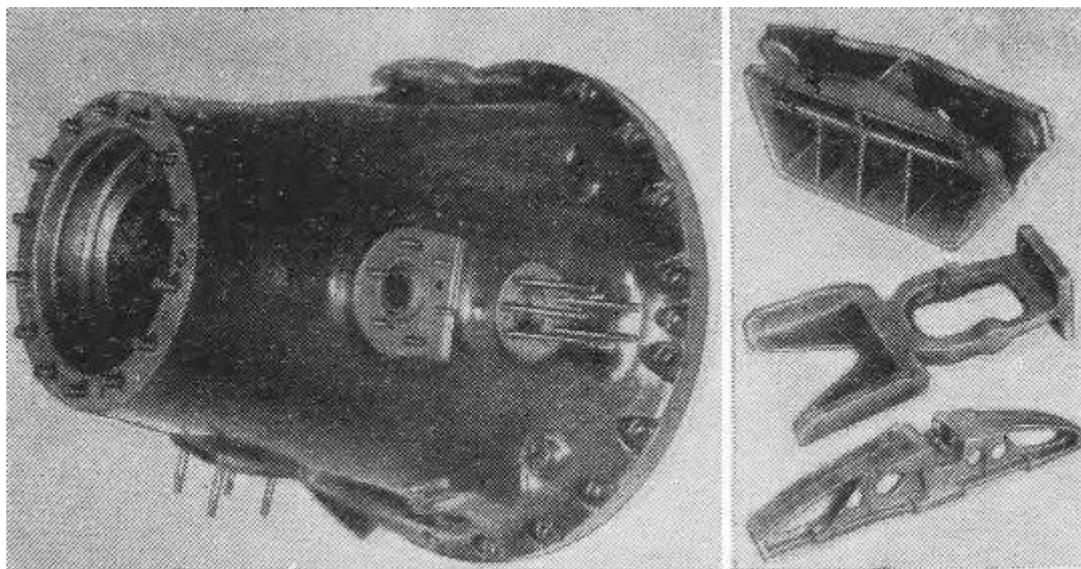


Рис.1 Детали самолетов и двигателей, отлитые из магниевых сплавов

Рисунок 2. Детали самолетов и двигателей, отлитые из магниевых сплавов.

Магниевые сплавы нашли свое место в производстве современного самолета. Колеса и вилки шасси, передние кромки крыльев, детали сидений, корпуса приборов, различные рычаги и кожухи, двери кабин и фонари – и это далеко не весь перечень применения сплавов магния. В наши дни активно стали использовать магний для изготовления литых крыльев, литых створок люков шасси, которые легче по весу примерно на 25 % и дешевле сборных

конструкций из деформируемых сплавов. Например, планер одного из американских истребителей был почти полностью изготовлен из сплавов на основе магния.

Таблица 2. Применение магниевых сплавов.

| № | Отрасль             | Применение   |
|---|---------------------|--|
| 1 | в самолетостроении  | Колеса и вилки шасси, передние кромки крыльев, детали сидений, корпуса приборов, различные рычаги и кожухи, двери кабин и фонари |
| 2 | в вертолетостроении | Для производства двигателей, в некоторых моделях доля магниевых деталей составляет по массе 23 %.                                |

Химические свойства магния довольно своеобразны. Он легко отнимает кислород и хлор у большинства элементов, не боится едких щелочей, соды, керосина, бензина и минеральных масел. С холодной водой магнием почти не взаимодействует, но при нагревании разлагает ее с выделением водорода. В этом отношении он занимает промежуточное положение между бериллием, который вообще с водой не реагирует и кальцием, легко с ней взаимодействующим. Особенно интенсивно идет реакция с водяным паром, нагретым выше 380 °С. Помимо преимуществ, у сплава имеются и недостатки. Они значительно уступают алюминиевым сплавам по пластичности и коррозионной стойкости; отличаются очень высокой окисляемостью в жидком состоянии, способны воспламеняться при температуре 400—550°С, что затрудняет изготовление отливок. Литейные свойства у магниевых сплавов низкие: плохая жидкотекучесть, большая линейная усадка, склонность к образованию усадочных рыхлот и горячих трещин. Основные недостатки магниевых сплавов: высокая стоимость, подверженность коррозии и воспламеняемость. Несмотря на это, магниевые сплавы находят все большее применение в конструкции самолета.

Выводы. В данной статье мы изучили сплавы на основе магний и его характеристики. Далее, мы сравнили физические свойства магниевых сплавов и металла алюминий. Современная промышленность предъявляет все более высокие требования к материалам в отношении их прочности, износостойкости, коррозионной стойкости и технологичности. Далее, нам удалось выяснить, что использования магниевых сплавов относится к числу наиболее перспективных направлений, поэтому исследования, связанные с поиском новых свойств магния и возможностей его применения, не прекращаются. В настоящее время использование сплавов на основе магния при создании разнообразных деталей и конструкций позволяет достичь снижения их веса практически на 30% и увеличить предел прочности до 300 Мпа, но, как считают ученые, это далеко не предел для этого уникального металла.

#### Список использованных источников:

1. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: Учебник / Ю.П. Солнцев, С.А. Вологжанина, А.Ф. Иголкин. - М.: Academia, 2016. - 288 с.
- 2.: <https://fb.ru/article/322485/magnievyye-splavyi-primenenie-klassifikatsiya-i-svoystva>
3. <http://www.vsmmpo.ru/ru/pages/Aviastroenie>
4. Авиационное материаловедение. –М.;Издание ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2015.-536с
5. Вульф Б.К. Авиационное материаловедение: 1967.

## УДК 534(07)

Р.Ж. Тулеушова<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

**Понятия анализа динамики колебаний упругой конструкций в «слабой мере динамических функций»**

Мақалада көпір аралық теңдеуі үшін динамикалық айнымалыларды сипаттайтын интегралды әдіс қарастырылған. Динамикалық функциялардың интегралды түрлендірілуі біркелкі конвергенциядан туындайтын күшті өлшемнен айырмашылығы, функциялар арасындағы қашықтықты өлшейтін әлсіз өлшемді енгізуге тең.

Бұл тәсіл гармоникалық функциялармен қатар импульстік соққы әсерін қарастыруға мүмкіндік береді, бұл әдіс қолдану өрісін кеңейтеді. Интегралдық түрлендіруді қолдану координатадағы 4-ші ретті теңдеуді уақыт бойынша екінші ретті кәдімгі дифференциалдық теңдеуге келтіреді. Бұл жағдай демпферді басқарудың белсенді алгоритмін құруға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** Тербелістер динамикасы, серпімді құрылым, сенімділік, бәсеңдеткіш, бақылау.

*В работе рассматривается интегральный метод описания динамических переменных для уравнения пролетной балки моста. Интегральное преобразование динамических функций эквивалентно введению слабой меры, измеряющей расстояние между функциями в отличие от сильной меры, возникающей при равномерной сходимости.*

*Данный подход позволяет рассматривать импульсные ударные воздействия наряду с гармоническими функциями, что расширяет область применимости метода. Использование интегрального преобразования приводит уравнение 4-го порядка по координате к обыкновенному дифференциальному уравнению второго порядка по времени. Это обстоятельство делает возможным построение алгоритма управления активным демпфером.*

**Ключевые слова:** Динамика колебаний, упругая конструкция, надежность, демпфер, мониторинг.

*The paper considers an integral method for describing dynamic variables for the bridge span equation. An integral transformation of dynamical functions is equivalent to the introduction of a weak measure that measures the distance between functions, in contrast to the strong measure arising from uniform convergence.*

*This approach allows us to consider impulse shock effects along with harmonic functions, which expands the field of applicability of the method. The use of an integral transformation reduces the equation of the 4th order in the coordinate to an ordinary differential equation of the second order in time. This circumstance makes it possible to build an active damper control algorithm.*

**Key words:** Vibration dynamics, elastic structure, reliability, damper, monitoring.

**Актуальность исследования**

Основой для настоящей работы явился технический проект экспериментальной системы мониторинга моста по шоссе Алаш в г. Нур-Султан, на основе высокоточной спутниковой навигации [1].

Реализации проекта способствовало развертывание в Казахстане сети наземных станций дифференциальной коррекции сигналов спутниковой навигации, которые позволяют

довести точность спутниковых измерений до уровня 1 см в реальном времени и до 1 мм в постобработке.

Рассмотрение экономической стороны задачи привело к модели оценки безопасности сооружения в зависимости от конфигурации системы мониторинга [2,3]. По данной модели была рассчитана схема установки датчиков на сооружении (рис.1).

Датчиками являлись инклинометры, тензометрические измерители и датчики высокоточной спутниковой навигации. На данной базе была сформулирована концепция гашения вредных колебаний в колебательном контуре с обратной связью, где интерактивные данные системы мониторинга играли роль сигнала обратной связи.

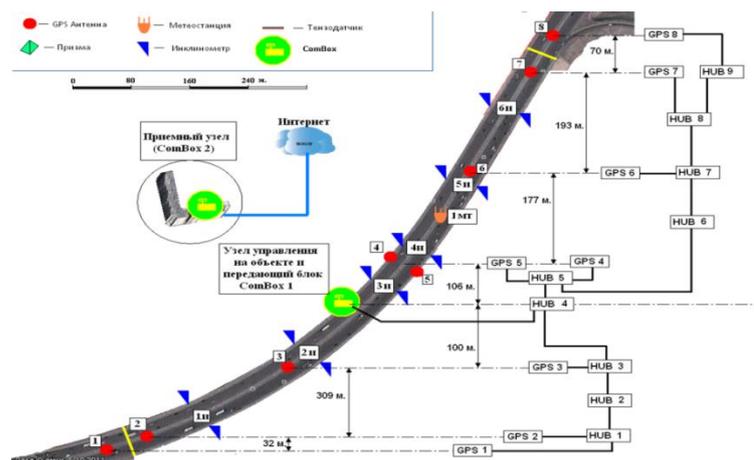


Рисунок 1. Схема размещения датчиков в системе мониторинга моста в г. Астана.

### Управление надежностью моста.

Принцип активной стабилизации мостовой конструкции при аномальных или нежелательных нагрузках основан на управлении демпфером с сигналом обратной связи, зависящим от колебаний конструкции. Управляемый демпфер отличается от обычного тем, что его закон сопротивления смещению мостовой конструкции при колебаниях может динамически меняться. В различных вариантах сила сопротивления активного демпфера является функцией величины смещения и скорости смещения.

Информация от системы мониторинга используется как сигнал обратной связи, который служит для оперативного изменения функции сопротивления демпфера. Алгоритм управления анализирует текущие колебания конструкции и при появлении опасных признаков должен выработать новый вид функции сопротивления демпфера, обеспечивающей гашение вредных колебательных мод.

Колебания пролетной части описывается функцией  $u(x, t)$  (рис. а). Устройство механически соединяется с пролетной конструкцией, которая в точке подвеса демпфера совершает движение с амплитудой  $\eta(t)$

Динамически настраиваемый демпфер и пролетная часть образуют составной колебательный контур. Как известно, резонансные характеристики связанных контуров обладают высокой частотной избирательностью, что находит применение в полосовых фильтрах. Колебания пролетной части  $u(x, t)$  измеряются датчиками.

Пассивные демпферы (рис. 2) в простейшем случае создают противодействующую движению штока постоянную по величине силу трения.

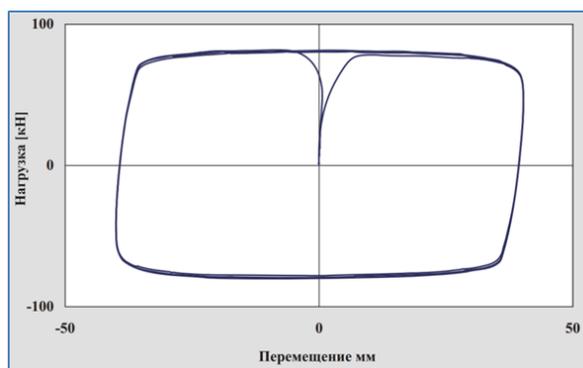


Рисунок 2. Характеристика вязко-пружинного демпфера. Модель компании FIP Industriele.

В более совершенных устройствах – вязко-пружинных демпферах реактивная сила зависит от смещения  $\eta(t)$  и скорости смещения штока  $v = \dot{\eta}(t)$ , например:

$$f = f_0 + K\eta + Cv^{0,15}$$

Данная зависимость позволяет реализовать гистерезис характеристики «нагрузка-перемещение», поглощающий избыточную энергию. В фазовом пространстве  $(p, \eta)$ , где  $p$  – импульс штока, колебания демпфера под действием периодической возмущающей силы описывается кривой  $S_1$ , тогда как нормальной моде соответствует  $S_0$  (рисунок 3).

В области  $\Sigma$  лежат траектории перехода к нормальному состоянию. В течение временных интервалов сравнимых с периодом колебаний фазовые траектории практически можно считать замкнутыми, в этом случае энергия колебаний пополняется за счет действия внешней нагрузки на конструкцию. Состояние  $S_0$  представляет колебание с минимальной частотой, имеющее минимальную энергию.

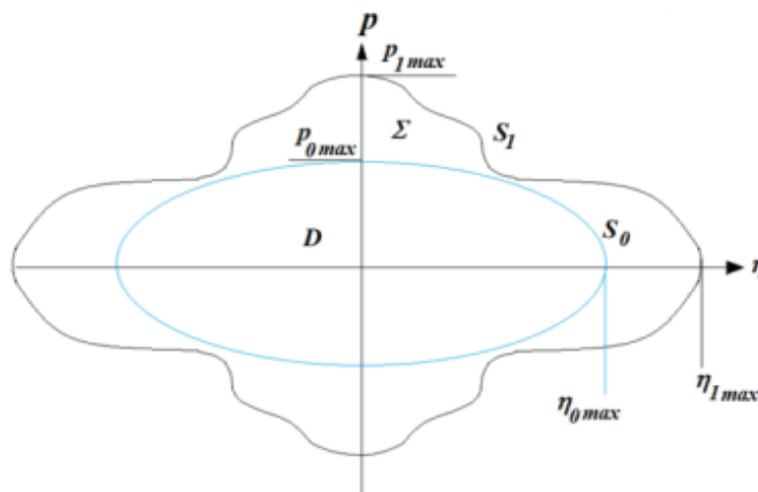


Рисунок 3.

Таким образом, задача состоит в определении вида функции реакции  $f$ , которая для заданной пролетной части могла в максимальной степени обеспечить подавление вредных для конструкции гармоник, либо поглощая избыточную энергию, либо распределяя энергию колебаний по неопасным для конструкции гармоникам.

На рисунке 4 изображена модель активно демпфируемой балки, где  $U_k$  и  $\varphi_k$  – описывают абсолютный и относительный профиль балки в  $k$ -ом пролете, связанные соотношением:

$$U_k = \varphi_k(x, t) + x\eta(t). \quad (3)$$

Физически устройство связано с пролетной частью моста через подвижный шток массой  $m$ . Устройство демпфирования создает силу реакции штока  $f(\eta, \dot{\eta})$ .

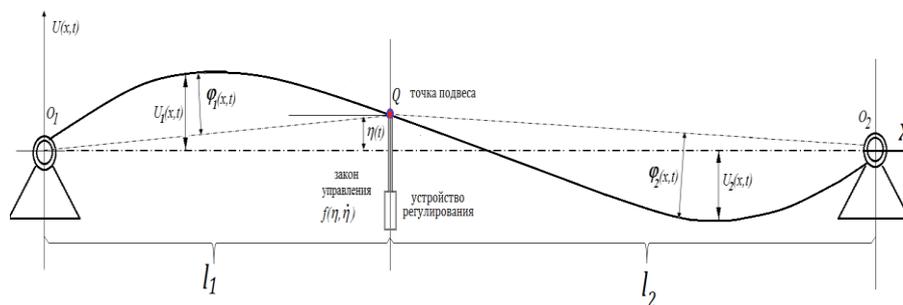


Рисунок 4. Балочная модель мостового пролета.

Вводя обозначения:

$$x_1 = \frac{x}{l_1}, \quad x_2 = \frac{L-x}{l_2}, \quad \beta_k^2 = \frac{\rho l_k^4}{EJ}, \quad \alpha_k = \frac{EJ}{l_k^3},$$

$S(x, t)$  – внешняя нагружающая сила, можно представить уравнение движения блочных пролетов в виде:

$$\varphi_k^{IV} + \beta_k^2 \ddot{\varphi}_k + x\beta^2 \ddot{\eta} = S(x, t).$$

Прямая задача состоит в решении относительно  $\eta(t)$  и  $\varphi(t)$  системы уравнений описывающих совместный колебательный контур, образованный пролетной частью и демпфером:

$$\begin{cases} \varphi_k^{IV} + \beta_k^2 \ddot{\varphi}_k + x\beta^2 \ddot{\eta} = S(x, t) \\ f - \{\alpha_2 \varphi_2''' + \alpha_1 \varphi_1'''\}_{x=1} = m\ddot{\eta}(t) \end{cases}$$

Обратная задача состоит в определении такой функции или, что точнее, класса управляющих функций  $f(\eta, \dot{\eta})$ , которые допускали бы инженерную реализацию в виде активного управляемого демпфера.

К уравнению относительного движения балки:

$$\varphi^{IV}(x, t) + \beta^2 \ddot{\varphi}(x, t) + x\beta^2 \ddot{\eta}(t) = S(x, t)$$

применим преобразование:

$$\begin{aligned} \int_0^1 p(x) \varphi^{IV}(x, t) dx + \beta^2 \int_0^1 p(x) \ddot{\varphi}(x, t) + \\ + \beta^2 \ddot{\eta}(t) \int_0^1 xp(x) dx = \int_0^1 p(x) S(x, t) dx \\ p(x) = \frac{1}{2 \sin \lambda} \left( \sin \lambda x - \frac{\cos \lambda sh \lambda x}{\sin \lambda ch \lambda} \right), \end{aligned}$$

где:  $\lambda = 2,36502$

Функция  $p(x)$  является решением обыкновенного дифференциального уравнения

$$p^{(IV)}(x) = \lambda^4 p(x)$$

и удовлетворяет условиям:

$$p(0) = p'(1) = p''(0) = p''(1) = 0$$

Введем функцию слабой меры для оценки динамического состояния балки:

$$A(t) = \int_0^1 p(x)\varphi(x, t) dx.$$

При граничных условиях:

$$\varphi''(0, t) = \varphi''(1, t) = \varphi(0, t) = \varphi(1, t) = 0$$

Функция времени  $A(t)$  будет являться характеристикой отклонения профиля пролетной части от положения равновесия в целом. Аналогичную меру можно ввести и при других граничных условиях.

Введем сокращение:

$$V(t) = \gamma_1 \varphi_1^{III}(1, t) + \gamma_2 \varphi_2^{III}(1, t).$$

Для одинаковых пролетов можно записать:

$$\frac{1}{2\gamma} V(t) + \lambda^4 A(t) + \beta^2 \ddot{A}(t) + \beta^2 \ddot{\eta}(t) G = S(t),$$

где  $G = 8,85899$ . В итоге приходим к системе, описывающей связанные колебательные контуры:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2\gamma} V(t) + \lambda^4 A(t) + \beta^2 \ddot{A}(t) + \beta^2 \ddot{\eta}(t) G = S(t) \\ m \ddot{\eta}(t) = \gamma V(t) + f(\eta, \dot{\eta}). \end{array} \right.$$

Данная система показывает, что для регулирования колебаний достаточно одной функции времени – слабой меры  $A(t)$  вместо множества функций в сильной мере  $\sup |\varphi_{\text{возм}}(x, t) - \varphi_{\text{норм}}(x, t)|$ , которая требует минимизации отклонений во всем интервале изменения  $x$ .

Введенная слабая мера  $A(t)$  позволяет описывать целый класс функций возмущенных движений. При этом вместо системы уравнений в частных производных для описания колебательной системы предлагается система обыкновенных дифференциальных уравнений.

### Список использованной литературы

1. Тулеушова Р.Ж., Наурызбаев М.К. Система мониторинга стабильности конструкции моста по шоссе Алаш в г. Астана. Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве». Том II, г. Алматы, 19-20 декабря, 2013г.
2. Тулеушова Р.Ж., Наурызбаев М.К. Оценка эффективности системы мониторинга мостового сооружения. Интернет-журнал «Наукоеведение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>. Том 7, №2 (2015).
3. Тулеушова Р.Ж., Кутуев М.Д. К вопросу об управлении надежностью мостов / Международная научно-практическая конференция . - Алматы, апрель, 2015г.
4. Кутуев М.Д., Тулеушова Р.Ж., Ергалиев Д.С., Тулегулов А.Д. Активное демпфирование мостовых сооружений с обратной связью / Вестник ЕНУ, № 4 (107), г. Астана, 2015.
5. Тулеушова Р.Ж. Описание динамики колебаний мостовой конструкции в слабой мере / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук // ISSN 2073-0071. - №6, ч.1, с.149. -2016.

6. Тулеушова Р.Ж. Демпфирование колебаний мостовых конструкций с обратной связью / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук // ISSN 2073-0071. - №6, ч.1 , с.154. -2016.

7. Тулеушова Р.Ж., Наурызбаев М.К. Моделирование параметрического управления вибрациями мостовой балки. / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук // ISSN 2073-0071. - №10, ч.1 , с.106. -2016.

8. Тулеушова Р.Ж., Наурызбаев М.К. Особенности описания колебаний мостовых пролетов при сейсмическом воздействии / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук // ISSN 2073-0071. - №10, ч.1 . –с.110. - 2016.

УДК 578.834.1

Д.Г. Калашева<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

### Общий анализ негативного влияния коронавирусной пандемии на отрасль гражданской авиации в мире

*Covid-19 бұрын-соңды болмаған карантиндік шаралар мен бүкіл әлем бойынша адамдардың жүріп-тұру еркіндігін шектеуге себеп болды. Бұл жағдай әлемдік азаматтық авиацияға ең қатты соққы берді. Қазіргі уақытта авиация саласына келтірілген экономикалық зиянды елеулі әскери қақтығыстан келтірілген шығынмен салыстыруға болады. Пандемияға байланысты карантиндік шараларға байланысты әлемнің жүздеген елдері кездесетін негізгі проблемалар осы мақалада талқыланады.*

**Түйін сөздер:** азаматтық авиация, коронавирус, пандемия, дағдарыс, авиация саласы, жолаушылар тасымалы, кәсіби жарамдылық, дағдарысқа қарсы шаралар.

*Covid-19 стал поводом для беспрецедентных карантинных мероприятий и ограничения свободы перемещения людей во всем мире. Эта ситуация в наибольшей степени ударила по мировой гражданской авиации. Экономический ущерб, понесенный авиаиндустрией на данный момент, вполне сопоставим с ущербом от серьезного военного конфликта. Основные проблемы, перед которыми столкнулись сотни стран в мире из-за карантинных мер, связанных с пандемией рассмотрены в данной статье.*

**Ключевые слова:** гражданская авиация, коронавирус, пандемия, кризис, авиаиндустрия, пассажиропоток, профпригодность, антикризисные меры.

*Covid-19 has become the reason for unprecedented quarantine measures and restrictions on the freedom of movement of people around the world. This situation hit the world civil aviation the hardest. The economic damage suffered by the aviation industry at the moment is quite comparable to the damage from a serious military conflict. The main problems faced by hundreds of countries in the world due to quarantine measures associated with the pandemic are discussed in this article.*

**Key words:** civil aviation, coronavirus, pandemic, crisis, aviation industry, passenger traffic, professional suitability, anti-crisis measures.

### Введение

Гражданская авиация стала одной из глобальных отраслей экономики, которая несет колоссальные потери из-за коронавируса. Внезапная остановка полетов приводит к разорению многих перевозчиков и приводит к убыткам производителей авиалайнеров.

Введенные жесткие ограничения на авиаперевозки в связи с распространением коронавируса по данным Международной ассоциации воздушного транспорта (ИАТА) коснулись стран, доход от пассажирских авиаперевозок которых составляет 98 процентов мировых доходов [1].

### Основная часть

С момента начала кризиса связанного с пандемией мировой пассажиропоток снизился почти на 95 процентов. Крупнейшие мировые перевозчики понесли колоссальные убытки и стали сокращать штат. По прогнозам Международной ассоциации воздушного транспорта, потери авиакомпаний к концу года могут составить до 80 миллиардов долларов, а годовая выручка уменьшится вдвое [1].

Пандемия, ЧП и карантин всерьез ударили по сфере воздушного транспорта.

Ограничения и закрытия авиасообщений негативно повлияли на показатели по пассажиропотоку.

В списках компаний потерпевших убытки тысячи компаний по всему миру. Например, американская авиакомпания Virgin Australia с офисом в Австралии, долги которой составили три миллиарда долларов.

Европейские авиакомпании Ryanair и EasyJet поставили большинство самолетов на стоянку. Ryanair является крупнейшим европейским лоукостером, его пассажиропоток сократился с начала года на 70 процентов. В июле месяце наблюдался небольшой рост пассажиропотока, составив 4,5 миллиона пассажиров, что все же рекордно мало для июля месяца.

Выручка компании сократилась на 95% из-за пандемии.

Французская компания Air France потеряла больше 2,5 миллиардов евро, рост экономической активности за этот период был близок к нулю.

Крупная японская авиакомпания Japan Airlines потеряла больше миллиарда долларов только за несколько месяцев с начала кризиса.

Компания IAG, владелец British Airways, Iberia, Vueling и Aer Lingus, оставило в небе лишь 25% кресел в течение апреля-мая.

У Lufthansa простаивало две трети флота.

Virgin Atlantic в марте месяце сократила мощность перевозок пассажиров на 75%, в апреле - на 85%.

Аналогично и авиакомпания Air New Zealand .

У авиакомпаний Finnair, SAS, Air France-KLM, Cathay Pacific пассажиропоток сократился на 90%.

Air Baltic прекратила все полеты.

Norwegian отменила 4000 рейсов и сократила половину сотрудников.

Korean Air оказалась на грани разорения и закрытия.

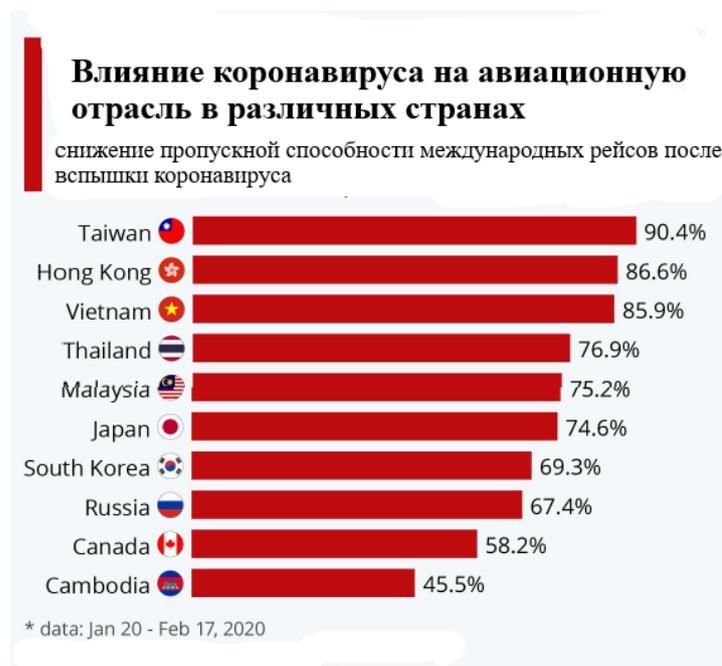
У авиакомпании Delta сократилось на 40% число рейсов и оставив на земле 300 самолетов, сократила свои расходы на 2 млрд долларов.

Были отменены все международные рейсы American Airlines .

Qantas сократил международные авиаперевозки на 90%, внутренние - на 60% [1].

При условии закрытых границ и второй волны вируса, по мнению экспертов, убытки станут еще существеннее.

На рисунке 1 изображен график влияния коронавируса на авиационную отрасль в различных странах [2].



По данным ИКАО произошло Общее сокращение международных пассажиров от 44% до 80% в 2020 году по сравнению с 2019 годом. Ниже приведена таблица глобального влияния COVID - 19 на международный пассажиропоток.

Таблица 1. Глобальное влияние COVID - 19 на международный пассажиропоток согласно данным ИКАО (в 2020 году по сравнению с 2019 г.)

|  | Общее сокращение международных пассажиропотоков | Изменения в %   |
|--|---|---|
|  | Аэропорты                                       | потеря более 50% пассажирских перевозок (или более 97 миллиардов долларов доходов аэропортов) |
|  | Авиакомпании                                    | снижение выручки на 48% (по международным и внутренним перевозкам)                            |

По прогнозам Международной ассоциации воздушного транспорта, авиаиндустрия сможет вернуться к прежним показателям докризисного периода не ранее 2024 года.

Авиационная индустрия Казахстана оказалась в не менее сложной ситуации. Под запретом оказались международные полеты и наполовину сократился общий пассажиропоток. По подсчетам Комитета гражданской авиации, за второй квартал 2020 года было отменено 99% международных рейсов. В течение трех карантинных месяцев в Казахстане было остановлено выполнение всех регулярных внутренних рейсов. За 1 полугодие текущего года Казахстанскими авиакомпаниями было перевезено 2,1 миллиона человек, это на 43 % меньше чем в прошлом полугодии.

Убытки отечественных авиакомпаний составил около 300 млрд. тенге. Казахстанские авиалинии получили поддержку от государства в виде налоговых послаблений и освобождения от уплаты НДС [3].

По данным авиакомпании Air Astana за период март-май 2020 года по сравнению с аналогичным периодом 2019 года доход от перевозки пассажиров сократился на 79%. Количество перевезенных пассажиров сократилось на 66% [3].

Доходы отечественных предприятий начали сокращаться еще с самого начала режима ЧП. Так, в марте 2020 года авиакомпании заработали 13,8 миллиардов тенге, это на 45,8 процентов меньше по сравнению с мартом месяцем прошлого года.

Согласно данным Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан в апреле месяце их доход составил всего 1,3 млрд. тенге, что на 95,5 процентов меньше по сравнению с аналогичным периодом 2019 года.

В марте-апреле 2020 года число перевезенных пассажиров в Казахстане сократилось на 70%. Так как в рамках исполнения поручения Госкомиссии по ЧП с 1 апреля текущего года по международным направлениям было сокращено 440 рейсов в неделю по 97 маршрутам, или 99% всех международных полетов.

Соответственно грузопоток также снизился. По данным комитета по статистике, за период январь–март 2020 года показатель «Перевезено грузов, багажа, грузобагажа» составил 5,47 тысяч тонн, что на 8,3% меньше значения периода январь–март предыдущего года. Объем доходов казахстанских авиакомпаний за период январь–март 2020 г. в целом составил 71,3 млрд.тенге, что втрое меньше, чем за тот же период 2019 года [3].

Казахстан присоединился к Соглашению о сотрудничестве по предотвращению и управлению событиями в области общественного здравоохранения в гражданской авиации (CAPSCA).

CAPSCA добровольный орган, созданный по инициативе международной организации гражданской авиации ИКАО и всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

В рамках соглашения особое внимание уделяется восстановлению доверия пассажиров при устранении рисков для здоровья с помощью специально разработанных мероприятий.

На сегодняшний день специалистами CAPSCA обсуждаются меры по восстановлению пассажирских перевозок гражданской авиации и обеспечению безопасного выполнения полетов экипажами воздушных судов в условиях распространения COVID-19. Авиакомпаниям и аэропортам уже предоставлены дополнительные меры поддержки. Например, их освободили от уплаты НДС на импорт запасных частей к самолетам. Техобслуживание и другие услуги в сфере авиации также будут освобождены от НДС за нерезидента до конца года [5].

Кроме того, компании активно разрабатывают свои антикризисные меры. Так, Air Astana планирует заняться международными грузовыми перевозками. Для этих целей перевозчик переоборудует несколько самолетов Boeing 767-300.

Решение создать грузовое подразделение было принято в качестве антикризисной меры из-за пандемии, а также вследствие повышенного спроса на грузовые перевозки. Это, конечно, внесет свою лепту, но конечно не сможет покрыть сокращение выручки из-за снижения уровня пассажирских рейсов.

По прогнозам международной ассоциации воздушного транспорта (IATA), совокупная долговая нагрузка мировых авиаперевозчиков к концу года вырастет примерно на 28% — до 550 млрд долларов. Это на 120 млрд долларов больше уровня задолженности в начале 2020 года [4].

Свое негативное влияние кризис оказал и на авиационную промышленность. Так, во время карантина корпорация Boeing объявляла о приостановке своего производства в США, а европейскому Airbus пришлось останавливать свои заводы во Франции и Испании. Перед крупнейшими производителями стал вопрос, сколько самолетов понадобится мировому рынку в новых условиях. Но точного ответа на данный вопрос в настоящее время не может

быть, так как возможно, что искать новый баланс между производством самолетов и спросом на них придется искать не один год [5].

Раньше, согласно данным ведущих авиапроизводителей по прогнозу развития мирового рынка, каждые 15 лет пассажиропоток в мире удваивается, поэтому рекомендовалось приобретать самолеты с опережением рынка. Но в данное время, когда происходит спад глобальной экономики, в мире образуется большое количество лишних самолетов. Появляется огромный вторичный рынок почти новых самолетов, который может ударить по основным авиапроизводителям [5].

Еще одной не маловажной проблемой стал вопрос влияние вынужденного простоя. Во время карантина стала проблема перед отечественными и международными авиакомпаниями по профпригодности пилотов и влияния вынужденного простоя самолетов на безопасность полетов.

Из-за COVID-19 пилоты столкнулись с проблемой сохранения профессиональных навыков в условиях сокращения их числа.

Европейское объединение профсоюзов пилотов European Copcit Association (ECA) в мае месяце обратилось к Еврокомиссии с призывом помочь авиакомпаниям, а также самим пилотам, выделив средства для прохождения тренировок, обучения по управлению самолетами других типов и прочее для сохранения квалификации пилотами в условиях вынужденного простоя. В ином случае, тысячи пилотов в Европе, по мнению организации, могут пополнить ряды безработных.

Длительные перерывы могут приводить к потере навыков, что в свою очередь может привести к угрозе безопасности полетов.

Главная проблемой авиакомпаний остается сокращение числа пассажиров. Спрос на авиабилеты может оставаться низким еще довольно долго. Во-первых, из-за пандемии многие потеряли работу и больше не могут себе позволить авиаперелеты. С другой стороны, те, у кого деньги есть, пока боятся путешествовать из-за коронавируса. Наконец, некоторые богатые люди, которые до пандемии летали бизнес-классом, за время пандемии пересели в частные самолеты". Еще одним фактором, повлиявшим на сокращение числа пассажиров, стали преимущества общения по видеосвязи, к которой многие привыкли за время пандемии [6].

По мнению экспертов, в ближайшее время уровень продаж авиабилетов будет зависеть от спроса и платежеспособности страны и межгосударственных договоров, регулирующих международные перевозки.

### **Заключение**

Сейчас отрасль гражданской авиации, с одной стороны, начинает восстановление как будто с чистого листа, но с другой – все компании и предприятия понесли и продолжают нести огромные убытки, международные перевозки в еще в некоторой степени ограничены, при том, произошло снижение платежеспособности и роста недоверия пассажиров. Восстановление авиаперевозок в различных регионах идет по-разному, но общей тенденцией пока является востребованность самолетов меньшей размерности, которые позволяют более гибко адаптироваться к текущим запросам рынка.

Как и любой серьезный кризис, пандемия коронавируса вскрыла системные проблемы авиации. Поэтому кризис не закончится с окончанием пандемии, последствия могут ощущаться еще, возможно, и после полного возобновления авиасообщения.

### **Список использованных источников:**

1. Информационно-аналитический портал «Матрица.kz». Ежедневные новости. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.matritca.kz/news/77846>

2. Немецкий онлайн-портал статистики данных из институтов исследования рынка и общественного мнения, а также экономического сектора и официальной статистики «Statista.com». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.statista.com/page/covid-19-coronavirus>

3. Информационное агентство «Azattyq-ruhy». Информация и аналитические материалы по экономическим, социальным и политическим вопросам в стране. [Электронный ресурс]. URL: <https://rus.azattyq-ruhy.kz/economics>

4. Казахстанское информационное агентство «NewTimes.kz». [Электронный ресурс]. URL: <https://newtimes.kz/ekonomika>

5. Деловая газета «Взгляд.Ру». [Электронный ресурс]. URL: <https://vz.ru/economy/2020/4/1/1031886.html>

6. Информационно-аналитический портал «DW». Новости и аналитика о Германии, России, Европе, мире. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dw.com/ru>

### УДК 622.822:574 (075.8)

*М.А. Бимагамбетов<sup>1</sup>, Ш.К. Кошанова<sup>1</sup>, Ф.Б. Тоймухамбетова<sup>1</sup>,  
К.М. Жандильдинова<sup>1</sup>, Б.А. Шәбден<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

#### **Теоретическое исследование процесса сорбции кислорода сульфидной рудой, склонной к самовозгоранию**

*Анализировано решение краевой задачи уравнения теплопроводности. Установлено, что в температурном режиме взорванного навала руды большая роль принадлежит плотности тепловых источников.*

*Ее величина определяется, в основном, совокупностью констант скорости сорбции кислорода ( $\bar{U}_H$ ) отдельными фракциями руды, составляющими взорванный навал. Для определения ( $\bar{U}_H$ ) поставлена и решена задача о стационарной диффузии кислорода в зерне руды.*

**Ключевые слова:** самовозгорание, константа скорости сорбции кислорода, плотность тепловых источников, диффузия.

*Жылу өткізгіштік теңдеуінің шекаралық есебінің шешуіне талдау жасалынды. Жарылған кен үйіндісінің температуралық режимінде жылу көздерінің тығыздығы маңызды рөл атқаратындығы анықталды. Оның мәні негізінен жарылған кен үйіндісін құрайтын жекелеген кен фракцияларының оттегі сору жылдамдығы тұрақтыларының жиынтығымен ( $\bar{U}_H$ ) анықталады. ( $\bar{U}_H$ ) мәнін анықтау үшін кен дәніндегі оттегінің стационарлық диффузиясы туралы есеп шешілді.*

**Түйін сөздер:** өздігінен жану, оттегінің сорылу жылдамдығының тұрақтысы, жылу көздерінің тығыздығы, диффузия.

*It is analyzed the solution of the boundary value problem of the heat equation. Established that in the temperature mode of the blasted bulk ore, it plays big depends role the density of heat of sources . It's mainly value is determined by the set of oxygen sorption rate constants ( $\bar{U}_H$ ) of*

*the individual ore fractions that make up the exploded bulk. For determine ( $\bar{U}_n$ ) is solved the problem about stationary oxygen diffusion in the ore grain.*

**Key words:** *self-ignition, oxygen sorption rate constant, the density of heat sources, diffusion.*

### Введение

В условиях открытых горных работ одним из главных процессов интенсивного выделения пыли в атмосферу является экскавация горной массы. Для снижения запыленности взорванный навал руды увлажняется водой в чистом виде или с добавкой различных химреагентов. Однако, в условиях разработки руд, склонных к самовозгоранию, данный способ нельзя применять в том виде, как в карьерах разрабатываемых в нормальных горно-геологических условиях. Это объясняется тем, что вода интенсифицирует процесс окисления, что может привести к самовозгоранию руды с выделением сернистого газа в окружающую среду. Это приводит к потере полезных компонентов руды, ухудшению показателей обогащения, к экологическому и экономическому ущербу. Поэтому в таких условиях необходимо применять растворы комплексного действия, то есть обладающие как антиокислительными свойствами, так и обеспыливающим действием. Интенсивность окисления руд характеризуется температурным режимом взорванного навала. Отсюда следует, что характер влияния увлажняющей жидкости, выбираемой в качестве раствора комплексного действия, на интенсивность окисления руд можно оценить по изменению температуры увлажненного взорванного навала руды.

### Основная часть

Для установления основных величин, влияющих на температурный режим навала была решена краевая задача уравнения теплопроводности. Анализ решенного уравнения показал, что в температурном режиме взорванного навала руды большая роль принадлежит плотности тепловых источников

$$\theta = \frac{Q \cdot \bar{U}_n \cdot C_0}{C_p} * \exp \left( -\frac{\bar{U}_n \cdot \gamma}{P \cdot v_\phi} * y \right), \quad (1)$$

где - удельная теплота сорбции кислорода, Дж/м<sup>3</sup>;

$\bar{U}_n$  - среднее значение константы скорости сорбции кислорода навалом руды, м<sup>3</sup>/(кг.с.);

$C_0$  - концентрация кислорода в воздухе, доли единицы;

$C_p$  - теплоемкость, Дж/(кг.К);

$P$  - коэффициент пористости, доли единицы;

$\gamma$  - объемный вес руды, кг/м<sup>3</sup>;

$v_\phi$  - скорость фильтрации воздуха в навале, м/с.

Анализ формулы (1) показал, что величина ( $\theta$ ) определяются, в основном, значением ( $\bar{U}_n$ ), т.е. совокупностью констант скорости сорбции кислорода отдельными фракциями руды, составляющими навал. Однако определение количественных значений констант для всех фракций руды, особенно крупных, встречает определенные трудности. Это обуславливает необходимость теоретического установления зависимости константы скорости сорбции кислорода рудой от размера кусков зерен и на основании этого определить среднее значение константы скорости сорбции кислорода навалом.

Для определения ( $\bar{U}_n$ ) поставлена и решена задача о стационарной диффузии кислорода в зерне руды.

Скорость сорбции управляется самым медленным из элементарных процессов, слагающих сорбцию – диффузией в молекулярных порах сорбента. В общем случае можно предположить, что в зерне пористого сорбента, в частности сульфидной руды, имеется равновесие между скоростью изменения концентрации кислорода со временем и величиной, определяемой как разность между притоком кислорода в поры посредством диффузии и поглощением его из этих пор. Это равновесие с учетом уравнения диффузии со стоком описывается как

$$\frac{\partial C_0}{\partial t} = D \nabla^2 C_c - \frac{U_k \gamma}{\Pi_c} * C_c, \quad (2)$$

где  $C_c$  – концентрация кислорода в точке (x, y, z) зерна сорбента в момент времени (t), доли единицы;

$D$  – коэффициент диффузии кислорода, м<sup>2</sup>/с ;

$U_k$  – константа скорости сорбции кислорода в кинетической области при концентрации кислорода  $C_k$ , м<sup>3</sup>/(кг. с);

$\gamma$  – объемный вес сорбента, кг/м<sup>3</sup>;

$\nabla^2$  – оператор Лапласа;

$\Pi_c$  – коэффициент пористости сорбента, доли единицы.

Так как анализ решения нестационарной задачи встречает большие трудности, при решении уравнения (2) принято, что концентрация кислорода ( $C_c$ ) не зависит от времени, т.е.  $\frac{\partial C_c}{\partial t} = 0$  и зерно сорбента имеет форму пористого сферически-симметричного шара радиуса R. Тогда уравнения (2) принимает вид:

$$\frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{dC_c}{dr} \right) = \beta^2 r^2 C_c ; \quad (3)$$

с граничными условиями

$$C_c(R) = C_k ; \quad (4)$$

$$\left. \frac{dC_c}{dr} \right|_{r=0} = 0 , \quad (5)$$

$$\text{где } \beta = \sqrt{\frac{U_k \gamma}{\Pi_c D}} , \text{ м}^{-1} ;$$

r – текущий радиус, м.

Решение уравнения (3) имеет вид

$$C_{C(\tau)} = \frac{6}{\tau} Sh \beta \tau, \quad (6)$$

где  $\beta$ -постоянная интегрирования.

Средняя концентрация кислорода в зерне сорбента (руды) определяется как

$$\bar{C} = \frac{1}{V_0} \int_{\Omega} \frac{6}{\tau} Sh \beta \tau dV, \quad (7)$$

где  $V_0$ - объем шара радиусом R ;

$\Omega$  –область по которой производится интегрирование.

Вычисление интеграла (7) дает

$$\bar{C} = C_k \frac{3(\beta R c t h \beta R - 1)}{(\beta R)^2} \quad (8)$$

Постоянная интегрирования  $\beta$  определена из граничных условий (4) и (5). Пользуясь разложением в ряд соотношения (8) получена формула

$$\bar{C} = C_k \left( 1 - \frac{1}{15} \beta^2 R^2 + \frac{2}{315} \beta^4 R^4 - \dots \right); \quad 0 < \beta * R < \pi, \quad (9)$$

в которой безразмерное произведение  $\beta * R$  характеризует дефицит кислорода в зерне руды, чем оно больше, тем меньше средняя концентрация  $\bar{C}$ . Поэтому величину  $\beta * R$  можно назвать параметром стока. Если  $\beta * R > \pi$ , то можно пользоваться приближенной формулой

$$\bar{C} = C_k \frac{3(\beta R - 1)}{(\beta R)^2} \quad (10)$$

Константа скорости сорбции кислорода сорбентом пропорциональна его кинетической константе и средней концентрации кислорода. Поэтому зависимость константы скорости сорбции кислорода рудой от размера фракций, с учетом формул (8,9), можно предоставить в виде:

$$U(R) = U_k \frac{3(\beta R c t h \beta R - 1)}{(\beta R)^2}; \quad (C_k = 1) \quad (11)$$

Анализ формул (6) и (11) показывает, что параметры на сорбцию кислорода куском руды можно разбить на два вида:

- 1) химический параметр – константа скорости сорбции кислорода в кинетической области ( $u_k$ );
- 2) физические параметры – коэффициент диффузии кислорода ( $D$ ), коэффициент пористости ( $P_c$ ), объемный вес ( $\gamma_c$ ) и радиус зерна руды ( $R$ ).

Коэффициент диффузии и пористости является взаимосвязанными величинами. Они определяют взаимодействие кислорода с комплексом руда – жидкость. Поэтому произведение  $P_c * D$  принято называть «коэффициентом взаимодействия».

При уменьшении  $U_k$  и увеличении  $\beta$  скорость сорбции  $U(R)$  уменьшается. Такое явление может иметь место при малом доступе кислорода в зерно сорбента, которое можно достигнуть путем блокировки пор жидкостью. Отсюда следует, что величины  $\beta$  и  $U_k$  являются основными параметрами антиокислительного действия растворов, применяемых для увлажнения руд, склонных к самовозгоранию.

### Выводы

Решением задачи о стационарной диффузии кислорода в зерне руды установлены основные параметры антипирогенного действия раствора комплексного действия, с помощью которых можно оценить эффективность его антиокислительных свойств.

### Список использованной литературы

1. Скочинский А.А., Макаров С.З. Исследования о применении антипирогенов в борьбе с рудничными пожарами. М:Изд-во АН СССР, 1974.-237 с.
2. Веселовский В.С., Виноградова Л.П., Орлеанская Г.Л., Терпогосова Е.А. Физические основы самовозгорания угля и руд. М: «Наука», 1972-148с.
3. Пихлак А.А., Ильчук Н.Г. Научные основы профилактики эндогенных пожаров и ухудшения атмосферных условий при добыче и транспортировке сульфидных медно-никелевых руд. в кн.: Проблемы современной рудничной аэрологии. М:1974; Прогноз и профилактика эндогенных пожаров. М:1975.

4. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнение математической физики.- М: Наука,1976, т.1.-583 с.

5. Ненашев Н.В., Бимагамбетов М.А.и др. Борьба с пылью при экскавации руд, склонных к самовозгоранию на Николаевском карьере Восточно-Казахстанского медно-химического комбината. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Основные задачи борьбы с пылью и профилактики пневмокониозов на горных предприятиях цветной металлургии». М:1981.

6. Бимагамбетов М.А., Кошанова Ш.К., Шынтаева А.М., Карипбаева А.С. Теоретическое исследование распределения температуры во взорванном навале руды, склонной к самовозгоранию.- Вестник АГА №4, стр.43-46,2017.

=====  
**Көліктік логистика және авиациялық қауіпсіздік**  
**Транспортная логистика и авиационная безопасность**  
**Transport logistics and aviation safety**  
=====

UDC 656.7.081:504.75

R.S. Akylbayeva<sup>1</sup>, B. Manarbekkyzy<sup>1</sup>  
Civil Aviation Academy<sup>1</sup>

**Aviation impact on the environment and the possibility of changing the negative influence**

*The article provides a brief overview and considers the impact of aviation on the environment. Describes the environmental pollution of the atmosphere by air transport. Problems related to the environmental impact of aviation, such as aircraft noise, are being investigated. The issues of exhaust gas emissions of aircraft engines, as well as methods of combating them, were touched upon. Possibilities for reducing aviation emissions and measures taken by the international community in civil aviation for this purpose are being studied.*

**Key words:** aircraft noise, greenhouse gases, aircraft pollution, engine, aviation, biofuel, ICAO.

*Мақалада авиацияның қоршаған ортаға әсері жайлы қысқаша шолу қарастырылған. Атмосфераның әуе көлігімен ластануын сипаттайды. Авиацияның қоршаған ортаға әсер етуіне байланысты мәселелері, мысалы, әуе кемесінің шуылдары зерттелуде. Авиациялық қозғалтқыштардың пайдаланылған газдары шығарындылары, сондай-ақ олармен күресу әдістері туралы мәселелер қозғалды. Авиациялық шығарындыларды азайту мүмкіндіктері және халықаралық қауымдастықтың азаматтық авиацияда осы мақсатта қабылдаған шаралары зерттелуде.*

**Түйін сөздер:** ұшақтың шуы, парниктік газдар, ұшақтың ластануы, қозғалтқыш, авиация, биоотын, ХААҰ.

*В статье произведен краткий обзор и рассмотрено влияние авиации на окружающую среду. Описывается экологическое загрязнение атмосферы воздушным транспортом. Исследуются проблемы, связанные с воздействием авиации на экологию, такие как авиационный шум. Затронуты вопросы выбросов в атмосферу выхлопных газов авиационных двигателей, а также методы борьбы с ними. Изучаются возможности уменьшения авиационных эмиссий и меры, принимаемые международным сообществом в гражданской авиации для этой цели.*

**Ключевые слова:** авиационный шум, парниковые газы, авиационные загрязнения, двигатель, авиация, биотопливо, ИКАО.

### **Introduction**

Transport is one of the most active sources of air pollution. Although today aviation is significantly (about 15 times) inferior to road transport in terms of the amount of pollutants emitted into the air, it affects the ecology of the upper troposphere and lower stratosphere every day. Unlike other modes of transport, aviation travels enormous distances, affecting air quality locally,

regionally and globally. In this case, the impact of aviation on the atmosphere can be divided into acoustic and chemical.

In 1972, at the United Nations Conference on the Environment in Stockholm, the position of the International Civil Aviation Organization (ICAO) was stated as follows: “In fulfilling its role, ICAO is aware of the harmful effects on the environment that can be associated with the operation of aircraft, and also their responsibilities and those of ICAO Member States to achieve maximum compatibility between the safe and orderly development of civil aviation and the quality of the human environment ”. Following this position, CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection), the technical committee of the ICAO Council on Aviation Environmental Protection, was created in 1983.

The Committee assists the Council in formulating policies and adopting new ICAO regulations - Standards and Recommended Practices (SARPs) - related to aircraft noise, aircraft engine emissions and the broader environmental impact of aviation. These documents are drawn up in the form of Appendix 16 "Environmental Protection" to the Convention on International Civil Aviation.

### **Main part**

The aviation mode of transport is one of the largest air pollutants; its impact on the environment is expressed mainly in the emissions of toxins into the atmosphere with the exhaust gases of aircraft engines and the impact of aircraft noise.

Aircraft noise is the noise pollution produced by any aircraft or its components. Noises come from three main sources - noise generated by turbulent currents, or aerodynamic noise - engine noise, and other mechanical noise - noise from aircraft systems. Aircraft noise has a significant impact on the noise regime of the territory near airports, which depends on the direction of the runways and aircraft overflight routes, the intensity of flights during the day, the seasons of the year, the types of aircraft based on the given airfield, and other factors. With the intensive operation of airports around the clock, sound levels in residential areas reach 80 dB in the daytime and 78 dB at night; the maximum levels vary from 92 to 108 dB according to ICAO requirements.

Airfields of local airlines are located, as a rule, within the city, directly among residential buildings, which creates extremely unfavorable acoustic conditions for the population. People living in noisy places have a 10% to 20% higher risk of hospitalization and death due to stroke or heart attack than those living in quieter environments.

Aviation emissions come from the use of jet fuel (kerosene) and aviation gasoline (only used for small piston engines) that are used as aircraft fuel.

Consequently, the main pollutants are those arising from combustion, i.e. CO<sub>2</sub>, CO, hydrocarbons and nitrogen oxides, with SO<sub>2</sub> emissions dependent on the sulfur level in the fuel. Other important substances that are released at relatively low concentrations are PM, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>.

According to the international organization Center for Aviation (CAPA, Australia), 39.7% of all ships operated in the world are Boeing aircraft and 28.7% are Airbus. Kazakhstan is no exception. The aircraft of the two companies occupy more than 60% of the Kazakhstani fleet; the remaining 40% are other foreign aircraft (Embraer, Bombardier, and Fokker 100).

**Characteristics of emissions of pollutants into the atmosphere  
By foreign aircraft**

| Aircraft type           | Emissions, kg |     |      |
|-------------------------|---------------|-----|------|
|                         | CO            | CH4 | NOx  |
| <b>Foreign aircraft</b> |               |     |      |
| Airbus-310              | 25.8          | 0.5 | 23.2 |
| Boeing-737(400)         | 11.8          | 0.1 | 8.3  |
| Boeing-777              | 61.4          | 2.3 | 53.6 |
| Airbus-320              | 17.6          | 0.2 | 10.8 |

Foreign aircraft have less pollutant emissions than Soviet technology. The world community of the aviation industry has come to a consensus on the need to increase the fuel efficiency of aircraft in operation by 1.5% until 2021. From the beginning of 2021, a restriction on emissions of harmful substances will be introduced in aviation, and by 2050, it is planned to reduce carbon dioxide emissions by 50% from 2020. In addition, the European Commission is pushing for about 4% of biofuel to be used in the aviation industry by 2021. Hydrogen fuel is also being developed - this is an almost ideal environmentally friendly fuel, it releases mainly water and a small amount of nitrogen oxides during combustion. In terms of calorific value, hydrogen is three times higher than traditional aviation kerosene.

It should be noted that the attitude of experts to biofuels (made from corn, soybeans, rapeseed, palm oil, algae, etc.) is far from unambiguous in conditions when crops often die due to droughts or untimely rains. Experts warn that a complete transition to biofuels threatens the gradual destruction of tropical forests and higher prices for food. In addition, its application in the long term has not proven the effect of reducing CO<sub>2</sub> emissions. Nevertheless, biofuel for aviation is already being produced in the USA, Great Britain, Germany, France, and Finland. By 2021, China, which has established the production of fuel from palm oil, also intends to bring the share of biofuels to one third of all fuel used by aviation.

In recent years, in a number of countries advocating for the environment, there has been an active replacement of traditional aviation kerosene with cryogenic fuel (hydrogen, liquefied natural gas). When used, the aircraft becomes more economical (fuel consumption decreases), CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere are reduced.

Aircraft emissions of carbon dioxide make, according to various estimates, from 2 to 2.5% of the total amount of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere. When 1 kg of aviation kerosene is burned, 3.16 kg of CO<sub>2</sub> is released. It is assumed that by 2040, with an optimistic forecast associated with improved fuel efficiency technologies, the amount of CO<sub>2</sub> emissions from aviation could reach almost one and a half thousand megatons per year.

Although aviation is a relatively “clean” mode of transport by comparison, its climate and environmental impacts may become noticeable over time due to the ever-increasing air traffic, leading to increased pollution in the upper troposphere. While estimates of such impacts are currently highly uncertain, the International Civil Aviation Organization is taking steps to reduce the negative environmental impacts of aviation.

### Conclusion

Ways of solving problems arising from the impact of air transport on the environment: use of fuel additives, water injection; enriched mixtures in the combustion zone; shorter engine running time on the ground reduction in the number of operating engines when taxiing; modernization of engines; development of alternative fuels; administrative activities.

After analyzing the information, we can conclude that today the environmental problem in the field of aviation is very urgent. Many countries are involved in solving this problem, controlling emission standards, airlines are teaming up to develop alternative fuels and modernize engines.

### References

1. Law of the Republic of Kazakhstan "On the use of the airspace of the Republic of Kazakhstan and aviation activities" No. 339-IV dated July 15, 2010.
2. <https://www.icao.int/Newsroom>.
3. Civil Aviation Developments and the Environment: Working Paper of the 38th Session of the ICAO Assembly - [www.icao.int](http://www.icao.int).
4. UNECE, Kazakhstan: Environmental Performance Review, Geneva, 2019.
5. Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
6. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan (with amendments and additions as of June 25, 2020).

УДК 656.7.025

М.Е. Калекеева<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

### Современные технологии обработки груза в аэропорту

*Статья посвящена комплексному исследованию на тему “Эффективность внедрения стандарта e-Freight в АО “Международный Аэропорт Алматы” (далее АО “МАО”), который подразумевает замену бумажного на электронный документооборот при обработке авиагрузов. Особое внимание обращается на процесс внедрения стандарта, разработанный IATA и дальнейшее функционирование технологии. Показано, что стандарт e-Freight является современной технологией, работающей с электронными данными. Помимо этого, освещается эффективность внедрения электронного документооборота и его преимущества.*

**Ключевые слова:** грузовые авиaperезовки, электронный документооборот, IATA (International Air Transport Association), стандарт e-Freight, типы телеграмм (сообщений), программное обеспечение “Cargo Terminal”.

*Мақала “АҚ Халықаралық Алматы әуежайындағы стандарттық e-Freight жүйесін енгізу тиімділігі” тақырыбында әуе жүктерін өңдеу кезіндегі қағаздық құжат айналымын электрондық құжат айналымына ауысуын зерттейді. Ерекше назар, IATA әзірлеген стандарттың іске асыру үрдісіне көңіл бөлінеді. Бұл стандарт электрондық деректермен жұмыс істейтін заманауи технологиясы екендігі көрсетілген. Сонымен қатар, бұл мақалада электрондық құжат және оның артықшылықтары мен тиімділігін ашып көрсетіледі.*

**Түйін сөздер:** жүк тасымалы, электронды құжат айналымы, IATA (Халықаралық әуе көлігі қауымдастығы), e-Freight жеделхаттар стандартты түрлері (хабарлар) Бағдарламалық қамтамасыз ету «Cargo Терминал».

*The article is devoted to a comprehensive study on the theme “Efficiency of adaptation the e-Freight standard in JSC “Almaty International Airport” which implies the replacement of paper by*

*electronic document management in handling air cargo. Particular attention provided to the process of implementing the standard, developed by IATA and the further operation of the technology. It shows that the e-Freight standard is a modern technology that works with electronic data. In addition, this article is targeted the efficiency of the introduction of electronic document management and its advantages.*

**Key words:** cargo air transportation, electronic document, IATA (International Air Transport Association), e-Freight standard, types of telegrams (messages), software "Cargo Terminal".

### Введение

Совершенствование авиационной транспортной системы в Казахстане во многом зависит от степени развития субъектов транспортного комплекса, а также от внедрения инновационных технологий и современных методов обработки грузов. Внедрение стандарта электронного документооборота e-Freight, по мнению экспертов, позволит повысить эффективность работы авиаперевозчиков и служб наземного обслуживания, упростить обмен документацией. Несомненно, это один из ключей к успешной интеграции нашего государства в мировую инфраструктуру логистики.

Президент Республики Казахстан уделяет значительное внимание развитию грузовых перевозок на всех видах транспорта. Реализуемая в настоящее время транспортная стратегия РК на период до 2030 года, направлена, прежде всего, на решение задач сбалансированного развития всех видов транспорта. Целями данной стратегии являются реализация транзитного потенциала и развитие внутреннего спроса на грузовые перевозки путем повышения конкурентоспособности услуг грузового транспорта РК.

На сегодняшний день, наиболее актуальными проблемами в развитии грузовых перевозок являются:

- отсутствие крупных логистических операторов, которые могут осуществлять грузовые перевозки с минимальной стоимостью за счет мультимодальности;
- отсутствие эффективной, современной технологий взаимодействия и обмена данными между субъектами грузооборота, позволяющие оптимизировать

Повсеместно, разработка и следование стандарту e-Freight осуществляется в рамках международной отраслевой программы IATA под названием «Simplifying the Business». Программа подразумевает перевод информации из бумажных носителей в электронный вид и упрощение процедуры оформления грузовых перевозок. В настоящее время, данный стандарт освоили 89 крупных аэропортов в 44 странах. Концепция «единого окна» и внедрение стандартов IATA предполагают замену 20 из 30 бумажных документов с помощью электронных сообщений, такие документы как счет-фактура, упаковочный реестр, сертификат о происхождении товара и авианакладная.

**Введение e-Freight в АО "МАО".** В ноябре 2015 года, АО "МАО" и авиакомпания

КЛМ запустили в тестовом режиме первую международную электронную грузовую авианакладную. Это было первым шагом по внедрению самых современных технологий в перевозке авиационных грузов и стало основоположником среди стран Центральной Азии и СНГ. Управление информационных технологий аэропорта в 2012 году закончило разработку собственного программного обеспечения "Cargo Terminal", универсальность которого, в дальнейшем позволило адаптировать стандарт e-Freight. С помощью данного стандарта, авиакомпании и грузоотправители имеют возможность отслеживать и фиксировать в своих Cargo системах перемещение грузов "от двери до двери".

В службе грузовых перевозок аэропорта, специалисты по учету и информаторы (экспорт\импорт) обрабатывают грузы (прилет\вылет) с помощью вышеупомянутого ПО "Cargo Terminal". Данное ПО следуя предустановленным настройкам и требованиям e-Freight, в автоматическом режиме отправляет и принимает телеграммы на ТТУ адреса

авиаперевозчиков. Специализированные телеграммы отправляются в формате TYPE-B как по SITATEX, ARINC, так и через e-mail, в целях экономии на трафике. Помимо упомянутых каналов, планируется запустить новый, значительно экономичный канал EDI Fly.

- FSU-NFD – уведомление от грузополучателя о прибывшем грузе;
- FSU-DLV – груз выдан грузополучателю;
- FFM – перечень всех авианакладных отправленных на рейс.

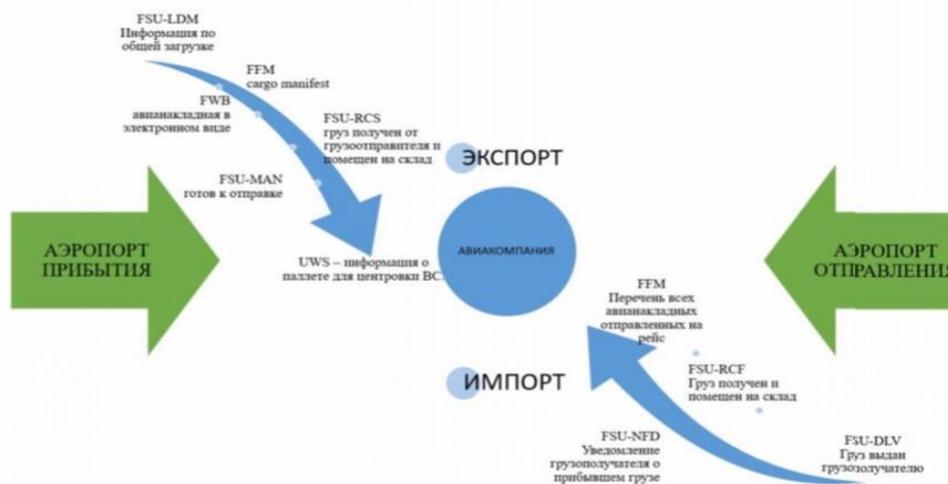


Рисунок 1 – Схема работы e-Freight на воздушном транспорте

Практическая реализация e-Freight в АО “МАО” была начата с самых простых операций — транзитных, в рамках которых, требуются только 8 документов из 20, рекомендованных программой ИАТА в 2016 г., когда как разработка стандарта электронного документооборота и нормативно-правовых актов для его внедрения в АО “МАО” завершена уже в 2012 г.

На данный момент, в АО “МАО” по стандарту e-Freight отправляются 9 типов сообщений. Во втором квартале текущего года, планируется включить несколько дополнительных типов для обеспечения скорости, удобства и прозрачности процесса обработки грузов. После реализации технологии приема и распознавания телеграмм от субъектов грузооборота и их автоматического упорядочивания в нужных полях ПО, скорость обработки импортных грузов увеличилась в 1,5 раза. Тем самым, затраты на бумажный документооборот уменьшились, а также искореняется человеческий фактор при вводе и чтении информации по грузам. В рисунке 2 приведена статистика экономии времени на обработку груза.

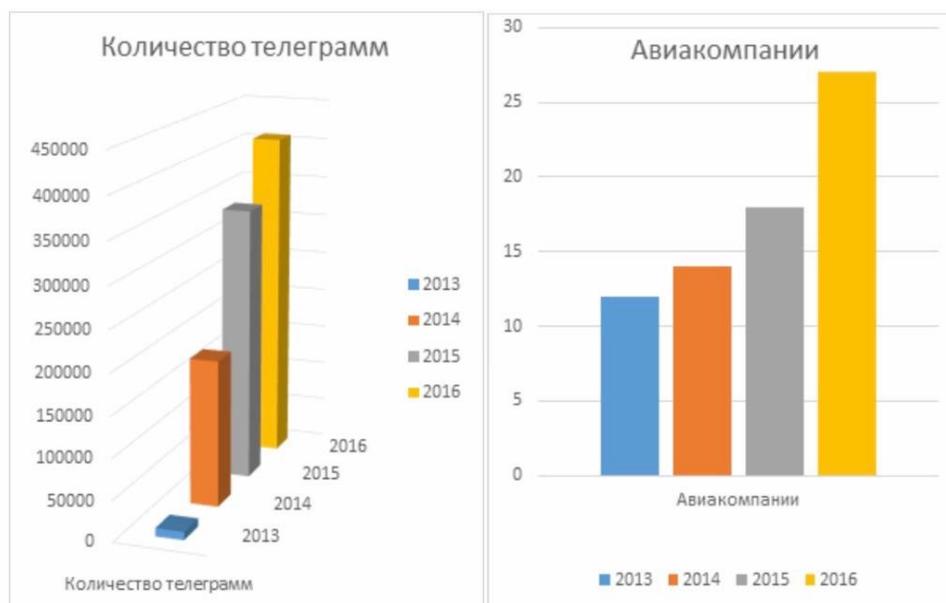


Рисунок 2 – Данные о количестве отправленных телеграмм и авиакомпаний 2013-2016 гг., в МАА

Результаты исследования показали, что с каждым годом, отправленных телеграмм и число авиакомпаний увеличивается. По состоянию на 2013 г. по программе e-Freight отправляли\принимали телеграммы всего 12 авиакомпаний, тогда как за прошедший год, число авиакомпаний удвоилось. Объем информации в отправленных телеграммах также увеличивается с каждым годом на несколько тысяч символов. Таким образом, можно сделать вывод о том, что переход на электронные технологии документооборота, обуславливает тенденцию развития грузовых авиаперевозок.

**Преимущества и цели e-freight.** В программе e-freight участвуют следующие субъекты грузооборота: авиакомпании, грузовые агентства, предприятия наземного обслуживания и таможенные органы. Цель IATA это не только сократить затраты на бумажный документооборот, но и обеспечить прозрачность всей цепочки процесса. В результате внедрения e-freight повысится качество контроля. Электронная информация о прибывшем грузе позволит заранее выявить риски и принимать необходимые решения до прибытия груза в аэропорт. Согласно исследованиям, выявляются следующие преимущества стандарта e-freight: - Высокая надежность и точность сократилось количество ошибок сотрудниками при внесении и чтении данных в программном обеспечении Cargo Terminal ; уменьшилось затрачиваемое время обработки данных Cargo Manager за счет автоматического распределения данных о грузах в программном обеспечении; - Прозрачность процессов электронной документации полученные данные от аэропорта исправляются трекингowymi системами; - Повышенная безопасность электронная документация доступна лишь необходимым лицам, участвующим в процессе. - Экологичность\Уменьшение расходов позволяет избавиться от бумажных документов; - Экономия времени при транзите возможность отправки документов до физической отправки самого груза, сокращает цикл их обработки.

Перспективы нового стандарта. При внедрении стандарта были минимальные затраты на серверное оборудование, специальные справочники IATA, а также затраты по трафику отправки телеграмм в сумме \$1200 ежемесячно. В целом, АО МАА прогнозирует получить дополнительные доходы от авиакомпаний путем установления нового тарифа за услуги информирования, т.е. отправки телеграмм. Предполагаемый доход - \$890.000 в год.

### Заклучение

Электронный документооборот был разработан более 10 лет назад для упрощения работы грузоперевозчиков и сокращения объема бумажных носителей. Для реализации новой технологии, IATA предполагал, что к 2016 году все документы будут использованы в электронном формате, однако таможенные органы РК все еще не готовы работать с электронными данными, а также, не все авиакомпании и аэропорты освоили подобную технологию. Подводя итоги, стоит отметить, что данная технология имеет большой потенциал и перспективу развития в Республике Казахстан. Благодаря преимуществам, описанным выше, внедрение стандарта e-freight позволит увеличить объемы грузооборота и развить транзитный потенциал нашей страны в сфере грузовых авиаперевозок.

### Список использованной литературы

1. Джураева Р.Ф. Внедрение стандарта e-freight в российской авиации: опыт, результаты и перспективы развития [Электронный ресурс]. - 2014. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-standarta-e-freight-v-rossiyskoy-aviatsii-opytrezultaty-i-perspektivy-razvitiya>.
2. Алексей Синицкий. E-freight в грузовых авиаперевозках: пора действовать [Электронный ресурс]. - 2011. URL: <http://www.ato.ru/content/e-freight-v-gruzovyhaviaperevozkah-pora-deystvovat>.

ӘОЖ 656.7.025:347.82

М.Е. Қалекеева<sup>1</sup>, С.Жәрдемқызы<sup>1</sup>  
Азаматтық авиация академиясы<sup>1</sup>

### Қазақстан авиациясын дамыту саласындағы өзгерістер енгізу қажеттілігі туралы мәселе

*Мақалада Қазақстандағы азаматтық авиацияның проблемалары және оларды шешу жолдары, азаматтық авиацияны жетілдіру бағдарламаларымен міндеттері көрсетілген. Даму саласында өзгерістер енгізу қажеттілігі туралы мәселе бірнеше рет көтерілді. Реактивті отын жетіспеушілігін шешу. Төмен тарифті авиакомпаниялардың ерекшеліктерін түсіну. Қазіргі уақытта «loukoster» термині жолаушыларға қызмет көрсетудің шектеулі түрін ұсынатын тасымалдаушыларға қатысты қолданылады.*

**Түйін сөздер:** лоукост, реактивті отын, ұшу.

*В статье освещаются проблемы в гражданской авиации в РК и их решения, программы и задачи для улучшения гражданской авиации. Неоднократно поднимается вопрос о необходимости внесения изменений в сфере развития. Решение нехватки авиатоплива, а также особенности работы лоукостеров, принцип их деятельности, которые предоставляют ограниченный спектр пассажирских услуг.*

**Ключевые слова:** лоукостер, авиатопливо, рейс.

*The article highlights the problems in civil aviation in Kazakhstan and their solutions, programs and tasks for the improvement of civil aviation. The issue of the need to make changes in the development sphere is repeatedly raised. Shortage of jet fuel in Kazakhstan? How long will it last? The solution to the shortage of jet fuel. It is necessary to understand the features of the low-cost airlines. This will allow a better understanding of the principle of their activities. At the moment, the term "loukoster" is used to refer to carriers that provide a limited range of passenger*

*services. In this case, low-cost airlines do not name companies of regional importance that operate on short flights with limited services.*

**Key words:** *low-cost airline, jet fuel, flight.*

### Кіріспе

IOSA аудиті-бұл барлық авиакомпаниялар үшін маңызды сәт, онда аудит хаттамалары мен материалдары IATA департаментінде тексеруден өтуі тиіс.

Qazaq Air авиакомпаниясы бұл факт IATA-ға мүше болу үшін ашады, онда қазіргі уақытта әлемдегі барлық авиатасымалдардың 84% қамтамасыз ететін 290 жетекші авиакомпания бар. Qazaq Air компаниясы Қазақстанда азаматтық авиацияны дамытуға бағыттылығы бар болғандықтан, турбовинттік әуе кемелерін пайдалану секторын жабады. Бұл сектор үлкен әуе кемелерін пайдалана отырып, қазір қызмет көрсету қиын елді мекендер арасында рейстер ашуға мүмкіндігі бар. Сонымен қатар, Qazaq Air IOSA сертификатын ала отырып, көрші елдерге әуетасымалдарды жолға қойып, олармен халық үшін байланыс жасай алады. Аймақтың кейбір қалалары үлкен трафик үшін әлеуетке ие емес. 90 орындық сыйымдылығы бар ұшақтар болған кезде, мысалы, Embraer немесе AirbusA-320, ол 150-ден астам жолаушыларды тасымалдайтын, ал рейске тиеу 40-50 адамнан аспайтын болса, оларды пайдалану тиімсіз. Мұндай елді мекендерге қызмет көрсету үшін шағын сыйымдылықтағы ұшақтар жақсы.

### Негізгі бөлім

Әлемдік ауқымда авиациялық керосинге бағаның өсуі байқалады. Тек өткен жылы ғана Ресей Федерациясындағы авиациялық отынның құны 38% - ға көтерілді. Бұл, әрине, Қазақстан нарығына да әсер етеді. Халыққа бір кресло-километрге аз шығынмен ауамен қозғалуға мүмкіндік беретін ұшақтар аса талап етілетін болады. Сондықтан әуе кемелері бір кресло-километрге аз отын тұтынатын авиакомпаниялар қымбат авиабилеттерді сатып алу мүмкіндігі объективті шектелген жолаушылар үшін аса қажет болады.

Қазақстанда қабылданған ішкі туризмді дамыту бағдарламасы 10 туристік кластердің пайда болуын көздейді. Бірақ оны жүзеге асыру үшін туристердің онда қалай болатынын түсіну керек. Өкінішке орай, бұл бағдарламаның Қазақстанның авиациялық индустриясының мүмкіндіктерімен байланысы әзірге көрінбейді. Авиажолаушыларды осы пункттерге шетелден да, ел ішінде де жеткізу қалай қамтамасыз етілетіні анық емес. Ыстық көлді аймақтың үлкен туристік орталығы ретінде әуе қатынасынсыз дамыту мүмкін емес. Тиісінше, авиатасымалдар нарығы оған қандай туристердің қызығушылық танытатынын көрсетуі тиіс. Егер Біз Құрама Штаттарға немесе Швецияға қарайтын болсақ, онда мұндай маршруттар бар және ешкімді елемейді. Олар ішкі туризм мен аймақтық байланыстарды дамытуға көмектеседі. Егер Қазақстан Республикасы дамыған отыз елдің қатарына ұмтылса, мемлекеттің авиацияны қолдауы қажет.

Негізгі проблема-халықтың қозғалысы оның қаржылық мүмкіндіктерімен шектеледі. Егер, айталық, Еуропада бір адамға жылына 1,7 ұшу келеді, ал Құрама Штаттарда халықтың қозғалу коэффициенті 2,5 құрайды, ал Қазақстанда ол әлдеқайда аз. Бұл көрсеткіштерде жолаушылар ағынын ұлғайту үшін негізгі ресурс көрінеді. Келу туризмі осы сегментте авиацияны жылына 14-тен 16% - ға дейінгі шекте дамытуға көмектесе алады деген болжам бар. Мұндай көрсеткіштер қазір Үндістан мен Қытайда байқалады. Жолаушылар ағынының жылына 8-10% - ға өсуі Қазақстанды қанағаттандырмауы тиіс. Егер 15% - дан жоғары көрсеткіштерге қол жеткізу мүмкін болса, онда авиациялық тұрғыдан дамыған елдермен жұмыс істейтін қашықтық қысқаратын болады.

Авиакөліктің өз шығындары бар екенін ескеру қажет. Жолаушылар барлық жерде 10 мың теңгеге ұшады деп күтуге болмайды. Бұл мүмкін емес. Бұл ретте, Қазақстан халқының табысын арттырудан басқа, Президент Назарбаев бұл туралы ел дамуының негізгі сәттері

туралы қалай айтты, авиакомпаниялар шығындарының төмендеуіне ықпал ету үшін өзіндік құнның қандай элементтері мемлекеттің қолында екенін ойластыру қажет. Бағдарлама тармақтары бойынша жазылған Декларация ғана емес, нақты қадамдар да қажет. Халықтың төлем қабілеттілігі оның қозғалу коэффициентін жылдам арттыруға мүмкіндік бермейтін кезеңде отандық азаматтық авиацияны қалай қолдауға болады?

Мемлекеттің міндеттері:

- әуежайлардағы шығындарды төмендету;
- барлық тасымалдаушыларды бәсекелестік бағамен отынмен қамтамасыз ету және әуе қозғалысына қызмет көрсету құнының өсуін шектеу. Ресей Федерациясының мысалы бойынша салықты төмендетіп, ҚҚС-ты жоғалтуға болады.

Қазақстан делдалдардың қызметтерінен бас тартып, тікелей өндірушілерден отынды сатып алуға мүмкіндік алды. Әуежайларға олардың тарифтерімен келетін болсақ, олар әлі де жоғары. Авиакомпанияларға бұл шығындарды жолаушыларға аударуға тура келеді.

Ең үлкен проблема-әуежайлар жыл сайын өз қызметтерінің құнын көтереді. Жиі тарифтер құнының бұл өсуі мүлдем күтпеген және ешқандай негізделмеген. Ең бастысы, бізге қажет емес қызметтер үшін шот қоймауымыз керек. Авиакомпаниялар өз қызметін лоукостерлер ретінде жүзеге асыруы тиіс. Ұшақтарды терминалдың қасында жолаушылар жүре алатындай етіп орналастырған дұрыс. Бірақ Нұрсултан Назарбаев әуежайында бізді алыс автотұрақтар тұрғызады, сол жерден жолаушылар автобуспен он минуттай жүреді. Терминалға жақын тұрақтар әрқашан бос. Және мұндай қызметтер бірнеше. Егер әуежайлық қызметтер көп болса, бұл бағаны көтеру үшін негіз болып табылмайды. Әуежай үшін ең бастысы-пайда болу үшін өз шығындарын өтеу. Бұл дамуға, өз қызметтерінің қауіпсіздігі мен сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Нұрсултан Назарбаев әуежайының объективті шығындары жоғары болып табылады, бірақ олардың қызметтерінің құны авиакомпаниялар мен олардың жолаушылары үшін дерлік алынбайтын болады.

Мысалы, әуежайдағы Еңбек өнімділігі қандай және қанша адам қажет? Иә, ЕХРО өткізу кезінде әуежайдың бірінші желісінде бақылау енгізу шешімі болды. Тиісті жабдықтар қойылды, қызметкерлер тағайындалды және оқытылды. Бірақ қазір бұл талап жоқ. Алайда көрме кезінде пайда болған қызметкерлер әлі де штатта тұр, жабдықтар да тоқтап тұр. Екінші кезең-жаңа керемет терминал пайдалануға берілді. Және бірден мемлекет заңнамаға сәйкес әуежайға терминал құнының 1,5% мөлшерінде салық төлейді. Бұл қажеттілік бар ма? Бұл жаңа терминал. Бірақ терминалдан басқа тағы да бірнеше нысан салынды. Нәтижесінде Әуежай өз шығыстарының құрылымын көрсетіп, олардың Тарифтердің көтерілмейтіні айқын болады. Әуежай қызметінің өзіндік құнына не әсер етеді? Пайыздар несие, ол қажет құру үшін жаңа терминал. Қазір екінші ұшу-қону жолағын салу туралы мәселе қойылуда. Егер жолақ салынса, айталық, қажет болса, онда бұл өтелуі тиіс бірнеше жүз миллион доллар болатын үлкен капитал салым екенін түсіну керек. Бірақ кім? Qazaq Air, Bek Air, SCATom? Сонымен қатар, Қазақстан халқы ел ішінде 10 мың теңгеге ұшатын болады деп күтілуде. Әуежайға екінші жолақ қажет емес пе? Авиатасымалдардың өзіндік құнында әуежай қызметтері үшін тарифтер қанша пайызды құрайды? ICAO әдістемесі бойынша әуежайдың нақты шығындары олардың қаншалықты объективті екенін анықтайды? Бұл барлығы үшін маңызды, өйткені барлық авиакомпаниялар мен жолаушылар үшін төлейді. Рас, онда пассивтілік танытатын мемлекеттік органдарды да шақыру қажет. Қазақстанның мемлекеттік органдарының әуежайлардың тарифтік саясатына ықпал етуге тікелей мүдделілігі әзірге байқалмады, тарифтер туралы мәселе әуежайлар мен авиатасымалдаушылар арасындағы келіссөздер шеңберінде қалып отыр.

Категорияны беру әуежайға да, Қазақавионавигацияға да қатысы бар, өйткені әңгіме ұшу-қону жолағының жай-күйі және тиісті жабдықтың болуы туралы болып отыр. Алматы халықаралық әуежайы жолаққа жөндеу жүргізіп, оны өте жақсы деңгейге жеткізді, ал

Қазэронавигация қазіргі заманғы жабдықтарды орнатты, ал III-В санатын алу табиғи болды. Бұл ICAO тағайындаған ең жоғары санаттардың бірі. Одан жоғары әуе кемелеріне ұшуға және іс жүзінде шырғанақ отыруға мүмкіндік беретін III-С санаты ғана. Алматы әуежайымен болған жағдайда кез келген ауа райында көріну бойынша шамалы шектеулер ғана бар. Кез келген осындай техникалық жетілдіру әуежай мен "Қазэронавигация" шығындарына да әсер етеді. Бірақ бірде-бір авиакомпания бұл жаман деп айтпайды. Бұл өте маңызды қаржы үнемдеу және ұшу қауіпсіздігі бойынша қосымша кепілдік. Сондықтан авиакомпаниялар өз құнын объективті анықтауға негізделген және егер олар қандай да бір ішкі резервтерді таба алмаса, әуежайлар мен "Қазэронавигация" тарифтерінің жоғарылауына түсінікпен қарайды.

### Қорытынды

Қорытынды келе Қазэронавигация Женевада IATA мамандарымен өткен жылы өзінің дамуы және осы қосымша шығындарға байланысты консультациялар өткізді. Қазэронавигация үлкен тренинг-орталық құруға ниетті. Бұл туралы ол авиакомпаниялармен де кеңес береді. Келіссөздер әлі аяқталған жоқ, бірақ IATA - да "Қазэронавигация" және Нұр-Сұлтан әуежайы алғаш рет ICAO қағидаттарына қатаң сәйкестікте өз тарифтері бойынша консультациялар жүргізе бастады. Әрине, бұл алға үлкен қадам және Қазақстанмен көршілес елдер үшін жақсы үлгі.

### Пайдаланылған дереккөздер тізімі

1. Kursiv сайты [Электрондық ресурс] От пассажиров до аэропортов в чѐм проблемы гражданской авиации - Кіру режимі <https://kursiv.kz/news/kompanii-i-rynki/2018-12/ot-passazhirov-do-aeroportov-v-chem-problemy-grazhdanskoy-aviacii>.

2. Forbes сайты [Электрондық ресурс] Кіру режимі: [https://forbes.kz/finances/markets/kazaeronavigatsiya\\_namerena\\_znachitelno\\_podnyat\\_tarifyi](https://forbes.kz/finances/markets/kazaeronavigatsiya_namerena_znachitelno_podnyat_tarifyi).

3. Аэронавигация журналы [Электрондық ресурс] Астана продемонстрировала управление воздушным движением по международным стандартам - Кіру режимі: № 6(15) декабрь 2017 года.

=====

**Ғылымның, білімнің және бизнестің интеграциясы**  
**Интеграция науки, образования и бизнеса**  
**Integration of science, education and business**

=====

УДК 629.73(06):94(574)

A.N. Akbayeva<sup>1</sup>, L.N Akbayeva<sup>2</sup>  
Academy of Civil Aviation<sup>1</sup>  
Kazakh Academy of Labor and Social Relations<sup>2</sup>

**Almaty civil aviation history**

*The scientific article is dedicated to the 25th anniversary of the Academy of civil aviation. The article highlights fragments in the history of the development of civil aviation in Almaty city. Key points were considered from the first air divisions and the first aircraft, to modern and currently operating on the territory of the city transportation and transportation companies.*

**Key words:** history, aviation, airport, reconstruction, terminal.

*Научная статья приурочена к 25-летию юбилею Академии гражданской авиации. В статье были освещены фрагменты в истории развития гражданской авиации в городе Алматы. Были рассмотрены ключевые моменты от первых воздушных подразделений и первых летательных аппаратов, до современных и ныне действующих на территории города компаниях перевозок и транспортных перевозок.*

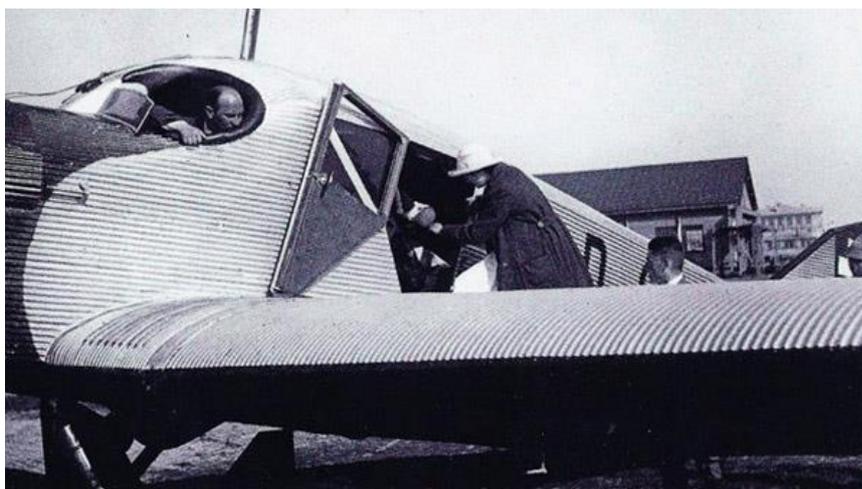
**Ключевые слова:** история, авиация, аэропорт, реконструкция, терминал.

*Ғылыми мақала Азаматтық авиация академиясының 25 жылдығына арналған. Мақалада Алматы қаласында азаматтық авиацияның даму тарихының үзінділері келтірілген. Алғашқы әуе бөлімшелері мен ұшу аппараттарынан бастап, қазіргі заманғы қала аумағында жұмыс істейтін әуе көлігі тасымалдау компанияларына дейін негізгі мәселелер қарастырылды.*

**Түйін сөздер:** тарих, авиация, әуежай, қайта құру, терминал.

**Vernyi saw the first plane on March 30, 1919.** On that day, the plane of red-winged courier Alexander Shavrov and the mechanic Shemanyuk landed on the route Samara – Orenburg – Aktyubinsk – Burnoye (Dzhambul region) – Verny – Gavrillovka (Taldy-Kurgan) and further along the hot spots of the Northern Semirechensky front. In the essay “History of Aviation of Kazakhstan, 1907-1940”, this episode is described in more detail.

The first test flight of a civilian aircraft was completed in April 1924 from Tashkent to Almaty and back. Regular movement along this only airline in Kazakhstan began on July 11, 1924, on Yu-13 metal vehicles.



In 1927, the Alma-Ata – Dzharkent airline was opened, and communication with Moscow was also established.

From the moment of its creation and until 1939, the aviation units had single-engine twin-seat aircraft R-1, R-3, R-5, Po-2 with a flight speed of up to 200 km / h and a range of up to 300 km, seaplanes MBR-2, Sh -2, "Savoy" (radius up to 400 km).

Particular attention was paid to flight training, as, performing duties, flight crews had to work independently in extremely difficult conditions: land on limited and sometimes unprepared field sites, operate material without technical staff, fly in difficult meteorological conditions, and navigate the terrain well while the crew and the plane should always be ready for departure. This situation required the flight crew (pilot and navigator) to have high flight, navigational and tactical training, the ability to competently and independently make decisions for take-off, and timely and efficiently complete the assigned task.

### *The airport*

In 1923, the first airfield of Alma-Ata (now the district of the Central Stadium) was equipped on the field of the Vernensky hippodrome. Alma-Ata Airport was part of the Kazakh Civil Aviation Administration. He began to carry out regular flights in 1935. Excerpt from the local newspaper - July 8, 1936: "Regular flights Alma-Ata - Moscow". Tomorrow morning, a P-5 plane flies to Moscow. This flight opens the airline "Alma-Ata - Moscow". The journey from Almaty to Moscow takes two days. The route of the new line (3600 kilometers) lies through Karaganda, Kustanay and Kazan. The way from Alma-Ata to Karaganda the planes will pass without stopping".

The P-5 aircraft is one of the many modifications of the 30s Soviet multi-purpose R-5 single-engine aircraft that was created at Polikarpov Design Bureau in 1928 and was one of the most popular biplane aircraft in the USSR. More than 1000 were operated in the Civil Air Fleet (Aeroflot) as the postal and cargo-passenger P-5 and P-5a (float-operated). More than 5,000 R-5s served in the Red Army, where he was the main model of a reconnaissance, light bomber and attack aircraft. R-5 aircraft were transferred to Aeroflot for work on air lines as they were removed from service. The armament was removed and instead of it, cargo compartments were equipped under the floor of the rear cabin and behind it. The plane took 400 kg of cargo (two passengers and luggage), distributed as follows: up to 250 kg in the cockpit, 70 kg under the floor and 80 kg at the rear. The mass of the empty aircraft was set to 2040 kg, flight - up to 3350 kg. Cruising speed was about 165 km/h.



Aircraft R-5 (pictured) and P-5 in large numbers were also used in schools and flying clubs, departmental aviation and for a variety of purposes (for example, as towing gliders). Various containers, cylinders, cartridges, etc. were hung under the lower wings. They were also used in small quantities in the Great Patriotic War until 1943.

On July 9, 1936, the P-5 aircraft, at the helm of which was a former military pilot Nikolai Tsvetkov, headed from Alma-Ata to Moscow. There were passengers on board: special correspondent of the newspaper “Kazakhstanskaya Pravda” Pavel Kuznetsov, correspondent of TASS and 310 kilograms of airmail. The flight was preceded by long engineering tests, during which the route of flights on the route Alma-Ata – Karaganda – Akmolinsk – Kustanay – Sverdlovsk – Kazan – Moscow was tested and approved. The length of the route was 3700 kilometers. Equal to her in length at that time was not. The entire flight time of the flight, from Alma-Ata to Moscow, took 21-25 hours.

July 11 at 6 pm Moscow met the first plane from Almaty. And on July 13, at 4.30 a.m., the plane flew along the same route back to Alma-Ata. Flights continued all summer. The line was served by 10 aircraft.

The first flights in 1936 along the route Alma-Ata - Moscow were experimental flights. Ahead was a lot of work. Survey engineers worked along the entire route, collecting technical data for the equipment of the route. In Atbasar, Akmolinsk, Kustanai, radio equipment was installed, communication was established, meteorological services were organized, and the construction of air terminals was planned. Frequent delays at the aircraft parking areas of this flight were explained by the unpreparedness of the route.

With the onset of the autumn-winter period of the year, the line was temporarily closed. Closing the line for the autumn-winter period, the Civil Aviation Administration hoped to operate it again, but on a more solid technical basis. Later, the Government of the Kazakh Republic proposed to the Civil Aviation Administration to organize the transportation of mail from Moscow to Alma-Ata via Aktyubinsk - Kustanai.

The first fundamental building of the Airport was built in 1936 according to the designs of architects B. Zavarzin and G. Yelkin. In 1957, the building was rebuilt according to the project of B. Kapanov, and in 1973 it was reconstructed according to the project of the artist V.N. Senchenko. In the period from 2000 to 2010 - the building was repaired, new terminals were added. Today this is a typical building and many old-timers of the city regret that the airport has lost its unique original appearance. Current trends are such that airports, train stations are the same type, the architecture is maximally simplified. Today's officials at the Ministry of Transport and Communications are confident that this approach (European - American) is the only true one. Of

course, all the completion and reconstruction have changed the original appearance of the airport. Virtually nothing remained of the 1935 project and little of the Kapanov and Senchenko projects".



Pictured airport building in the 1960s

Before the 2nd World War, Li-2 (PS-84) aircraft began to arrive at Aeroflot. The war interrupted the operation of the PS-84 on the routes of Aeroflot, but already in 1944, Li-2 began to return to their peaceful profession. For almost a decade, the Li-2 became the main airliner of Soviet civil aviation. In the mid-50s, in the Kazakh Department, there were a little more than 20 domestic Douglas in passenger and transport versions, assembled in one squad based in Alma-Ata. The aircraft operated on several routes, and the Moscow line was the longest. The flight to Vnukovo and back took 32-34 hours of flight time and stretched for almost three days.

On October 17, 1968, the first IL-62 aircraft arrived at the airport of Alma-Ata (according to the “run-in” plan for the new flight). Right on the platform platform, a rally was organized. This IL-62 aircraft, after developing its resource, was installed in the Aviation Museum in Monino city near Moscow.



*The welcome of the arrival of the first Ilyushin IL-62 service to Alma Ata, Kazakhstan, on 17 October 1968, operated by SSSR-86670. (photo: Boris Vdovienko)*

On April 19, 1971, the Almaty Airport of the Kazakh Civil Aviation Administration was allowed to receive IL-62 and Tu-114 aircraft.



View of Almaty Airport in the 1970s (model of the IL-62 aircraft)

In December 1975, operational tests of the Tu-144 aircraft (with cargo and mail) on the route Moscow - Alma-Ata - Moscow began. As early as December 26, 1975, regular flights of the supersonic passenger aircraft Tu-144 began. The first flight of the Tu-144 left at 8.30 from Domodedovo Airport and after 1 hour 59 minutes, covering a distance of 3300 km, arrived in Alma-Ata. The flight was carried out at an altitude of 18 km., with a speed of 2200 km/h.

Based on the results of operational tests, from November 1, 1977, regular flights of the Tu-144 aircraft, designed for 133 passengers, began.



In July 1999, a fire occurred in the building of Almaty Airport. The building, built in 1974, was suddenly licked by the fire of a fire that, according to the official version, was fired from a deep fryer in a restaurant. The southern capital of Kazakhstan was in dire need of a new terminal building. However, its construction was a big question, since many believed that it was economically impractical. If in the Soviet years the airport served more than a thousand passengers

per hour, and up to 3.2 million people passed in a year, then by the end of 2000 the number of departing and arriving passengers barely reached 600 thousand.

However, the airport was rebuilt (despite financial irregularities) and today looks like this:



At the beginning of 2003, following the passenger traffic, the cargo department of the well-known KLM airline began flights to the Almaty airport, with a regularity of 6 times a week. At the end of the same 2003, the equally well-known FedEx airline with a regularity of flights 4 times a week became a partner of Almaty International Airport. Since March 1, 2005, FedEx has increased the frequency of flights of its aircraft to 50 flights per month and began to operate flights on the routes Hong Kong – Almaty – Paris and Shanghai – Almaty – Frankfurt.

At Almaty Airport, there are two FedEx airplanes simultaneously. They reload cargo from one aircraft to another. Such an operation is very convenient for the airline, it allows you to speed up the delivery of goods from one point to another, as well as save aircraft resources. In the future, FedEx plans to receive operational maintenance of its aircraft at the Almaty International Airport under the A-check program. Under summer conditions, A-check is carried out directly at the aircraft parking lots, and in winter an equipped hangar complex is provided.

In 2004, Lufthansa Cargo and Asiana airlines arrived at Almaty International Airport. During the same period, the largest Russian cargo carriers Volga-Dnepr and Antonov Airlines began to make flights on the famous An-124 Ruslan and An-225 Mriya – the largest aircraft in the world.

In December 2004, a new passenger terminal began operating. To meet the needs of air passengers, the new passenger terminal has modern life support and control systems, a building management system, an information system on flights, an indoor and outdoor video surveillance system, a passenger notification system, a baggage search system, etc.

Since January 2005, the American airline Polar Air Cargo, together with Atlas, began using the Almaty Airport for flights on the Shanghai – Almaty – Amsterdam route, increasing the frequency of flights up to 7 times a week.

Since February 2005, the Italian airline Ocean Airlines began to fly with a technical landing at Almaty International Airport. The airline operates flights on a Boeing 747-200 aircraft on the route Brescia – Almaty – Hong Kong, Brescia – Almaty – Shanghai and vice versa 4 times a week.

At the end of August 2005, Cargolux opened a flight program through Almaty on the route Hong Kong – Almaty – Baku – Luxembourg and Luxembourg – Hong Kong – Almaty – Luxembourg on a Boeing 747-200, 3 times a week.

In November 2005, China Easter Airlines began operating flights on the Shenzhen – Almaty – Luxembourg route 4 times a week on a Boeing 747-200.

Since July 2006, Malaysia Airlines began flights on the Boeing 747-200 along the route Kuala Lumpur – Shanghai – Almaty – Amsterdam with a regularity of 4 times a week.

Since June 2007, the business terminal opened its doors. The restored building has architectural and historical significance; a unique monument of urban architecture has been restored. Design work was led by an Italian architect. The business terminal specializes in serving passengers of charter flights.

Currently, airlines such as Turkish Airlines, MNG Airlines, MY Cargo and MK Airlines operate commercial flights to Almaty Airport.

Based on the negotiations, in 2007, the American company UPS, known around the world, began to operate regular flights to the Almaty airport. And also began the flight program of the Chinese airline Yangtze River Express.

#### ***Other airfields***

In addition to the airport of Alma-Ata, in the suburbs there are several more airfields: Boraldai local airlines airport; 50 km north-east of the city of Almaty is a large military airfield Zhetygen; in the north of Almaty there is a military airfield with an unpaved runway capable of receiving 2 class aircraft (An-12 type) and lighter ones, as well as all types of helicopters; 12 km north of the city, there is the Baysyerke sports airfield (former DOSAAF airfield), also with an unpaved runway. The only place in Almaty where parachute jumps are conducted.

At the Baysyerke airfield, Mi-2 helicopters and An-2 planes are used. The Tien Shan ALCC, based on this base, is preparing cadets and issuing pilot certificates.

#### ***Modern development of civil aviation in Almaty***

Today, in Kazakhstan there are more than 800 aircraft that are on the national registry. These aircraft actively carry out passenger transportation both within the country and abroad. Due to such a number of aircraft, the passenger turnover in 2019 amounted to more than 15 million people; in 2015 this figure was at the level of 12 million people. Thus, over 4 years we get an increase of 3 million people.

New and popular directions have opened up within the country and abroad, namely, Nur-Sultan – Prague, Nur-Sultan – Ulan-Batyr, and Almaty – Baku. Also, flights began from the airport of Karaganda, Petropavlovsk, Kokshetau to Moscow Zhukovsky Airport. At present, Kazakhstan is connected by air with other countries of the world in more than 99 international directions.

The new airline “Fly Arystan” has opened, which became the first low-cost airline in Kazakhstan. This airline operates domestic flights, of which there are more than 10. The company owns 5 “Airbus”-320 aircraft, with a passenger capacity of 180 people. The relatively low cost of tickets for air travel makes this airline competitive in the domestic market and at the same time increases the passenger traffic.

According to ICAO standards, Kazakhstan ranks III in terms of flight safety among the CIS countries with an indicator of 74%. The level of aviation security in Kazakhstan is 83%. According to world statistics, this indicator is 72%. Thus, Kazakhstan exceeds it by 11%, which makes domestic transportation competitive not only within the country, but also in the world market among these services.

#### **References:**

1) The first site, which is completely devoted to the history of the development of aviation and aviation in Kazakhstan: History of aviation in Almaty (Electronic resource). URL: <http://aviaengineer.ru/istoriya-aviatcii-almaty>

2) The first site, which is completely devoted to the history of the development of aviation and aviation in Kazakhstan: History of aviation in Almaty (Electronic resource). URL: <http://aviaengineer.ru/istoriya-aviatcii-kazakhstan>

3) How civil aviation is developing in Kazakhstan: Exclusive interview with Primeminister.kz with deputy. Chairman of the Civil Aviation Committee of the Ministry of Industry and Infrastructure Development of the Republic of Kazakhstan Aibek Alzhanov dated 01.10.2019 KazInform International Information Agency (Electronic resource). URL: [https://www.inform.kz/ru/kak-razvivaetsya-grazhdanskaya-aviaciya-v-kazahstane\\_a3571169](https://www.inform.kz/ru/kak-razvivaetsya-grazhdanskaya-aviaciya-v-kazahstane_a3571169)

4) Opening new routes, pricing and training - how civil aviation is developing in Kazakhstan: Exclusive interview with Primeminister.kz with deputy. Chairman of the Civil Aviation Committee of the Ministry of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan Aibek Alzhanov dated 01.10.2019 Official information resource of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan. URL: <https://primeminister.kz/ru/news/interviews/otkrytie-novyh-marshrutov-cenoobrazovanie-i-podgotovka-kadrov-kak-razvivaetsya-grazhdanskaya-aviaciya-v-kazahstane>

5) Wikipedia: FlyArystan. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/FlyArystan>

6) 7.1 million people have been transported by Kazakhstani airlines since the beginning of 2019. Forbes.kz news from 07.12.2019. URL: [https://forbes.kz/news/2019/12/07/newsid\\_214322](https://forbes.kz/news/2019/12/07/newsid_214322)

7) Plan of the Nation - 100 Concrete Steps to Implement Five Institutional Reforms of Head of State Nursultan Nazarbayev (May 2015). Online document. URL: [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=31977084#pos=95;0](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31977084#pos=95;0)

## УДК 004.8

*А.Г. Вихнин<sup>1</sup>, Н.З. Сакипов<sup>2</sup>  
Центр разработки программного обеспечения «Азиум»<sup>1</sup>, Бишкек  
Академия гражданской авиации<sup>2</sup>*

### **Символьный искусственный интеллект и его применение в авиации**

*Описана разработанная авторами современная версия символьного искусственного интеллекта и рассмотрены ее возможные применения в авиации.*

*Под символьным Искусственным Интеллектом (СИИ), мы понимаем метод и информационную технологию, в рамках которых создается программное обеспечение по симуляции тех сторон (свойств) человеческой деятельности, которые традиционно относят к рассудочным и интеллектуальным. В этом плане наш подход соответствует определению ИИ в англоязычной википедии: «...ИИ часто используется для описания машин (или компьютеров) имитирующих «когнитивные» функции, которые люди ассоциируют с функционированием человеческого мозга, и такими понятиями как «обучение» и «решение задач».*

*СИИ связан с языковой (коммуникационно-смысловой) деятельностью человека и предназначен для работы с символьной информацией, например, в виде текстов и речевых аудиосообщений. СИИ «понимает» содержание входного текста, что означает, что программа способна анализировать содержание сообщения, определять участников и их роли в анализируемой ситуации, и отвечать на вопросы типа – кто главное действующее лицо, его действия, время и место действия и т.д. Т.е. программа – цифровой симулятор - «понимает» смысл и способна, например, сделать аннотацию не используя ни один термин текста.*

*Основной сферой применения СИИ в авиации мы видим его использование в разнообразных экспертных системах, связанных с информационной деятельностью человека: обучающие системы, системы, предназначенные для проверки процессов и*

компетенций подготовки кадров для авиации, виртуальный помощник юриста в анализе авиационного законодательства; транскрибация - перевод речевых сообщений в текст, с сохранением и выявлением смысла; анализ текстовых сообщений при инцидентах; машинный переводчик высокого качества; автоматизированный колл-центр аэропорта и т.д.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, ИИ, символичный искусственный интеллект, ИИ в авиации, экспертные системы в авиации.

Авторлар жасаған символдық жасанды интеллекттің заманауи нұсқасы сипатталған және оның авиациядағы қолданылуы қарастырылған.

Символдық жасанды интеллект (СЖИ) деп біз оның шеңберінде дәстүрлі түрде рационалды және интеллектуалды деп аталатын адам қызметінің қасиеттерін модельдеу үшін бағдарламалық жасақтама жасалатын әдіс пен ақпараттық технологияны түсінеміз. Осыған байланысты біздің көзқарасымыз ағылшын тіліндегі Википедиядағы ЖИ анықтамасына сәйкес келеді: «.. ЖИ адам миының жұмысымен жиі байланыстыратын «когнитивті» қайталайтын машиналарды (компьютерлерді) «оқыту» және «проблемаларды шешу» және сияқты түсініктерді сипаттау үшін қолданылады.

СЖИ адамның лингвистикалық (коммуникациялық және семантикалық) қызметімен байланысты және символдық ақпаратпен жұмыс жасауға арналған, мысалы, мәтіндер мен дауыстық аудио хабарламалар түрінде.

СЖИ кіріс мәтіннің мазмұнын «түсінеді», яғни бағдарлама хабарламаның мазмұнын талдай алады. Қатысушыларды және олардың талдап отырған жағдайдағы рөлдерін анықтай келе басты кейіпкер кім, оның іс-әрекеттерінің уақыты мен орны және т.б. сияқты сұрақтарға жауап бере алады.

Осы бағдарлама - сандық тренажер мағынасын - «түсінеді» және мысалы, мәтіннің кез-келген терминін қолданбай аңдатпа жасай алады.

СЖИ-ді авиацияда қолданудың негізгі бағыты оны адамның ақпараттық қызметіне байланысты әр түрлі сараптамалық жүйелерде қолдануды көреміз: оқыту жүйелері, авиация үшін персоналды даярлау процестері мен құзыреттерін тексеруге арналған жүйелері, авиациялық заңнаманы талдау кезінде заңгердің виртуалды көмегі ретінде; транскрибация - мағынаны сақтай және сәйкестендіре отырып, сөйлеу хабарламаларын мәтінге аудару; инциденттер кезіндегі мәтіндік хабарламаларды талдау; машинаның жоғары сапалы аудармашысы; автоматтандырылған әуежайдың байланыс орталығы және т.б.

**Түйін сөздер:** жасанды интеллект, ЖИ, символдық жасанды интеллект, ЖИ авиацияда, авиациядағы сараптамалық жүйелер.

*The modern version of symbolic artificial intelligence developed by the authors is described and its possible applications in aviation are considered.*

*Symbolic Artificial Intelligence (SAI) is a method and information technology to create software to emulate those aspects of human activity, which are traditionally referred to as rational and intellectual. In this regard our approach corresponds to the definition of AI in the English-language Wikipedia: “.. AI is often used to describe machines (or computers) that mimic the “cognitive” functions that humans associate with the human brain, and such as “learning” and “problem solving”.*

*SAI is associated with linguistic (communicative-semantic) human activity and is designed to work with symbolic information, for example, in the form of texts and voice- and audio-messages. SAI “understands” the content of the input text, which means that the program is able to analyze the content of the message, determine the participants and their roles in the analyzed situation, and*

*answer questions such as who is the key character, his actions, time and place of action, etc. In view of this, the program - a digital simulator - “understands” the meaning and is able, for example, to make an annotation without using a single term of the text.*

*The main area of application of SAI in aviation, we see applications in a variety of expert systems related to human information activities: training systems; systems designed to check the processes and competencies of training personnel for aviation; virtual lawyer assistant in the analysis of aviation legislation; transcription - conversion of speech messages into text, with the meaning revealing and retention; analysis of text messages in case of incidents; high quality machine translator; automated airport call center, etc.*

**Key words:** Artificial Intelligence, AI, Symbolic Artificial Intelligence, SAI, AI in aviation, expert systems in aviation.

## Введение

Понятие «интеллект» в значении наблюдаемого естественно- биологического явления, по определению, относят только к человеку [1]. Естественный интеллект определяется и интерпретируется через рациональное поведение человека, направленное на достижение заданной цели. В свою очередь, термин Искусственный интеллект (далее – ИИ), оказывается производным и получает свое определение через понятия, связанные с естественным интеллектom. Необходимость в соответствующих дефинициях возникает при постановке и решении задач инженерной симуляции человеческого интеллекта на цифровых устройствах.

Термин ИИ появился в середине 50-х годов прошлого века. Бурное развитие ИИ получил в последнее десятилетие.

В дорожной карте по ИИ, опубликованной Европейским агентством по безопасности в авиации (EASA) в 2020 г. [2] перечислены следующие направления применения ИИ в отрасли:

1. Разработка летательных аппаратов (ЛА) и их работа;
2. Производство и обслуживание ЛА;
3. Управление воздушным движением;
4. Дроны и полеты в пределах города;
5. Управление рисками в сфере безопасности;
6. Кибербезопасность;
7. Окружающая среда;
8. Регуляторная практика Европейского Союза;

## Инженерные и естественно-научные основы Символьного Искусственного Интеллекта

Задачи цифровой симуляции естественного интеллекта, решаемые с помощью ИИ, условно можно разделить на два больших и принципиально различающихся класса. К первому из них относят задачи обработки параметров физических сигналов внешней среды, которых очень много (Big Data). Такое положение вещей имеет место, например, при распознавании лиц, изображений, устной речи и т.п. Огромные размерности массивов данных возникают в силу физики явления. Так, количество параметров, описывающих, например, отраженный от лица поток света, реально огромно. Аналогично обстоят дела и распознаванием речевых акустических сигналов.

Интегрированный результат обработки параметров таких физических сигналов человеческим интеллектом – узнавание знакомого лица, разнообразных предметов, картинок, пейзажей, распознавание речи и т.д. Параметризация происходит через использование рецепторов, а решение указанных задач естественным интеллектом, связано с автоматической обработкой больших данных структурами мозга, называемыми I Сигнальной

системой. Как именно возникает конечный результат – определенное лицо, пейзаж, рисунок животного и т.п. рационально пояснить не возможно, это принимается как данность. Естественно, симулятору, работающему с изображениями и звуком, также необходимо обрабатывать гигантские массивы данных. Программное воплощение алгоритмов для указанных целей основано на моделях математических нейронных сетей.

Наряду с Big Data, мозг человека продуктивно работает и с «малыми» данными, не являющимися физическим сигналами, а имеющими символическое, абстрактное выражение. Это второй класс решаемых естественным интеллектом задач. Мы сталкиваемся с ним, когда, решаются арифметические и логические задачи, изучаются языки, отгадываются загадки, пишутся тексты, когда происходит обучение материнскому языку в детском возрасте. То же самое – и с прочей интеллектуальной активностью, которую мы относим к рассудочной деятельности человека. Симулятору рассудочной деятельности человека, который можно назвать «мыслящей машиной», приходится оперировать с довольно небольшим числом данных, а также с символами и абстракциями. ИИ этого типа уместно назвать Символьным.

С употреблением термина «Символьный искусственный интеллект» наблюдается некоторая путаница: при одинаковых названиях, старое значение этого термина из 70-80 годов прошлого столетия, и новое, употребляемое сейчас, принципиально различаются. Наиболее успешная, как тогда казалось, форма символического ИИ 70 годов была воплощена в экспертных системах, использующих правила «если-то». Символы объединялись в отношения, а экспертные системы делали логические выводы, обрабатывая эти отношения. Других успехов показано не было.

К сожалению, EASA в дорожной карте предполагает фокусировку в основном на поддержку разработок ИИ «больших данных», использующих нейронные сети и глубокое машинное обучение, в то время как ИИ, основанные на анализе символической информации - ИИ «малых данных» - остаются незаслуженно в стороне.

Как справедливо отметила Маргарита Колангело с соавторами «...Все было малыми данными до того, как появились большие. Научные открытия 19 и 20 столетий были сделаны с использованием малых данных. Дарвин использовал малые данные. Физики делали все вычисления вручную используя исключительно малые данные...» [3].

### **Символьный Искусственный Интеллект**

«Интеллект» цифрового устройства, имитирующего рассудочную деятельность, можно определить, как ключевое свойство системы управления процессом имитации мышления и принятия решений в интересах человека, когда требуется выбрать оптимальное решение из возможных вариантов. Принятие решений должна поддерживать любая система управления, это ее базовое свойство, но система управления с интеллектом функционирует наиболее продуктивно. Таким образом, концепция управления (автоматического регулирования) и концепция СИИ, содержательно оказываются тесно связанными. Другими словами, задача проектирования движка СИИ, то есть «мыслящей» машины, обоснованно относится к прикладным задачам такой предметной области, как автоматическое управление и регулирование [4].

Тесная содержательная связь также имеет место между СИИ и информационным обменом между управляющей и управляемой системами контура управления. Процессы информирования рассматриваются в ракурсе такой предметной области как Математическая теория связи, начало которой положил Клод Шеннон в 1948 г. [5]. К 1970 годам из данной дисциплины выделилась качественная теория информации [6], имеющая основополагающее значение для проектирования современных движков СИИ.

Программируя СИИ, мы симулируем наблюдаемые свойства его биологического прототипа – Второй сигнальной системы человека. Именно эта структура ответственна за обучение, языковые способности, способность «понять» определенную ситуацию действительности по ее вербальному описанию (тексту) и т.д. Для разработки алгоритма хорошей идеей оказалось использование упомянутой выше качественной теории информации. В ней утверждается, что при информационном обмене между управляющей и управляемой системами используются цепи передачи сигналов двух типов – информационная и кодовая. Например, голосовое информирование по телефону, несет информацию от говорящего к слушающему. Это пример информационной цепи. В процессе разговора, акустический сигнал при помощи микрофона превращается в электрический, а затем в электромагнитный и т.д. Это уже пример разных кодовых цепей, по которым проходит одинаковая информация. При переходе сигнала из одной кодовой цепи в другую информация остается инвариантной. Теперь мы можем, даже не зная кода, определить ее содержание. Для этого необходимо, чтобы в цепи перекодировок, одна из них легко поддавалась декодированию, как, например, это имеет место в естественно-язычном тексте. Там понятно содержание, а в силу его инвариантности, оно то же самое, что и в других кодировках.

Рассмотрим подробнее процесс разработки приложений, имитирующие некоторых рассудочные и интеллектуальные свойства человека. Для сравнения отношения между разными системами обработки информации приведены ниже в таблице 1. Разработанная авторами современная версия СИИ, опирается на инженерные и естественно-научные основания, приведенные выше, и исходит из следующих предпосылок:

а) В окружающем нас мире выделяются материальные и идеальные системы различного назначения. Все, что происходит в процессе их функционирования, может быть описано в форме сообщений [7].

б) Для составления сообщения требуется знание языка, которому необходимо обучаться. Однако содержание любого такого сообщения может быть закодировано в мыслях. Для этого Вторая сигнальная система использует ментальный лексикон и ментальный язык, представляющие собой чувственные восприятия. Ментальный лексикон – это концепт, обозначающий представление и систематизацию условных «слов» в сознании человека.

На ментальном языке выражаются единицы концептуальной системы и описываются ментальные репрезентации для значения естественно-языковых выражений.

в) Между чувственными восприятиями и заданными элементами системы естественного языка имеется взаимно однозначное соответствие. Это разные кодировки одних и тех же сущностей.

г) Принцип психического единства человека гласящий, что отображение внешнего мира и алгоритмы обработки информации Центральной нервной системой едины для всех людей. Этот принцип признается фундаментальным всеми современными антропологами.

Основное ядро символического ИИ состоит из следующих блоков:

1) Базы знаний по разным предметным областям в виде текстового хранилища на разных коммуникационно значимых естественных языках

2) Обработчик естественно-язычных текстов, для их нормализации. Нормализованный вид означает, что любой текст представляется только через элементарные единицы системы языка и конструкции из них. Никакие соображения, кроме структурных, для нормализации не привлекаются.

3) Конвертора нормализованных текстов на ментальный язык. Разные элементы получают разную ментальную репрезентацию.

4) Конвертора ментального языка на один из естественных языков (вербализация ментального текста).

Таблица 1. Сопоставление II Сигнальной системы человека, машины фон Неймана и цифрового симулятора «рассудочной деятельности» - СИИ

| Система<br>Компонент   | Сигнальная система человека  | Машина фон Неймана   | СИИ   |
|--|--|--|---|
| Процессор  | Простой с неизменной спецификацией   | Сложный, с неизменной спецификацией  | Со сменяемой спецификацией  |
|  | Низкоскоростной  | Высокоскоростной   | Высокоскоростной  |
|  | Процессинг поддерживается $\sim 10^{11}$ элементарными процессорами (биологическими нейронами) | Процессинг поддерживается одним или несколькими процессорами. Для суперкомпьютеров возможно увеличение до несколько десятков тысяч | Процессоров – пять.   |
| Организация памяти   | Интегрирована в процессор  | Отделена от процессора   | Отчасти интегрирована в процессор, отчасти отделена   |
|  | Распределенная   | Локализованная   | Частично распределенная   |
|  | Адресация по содержанию  | Адресация заданному адресу   | Смешанная адресация   |
| Процессинг   | Распределенные вычисления  | Централизованные   | Отчасти централизованный, отчасти локальный   |
|  | Параллельные вычисления  | Последовательные (цепочечные)  | Последовательно – параллельные элементарные процессы  |
|  | По самообучающимся программам  | По хранимым программам   | по хранимым программам для целенаправленных процессов и мнимым – для всех других                      |
| Подсистемы планирования, управления и также ресурсного обеспечения | Имеется  | Имеется  | Имеется ресурсная поддержка, а также система планирования и управление для целенаправленных процессов |
| Надежность   | Живучесть  | Высокая уязвимость   | Плохо определенная  |

|                                    |  |  |   |
|------------------------------------|--|--|---|
| Среда функционирования             | Плохо определенная                           | Строго определенная                        | Произвольная  |
|                                    | Без ограничений                              | Строго ограниченная                        | Практически без ограничений                                       |
| Физическая (аппаратная) реализация | Биологическое нейросетевое устройство (мозг) | Сборка из электронных импульсных компонент | Модель фрагмента действительности на специализированной платформе |

### Применение СИИ в авиации

Очевидно, что СИИ по своей природе предназначен для работы с индивидуальным человеком, что находит свои ниши во всех возможных применениях ИИ, перечисленных EASA [1], в виде экспертных систем (ЭС).

Нужно сказать, что применение ЭС в авиации насчитывает не один десяток лет – попытки использовать наработки и опыт специалистов отрасли в виде «базы знаний» с выдачей решения по запросу для конкретной ситуации, предпринимались с 70-х годов прошлого столетия.

В настоящее время накоплен обширный опыт применения ЭС, в последнее время их стали не совсем корректно называть системами ИИ поддержки принятия решений.

Основное отличие ЭС от ИИ, заключается в том, что ЭС не способна к самообучению, т.е. не может самостоятельно расширять свою «базу знаний».

Авторы полагают, что СИИ, разработанный ими, способен придать ЭС такую функциональность. Помимо этого, СИИ способен осуществлять поиск необходимых данных по смыслу запроса, что снимает требования к вводу-выводу информации в жестко регламентированном виде.

Одним из наиболее перспективных направлений использования СИИ являются разработка на его основе обучающих систем и приложений по контролю знаний. Симулятор преподавателя, экзаменатора и консультанта в СИИ может рассматриваться как системный метод создания и применения новаций в учебном процессе с учетом взаимодействия технических и человеческих ресурсов. Перспективным также представляется применение СИИ в области подготовки кадров для гражданской авиации, см. например [8].

### Список использованной литературы

1. Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития - М.: Наука, 1987 г. – 302 с.: ил.
2. Artificial Intelligence Roadmap. A human-centric approach to AI in aviation. EASA, 2020.
3. Margareta Colangelo, Danko Nikolič, Andrey Golub. Why Small Data is Essential for Advancing AI // MIT Technology Review, Italia National Edition, 2018.
4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. 2-е изд. - М.: Наука, 1972. - 768 с.: ил.
5. С.Е. Shannon. A Mathematical Theory of Communication // The Bell System Technical Journal. – 1948 - Vol. 27. - pp. 379–423, 623–656.
6. Marian Mazur. Jascosciowa Teoria Informacji. Wydawnictwa Naukowo-techniczne Warszawa 1970.
7. Вихнин А.Г., Сакипов Н.З. Штурм четвертого мегапроекта: кто будет новым Биллом Гейтсом? – М.: Диалог-МИФИ, 2008. – 288 с.: ил.
8. Большедворская Л.Г., Корягин Н.Д. Анализ применения экспертных систем для диагностирования проблемных зон в системе подготовки летных кадров для гражданской авиации // Инновации в гражданской авиации. – 2019. – т.4, №4 – С. 13 – 24.

УДК 78(574)09

Н. Ж. Мухабает<sup>1</sup>Академия гражданской авиации<sup>1</sup>**Мифологические архетипы музыкальной культуры казахов**

*Целью статьи является компаративистский анализ архаических форм музыкальной культуры номад Центральной Азии. В мифологический период религиозно-философские представления выступали в синкретическом единстве с ритуальной музыкой. Методологическими основаниями работы выступают синтез современных музыковедческих концепций с культурологическими методами анализа гуманитарного материала. Новизной исследования является рассмотрение древних музыкальных инструментов номадического ареала Казахстана в контексте самовыражения человека в духовном ареале номадического шаманизма (бақсылық). Ритуал как средство гармонизации отношений человека в тернарном мире тюрков получает наиболее воплощение в шаманской музыке.*

**Ключевые слова:** *номады, музыкальная культура, миф, ритуал, шаманизм, кобыз, Коркут.*

*Мақаланың мақсаты Орталық Азия көшпенділерінің музыкалық мәдениетінің архаикалық формаларын компаративистік талдау болып табылады. Мифологиялық кезеңде діни-философиялық идеялар ритуалдық музыкамен синкретикалық бірлікте өнер көрсетті. Жұмыстың әдіснамалық негізі мәдени әдістер арқылы заманауи музыкалық тұжырымдамаларды синтездеу. Зерттеудің жаңалығы Қазақстандағы көшпенділер кеңістігіндегі ежелгі музыкалық аспаптардың шаманизмнің (бақсылық) рухани кеңістігінде адамның өзін-өзі көрсету контексті ретінде. Түркілердің тернарлық әлеміндегі адам қатынастарын үйлестіру құралы ретіндегі салт-дәстүр шамандық музыкада барынша көрініс табады.*

**Түйін сөздер:** *Көшпенділер, музыкалық мәдениет, миф, салт-дәстүр, шаманизм, қобыз, Қорқыт.*

*The aim of the article is a comparative analysis of archaic forms of musical culture of nomads of Central Asia. In the mythological period, religious and philosophical representations appeared in syncretic unity with ritual music. The methodological basis of the work is a synthesis of modern musicological concepts with culture logical methods of analysis of humanitarian material. The novelty of the study is the consideration of the ancient musical instruments of the nomadic range of Kazakhstan in the context of human self-expression in the spiritual range of nomadic shamanism (baksylyk). The ritual as a means of harmonizing human relations in the ternary world of the Turks is most embodied in music.*

**Key words:** *nomads, musical culture, myth, ritual, shamanism, kobyz, Korkut.*

**Введение**

В развитии любой национальной культуры закономерно формирование аналитического мышления, так как современная культура отражает влияние времени и образцы многовекового наследия казахского народа. В настоящее время трудно предполагать о том, какие формы музыкальной культуры войдут составной частью в казахскую музыку будущего, тем не менее можно с уверенностью утверждать о значительной роли в них древних традиций, которые являются духовными ценностями, прошедшими испытание временем.

О хронологических рамках музыкального искусства свидетельствуют археологические материалы, согласно которым музыкальная культура имеет древние истоки на территории

Центральной Азии и Казахстана, в частности. На земле Казахстана 20-25 веков назад были найдены петроглифы с изображениями музыкальных инструментов и танцующих людей. Были обнаружены рисунки музыкальных инструментов, широко распространенных в I в. до н. э. в древнем Хорезме, Согдиане, Бактрии и Парфии. Судя по этим данным, бытующие в настоящее время в Центральной Азии и Казахстане многочисленные музыкальные инструменты туркмен, киргизов, узбеков, казахов и т. д. возникли задолго до их образования как отдельных этносов. «Среди археологических находок (настенные росписи, письма, терракота) особо обращает на себя внимание изображение бытовавшего две тысячи лет назад щипкового двухструнного инструмента. Археологические двухструнные инструменты очень похожи на казахскую домбру и киргизский комуз» [Виноградов, 1971, с.89.] - пишет В. Виноградов. По мнению некоторых музыковедов, струнные инструменты возникли в Центральной Азии и распространились по всей земле. Возможно, казахский кобыз является «прародителем» современных виолончели, скрипки и альта» [Виноградов, 1971, с.89].

Расцвет музыкальной культуры Центральной Азии обозначается средневековым периодом. В то время наряду с исполнительским искусством были написаны высокоразвитые музыкально-теоретические научные трактаты среднеазиатских ученых. В эту эпоху жили и творили музыкальные теоретики аль-Фараби (870-950 гг.), Ибн Сина (умер в 980 г.), Сафиэд-Дин (1414-1452) и др. На основе греческой философии они исследовали музыку, исходя из математических основ. «Музыку составляют цифровые соотношения разных звуков и интервалов» [аль-Фараби, 1993. с.327-382], - писал аль-Фараби в своем трактате о музыке.

В целом, если рассматривать казахскую музыкальную культуру в качестве составной части музыкальной культуры Центральной Азии, необходимо учитывать кочевой образ жизни ее населения, так как племена, которые жили до казахов, также вели кочевой образ жизни. Все это обосновывает необходимость исследования казахской музыки с учетом анализа социально-исторических признаков номадизма и особого внимания к эстетическим признакам и закономерностям развития искусства.

#### Методология

Основным методом исследования темы является метод компаративистики. Компаративистская методология (сравнение, аналогия, сопоставление, диалог, параллелизм) на основе выработки системы критериев социокультурного сравнения различных музыкальных традиций позволяет рассматривать их как части единого целого. Культурология позволяет работать в «глобальном контексте» – контексте универсализации общечеловеческих ценностей, и рассматривать их под углом зрения культурного многообразия. Искусствоведение позволяет затрагивать «глубинные слои» культуры, что даёт возможность осмысления одной культуры сквозь призму другой. Осознание исчерпанности сравнения различий западной и восточной музыки послужило переходу от идеи «синтеза» к идее взаимодействия универсального и локального в художественном процессе. В качестве теоретико-методологического подхода в исследовании применён кросс-культурный межвременной «cross-time» анализ, который позволил сопоставить показатели и характеристики двух традиционных культур в темпоральном измерении и динамике. Вместе с тем в статье были применены логико-исторический, аксиологический подходы. Дополнительными методами выступили метод системного анализа и герменевтики.

Мифология, возникшая в связи с повседневной жизнью, самосознанием, ритуально-песенной музыкой, была отражением национального мировоззрения и кочевого уклада жизни. Понятия в казахском мировоззрении, связанные с мифологией, имеют древнее происхождение и возникли в связи со скотоводческим и земледельческим образом жизни. Их непосредственное отношение к жизни общества проявлялось в определении сезонов года и предсказания погоды. Особое место в истории духовной культуры каждого народа, его

педагогического и эстетического воспитания занимали народные мифы как наиболее древний вид мировоззрения. Традиционное национальное содержание мифологических понятий сохранилось прежде всего в фольклоре.

Начиная с древних мифов до эпических сказаний, от ритуальных песен до современных повествований понятия народа о времени и пространстве прошли множество различных этапов. Историю художественного мышления можно проследить неотрывно от истории сложения понятий о времени и пространстве. Мифологию необходимо рассматривать не только в качестве явления, развивавшегося в рамках одного или нескольких родственных народов, возникает необходимость его исследования прежде всего в качестве ареального явления.

### Результаты и обсуждение

#### *Мифологические мотивы номадической музыкальной культуры*

В контексте особого социально-исторического значения мусических видов искусства (музыка и поэзия) в общей культуре казахов закономерно его стремление к упорядочению общественного функционирования в подвижном укладе с передвижением на многие километры. Образовавшиеся в быту кочевого народа родовые, племенные и другие объединения в качестве основного условия придерживались организованности и целевой направленности. На протяжении веков в казахском обществе сформировались известные ритуалы и обычаи. Эстетические ценности музыкально-поэтического искусства явились средством преемственности между поколениями. В отношении категорий времени и пространства тюрки выдвинули четырехугольную горизонтальную модель мира. В связи с движением солнца, она определялась понятиями «Күншығыс – Күнбатыс» (восход-запад), «Кунгей – Терискей». Подтверждением существования этой модели является широко распространенная фраза в творчестве жырау «Сегиз қиыр шартарап». Их создание, видимо, было связано со стремлением к обозначению категории времени.

Кочевники неотрывно следили за движением солнца и держали свой путь по его направлению. В этом проявляется обусловленность счета времени с движением солнца. Именно этот круговорот солнца и определил сущность передвижений кочевников и навсегда оторвал их от оседлых народов. Тюрки остались внутри этого круга, а остальные – за его пределами. Они считали себя выше Времени. Оседлые народы счет времени начинали с себя, а кочевники считали себя стражами пространства. Вольно ощущая пространство, они хотели выйти за пределы Времени. Это было отражение равенства Неба и Земли, а также основанная на круговороте солнца идея Вечности. Разумеется, это предположение соответствует ранней ступени истории человечества. Тем не менее удивительно, что из истории кочевников проясняется его сохранность в неизменном виде до начала XX века. Следовательно, это не случайно. Это течение имеет сходные черты с особым миропониманием, а также проявляется в характерных чертах религиозных течений христианства, ислама, буддизма и зороастризма.

Другой стороной жизни древнего человека неизбежны были вооруженные столкновения в связи с охотой на зверей, которые нередко оканчивались сражением. Со временем придумали военные танцы, которые ассоциировались с военными действиями, предпринятыми в защиту рода-племени и земли. В целом, древние люди зачастую фрагменты своей повседневной жизни воплощали преимущественно через танцы. Так в связи с поверьями появились поклонение духам, жертвоприношение, шаманизм и другие виды «игровых» танцев.

Тождество культур разных народов исходит от его региона существования, географической среды. Близость народных мифов обширных евразийских степей не вызывает сомнений. На этой огромной территории на протяжении тысячелетий жили, принадлежавшие разным языковым группам народы и племена смешивались, порой

растворяясь в другом этносе. В конце XIX века Г.Н. Потанин выразил несогласие против сложившегося в то время в фольклоре мнения о том, что фольклор мог кочевать от одного народа к другому: «Распространение мотивов (тем, сюжетов) возможно происходило не от одного народа к другому (устно или письменно), причину этого возможно нужно искать в территориальном расположении племен. Об их направлениях можно лишь предположить следующее – преобладало направление не от запада к востоку, а от востока к западу» [Потанин, 1985, с.314-335]. Необходимо учитывать также и динамику общественно-исторических процессов, например, степень перехода к оседлому образу жизни привела не только к изменению земледельческо-культурной жизни, но и к трансформации мировоззрения, что отразилось в культуре.

Пути развития этих областей были разными. Лишь некоторые его виды сохранились вплоть до XX века, заложили основы казахского классического инструментального стиля и повлияли на формирование его эстетических особенностей. По исследованиям известного этнографа, ученого Болат Сарыбаева, в функционировании и развитии древней военно-охотничьей музыки применялись различные инструменты [Сарыбаев, 1969, с. 314-335].

Их использовали в эпоху казахских ханов в качестве одного из методов в военной подготовке. Со временем распад казахских ханств привел к исчезновению военно-охотничьих обрядов, вслед за которыми перестала применяться функционировавшая в повседневном быту инструментальная музыка. Сохранившиеся малейшая часть инструментального наследия того времени - кобызовые кюи «Камбар батыр», «Кертолгау» или домбровский кюй Курмангазы «Балбырауын», в которых восходящая интонация «си-доре» свидетельствует о характеристике военно-охотничьей музыки того времени.

Представим исчезновение человечества на земле, затем появление археологов и их раскопки, которые для них словно библиотеки. Для них наши письма абсолютно непонятны, но они хотят их разгадать. Для этого, возможно, они будут разгадывать их сверху вниз. После этих открытий многая часть книг останется непрочитанной /неразгаданной/. Они окажутся оркестровыми партитурами. Пришедшие с другой планеты захотят читать нотные строчки привычно снизу вверх, но они заметят расположение нотных групп длительностей и некоторых фраз. В этом случае, возможно, они поймут, что мелодические фразы нужно рассматривать не в их последовательности, а в целом. В таком случае они откроют понятие гармоничности. Так как чтение оркестровой партитуры значимо лишь тогда, когда оно производится не только по диахронической оси (страница за страницей, слева направо), но и вместе с тем по другой оси синхронно, сверху вниз. Другими словами, вертикально нанизанные ноты демонстрируют единство и общность содержания.

В истории человечества формирование нomaдизма явилось большим прогрессивным шагом, потому что ряд его положительных и приемлемых условий явились благодатной почвой для пограничных народов земледельческой и городской культуры.

В традиционном тюркском мировоззрении «борьба против смерти» в виде борьбы против времени символизировало «возвращение к первоначальному пребыванию в рае», оно проявлялось и передавалось в категории символического мышления. В Исламе «борьба против смерти» выражалась в стремлении обогнать время с надеждой на будущее. Таким образом, «бегство от смерти», «борьба против смерти», «принятие смерти с покорностью», «ожидание смерти» являются психологическими абстрактными понятиями. В тенгрианстве «страх смерти» упорядочивался верховным институтом. Шаманы передали опыт «умирания-оживания». Следовательно, не только шаманы познали умирание. Познание смерти означает преодоление страха. А в исламе каждый человек посредством веры имеет способность упорядочивания чувства «страха смерти».

Древние мифы-легенды в качестве важного признака бытия первобытного человека, посредством символического (ритуального) значения которых человек познает и понимает

окружающий мир и время. «Мифология, - пишет А. Касымжаннов, - представляет собой первую единую форму мышления, свойственного первобытному человеку. Здесь присутствуют элементы поэзии и науки, религии и морали, а также рационального сознания» [Касымжаннов, 2001, с. 301].

Миф является составной частью бытия первобытного человека. Миф – это не выдуманная фантазия, не научная гипотеза, не символический знак, не религиозное поверье. Миф – это история (время) культурной личности, мастерски владеющей словом. Если говорить о мифическом времени, необходимо учитывать его формирование в тесной связи с бесписьменной культурой. Основанная на мифических понятиях, предсказаниях и гипотезах устная культура реализовывалась через фантазию отдельного человека. Общество, основанное на коллективном опыте и ритуальном обряде обусловлено наличием развитой культурой предсказания, а это природная способность в наблюдении за небесными светилами, усиливаясь, способствует расцвету, в связи с этим теоретического познания. Мифическое познание выступает средством познания времени и пространства. Во времена отсутствия письменности миф выполнял функцию письменной информации и выступал посредником между человеком и Вселенной. Впоследствии после ниспослания Богом священных книг (Завет, Куран, Библия) мифическое мировоззрение заменилось религиозным и философским. Но он не исчез, и поныне он проявляется в качестве дополнительного сознания и архаической памяти.

#### ***Культурные истоки шаманской музыки***

Возникшая в древности форма танцев в сопровождении музыки в XIX веке пришла в упадок. Известно, что развитие инструментальной культуры у многих народов (узбеки, азербайджанцы, гуцулы и др.) было тесно связано с танцевальным искусством, а у казахов танец не имел такого преобладающего значения. Содержащее в незначительном количестве танцевальные движения искусство шаманов к XIX веку стало постепенно ослабевать. Необходимо отметить, что институт шаманства был свойствен народам Сибири и Центральной Азии. Турки называют религиозного наставника «кам» (у саха – «ойюн», у киргиза, узбеков и казахов – «баксы», у алтайцев – «кам», «гам», у монголов и японцев – «ками»). Большого предсказателя при Чингизхане называли «бек».

Махмуд Кашгари в своем труде «Диуани лугат-ат-Тюрк» понятие «кам» пишет в виде «каһин». В книге слово «кам» встречается четыре раза: «Кам говорит непонятные слова», «Кам колдовал», «Кам предсказал», «Кам сказывал». Наряду с вышесказанным, в этом труде слово «жыр» применяется в смысле «хорошая судьба», «предсказание будущего» и «волшебная песня» [Кашгари, 1999, с.37-78].

Ибн Халдун называл тех, кто говорит складно и в рифму словом «кам» (или «каһин»). «Они посредством долгого произношения рифмованных стихов теряя сознание, впадают в экстаз. В зависимости от своих способностей они передают информацию из параллельного мира. Природную силу человека и потустороннюю силу называли «каһанат» или «кам».

Согласно свидетельству Маруази, «Среди киргизов жил человек «фагинун». В определенный день каждого месяца он приходил в народ и собирал певцов и сказителей. В разгар увеселительных мероприятий он впадал в экстаз. В этом состоянии его спрашивали о событиях и явлениях будущего года. Он предсказывал, что год будет дождливым или сухим, трава сочная или наоборот и др. испрашиваемую информацию. Люди верили сказанному камом». В этих материалах прослеживается схожесть с традицией «сал-сери» у казахов [Marvazi, 1995, s. 103].

Предсказательство играло важную роль не только в истории тюркского мистицизма, но и в психологическом единстве общества и его целостности. Опыт предсказательства по форме непосредственно связан с «символизмом стремления к небесам», такой символизм является основным элементом веры и поклонения Тенгри. «Полет к небу» был возможен

только для тех, кто вступил на путь предсказателя. Не всякий мог быть камом, так как это генетический и психологический дар. В тенгрианстве открытие этого дара сопровождалось психологическими–познавательными обстоятельствами и имело несколько уровней. Коркыт Ата пережил такое открытие способностей. Этот процесс был описан на категориальном уровне тенгриинства тюркологом-ученым Ш.Ыбыраевым. Он называет «воспоминанием» вступление Коркыта на путь кама и исполнительство на кобызе [Ыбыраев, 1999, с. 573-618].

В легендах о Коркуте встречаются такие слова как «жабысу», «табысу», «шаманская дорога» («баксылық жол»), «кобыз», «игра на кобызе» («кобыз тарту»), «Желмая», «Желмаямен желу», «сарын», «олимпнен кашу», «олимпнен күрес», «дария-су» и другие понятия, свидетельствующие о психологических ступенях вступления на путь кама. Вместе с тем, они выступают как фрагменты мифологически-символического мышления. Эти явления в казахском мусульманстве поднялись до уровня практического суфизма и крупной философской категории.

В легенде о Коркут Ата (по мотивам статьи И.А.Кастанье «Древности киргизской степи и Оренбургского края») если рассматривать его вступление на путь кама по ступеням, весть о смерти Коркыт получает в весте сне. Получение вести о смерти во сне здесь является первой ступенью шаманской болезни. На второй ступени он убегает от смерти и объезжает четыре стороны света. Бегство Коркута от смерти означает его бегство от шаманской болезни, а путешествие по свету означает его тревогу и беспокойство, психологическое переживание. На третьей ступени объехавший четыре стороны света и не сумевший убежать от смерти Коркут возвращается в «центр земли», основную категорию традиционного тюркского миропонимания – «Жеруйык». «Жеруйык» - Центр земли – Сырдарья – его родная земля. О том, что Сыр является родиной Коркута писал В.Бартольд: «Легенды о народном сказителе, мудреце и предсказателе Коркут Ата, возникшие в долине Сырдарьи перемещались на запад к туркменам, встречались далее в Анатолии, в Османскую эпоху они бытовали вплоть до XVII века у азербайджан, в X веке у печенегов» [Бартольд, 1993, с. 82].

Другой известный ученый С. Мухтарулы в своей статье «Ступени к коркытоведению» утверждал и привел множество доказательств о том, что Коркут был исторической личностью, который родился, умер и был похоронен на земле Сырдарьи. Таким образом, Коркут понимает, что во сне ему снился недостижимый Жеруйык, означающий, что куда бы он не поехал – нигде ему не найти спасения. Теперь для него нет обратного хода от баксылык (шаманства). Шаманская болезнь не является его профессией, а предстает его долгом перед Всевышним. Дар шаманства дан Коркуту против его воли, посредством потусторонних сил. Согласие Коркута заниматься этой деятельностью - результат свободы выбора, означающий его принятие. Идея принятия дара – «полет к небесам», то есть через экстаз прийти к единству с Всевышним. Его основа исходит от «Жеруйыка» [Элиаде, 2000, с.24].

Известно, что связанный с искусством баксы наиболее древний период казахской инструментальной музыки [Жубанов, 1936, с.43]. временем приостановился в развитии, в связи с которым некоторые его элементы нашли претворение в сферах обслуживания военно-охотничьего быта, шаманских ритуалах, танцах, исполнении эпоса. Шаманские обряды, танцевальные элементы, исполнение героического и романтического эпосов и военно-охотничья деятельность зачастую исполнялись в сопровождении музыкальных инструментов.

Внутренняя взаимосвязь шаманства и музыки всесторонне исследуется в диссертационном и монографическом исследованиях С. Аязбековой. Путь кама – служение народу, исполнение обрядов, пожелание лучшей доли для своего народа. На четвертой ступени Коркут перекидывает «мост» с Земли на Воду. В водном мире, играя на кобызе, он продляет свою жизнь до ста лет. В итоге именно в воде его настигает смерть. Эти явления

отражают высокий уровень его шаманских способностей, сильное энергетическое поле, гармоническое взаимодействие с космосом, его наилучшие качества «кама», изложенные языком легенды исторические события. Возникновение Гармонии из Хаоса выражается также в возникновении музыки [Аязбекова, 1999, с. 285].

Основная особенность, обуславливающая религиозность тюрков заключается в вере мистику и полусторонние силы. В связи с распространением Ислама среди тюрков известно, что суфии впитали некоторые элементы и явления шаманства. Ф.Копрулу пишет о том, что Ахмет Йасауи и его последователи имели способность «летать словно птицы» (или «летать в облике птиц»). Слово «летать» в данном случае проясняет лишь секретную и метафизическую информацию, то есть свидетельствует о рационализации. Полет означает духовную свободу, избавление и в этимологическом плане встречается во всех религиях в виде образа птицы. Возможно, с этим явлениям имело точки соприкосновения схожесть формы древнего вида казахского кобыза с обликом лебедя. Форма инструмента с длинной шейкой, круглым корпусом и нижней частью, в целом, обнаруживала очертания птицы. Изготовление кобыза, корпус которого напоминал по форме птицу и легенды о Коркуте имеют между собой непосредственную связь.

По легенде, каким необычным было рождение Коркута, такой же необычной была его жизнь. С детства он вслушивался в явления природы, особенно привлекали его внимание образы летающих птиц, бегущих животных, раздольного ветра, льющегося дождя. Во сне ему явился белобородый старец и велел ему изготовить кобыз, конструкция которого должна была походить на части священных животных. «Величина кобыза – подобно берцовой кости одногорбого верблюда, корпус – подобно черному ковшу, натянутая кожа (резонатор) должна быть из кожи одногорбой верблюдицы, подставка - из рогов вожака козла, струны – из гривы лучшего скакуна (аргамака), инструмент должен называться кобыз. Кобыз поведет тебя к мечте, осветит путь, успокоит душу». Проснувшись, он обнаружил необычайное состояние и творческое вдохновение. Переполюнявшее его душевное состояние выразилось в звуках кобыза и зазвучало повсюду. В звуках кобыза в органичном единстве сочетаются настроение Коркута и состояние живой и неживой природы, достигая космической-универсальной гармонии. Мотивы этой легенды в какой-то степени схожи с легендой о пророке Ное и его корабле. В этой легенде Всевышний приказал пророку Ною посадить дерево, из которого нужно было построить корабль. Не зная корабельного дела пророку Всевышний сам помог его соорудить. Три блока корабля должны быть похожи на какое-либо животное: нос корабля – на гребень петуха, дно корпуса – на брюшко птицы, хвост корабля – на хвост петуха. Корабль состоял из трех «этажей» - нижнего, среднего и верхнего. Связующим между ними были три двери и три окна, через которые попадал свет. Корабль имел крылья. По легенде Ной на этом корабле спасся от всемирного потопа. После потопа корабль оказался на вершине горы Жуди (у казахов – гора Казыгурт). Эта легенда характерна для семитской мифологии. Эти данные есть и в Коране. Гора Жуди была центром земли. Центр земли (у казахов Жеруйык) для Ноя был место спасения и местом выполнения своей миссии. Функцию Жеруйыка для Ноя выполняла гора Жуди, для пророка Исы – гора Синай, для пророка Мухаммеда (с.а.с.) – гора Хира. Это место – «территория спасения», место счастья, милость Всевышнего. Следовательно, в этих сюжетах с точки зрения феноменологии и аналогии явление «Жеруйыка» является общим, традиционным мировоззрением, универсальным для всех народов. Подытожим основные элементы этих легенд, изложенных символическим языком, с точки зрения категорий. Для Коркут Ата место достижения счастья – Жеруйык, его родина – побережье Сырдарьи, для пророка Ноя – гора Жуди; средство спасения Коркут Ата – кобыз, у Ноя – корабль; в обеих легендах изготовление инструментов (кобыза и корабля) предсказывается метафизическими силами – «белобородым старцем» и «Всевышним» - во сне; конструкция корабля - из дерева, в форме

птицы (петуха), состоит из трех уровней; материалы для изготовления кобыза – кость, кожа, железо, рога, конский волос, в некоторых легендах – дерево, ему придавали форму птицы (лебедя); духовный полет персонажей обеих легенд символически изображается через «полет корабля», «нахождение на поверхности воды», «нахождение над потоком». В завершении одной из легенд Коркут играет сарын, в другой – выполняет волю Всевышнего. Вода – истина, конец жизни, символ смерти. В этих легендах проясняются многие истины жизни. Таким образом, кобыз Коркута привел его к «Центру Вселенной», и явился средством экзальтированного сарына, благодаря которому он мог устанавливать связь с Всевышним жизни [Шарип, 2000, с.85].

Камы в состоянии экстаза устанавливая связь с потусторонним миром, считались рожденными заново. Например, Коркут Ата принес в жертву Желмая, ее кожей покрыл корпус кобыза, постелил на поверхность воды ковер (по некоторым версиям шкуру Желмая), и начал играть. С этого момента начинается новая жизнь Коркута, которая до этого была совсем другой. В начале он был простым человеком, а после этого он стал мифологическим персонажем, близким к миру духов. В этом проявляется его умение проходить из физического мира в метафизический, в освоении им языка параллельного мира. Эта способность у него появляется только после того, как он вступает на путь кама, когда он понимает, что сможет выполнить свою миссию только через музыку. С другой стороны, Желмая выступает средством бегства Коркута от смерти, а кобыз – орудием борьбы против нее. «Бегство от смерти» и «борьба против смерти» – явления, отражающие два мира, два различных психологических уровня. Согласно легенде вначале Коркут, поняв, что не сможет убежать от смерти, решает противостоять ей, принеся в жертву Желмая, он использует ее кожу и обтягивает ею корпус кобыза, трактуемый как орудие борьбы против смерти. Тем самым, Желмая выполняет функцию формы, а кобыз – функцию внутреннего содержания. Эта легенда возрождает в нашем историческом сознании ценности времени и пространства, напоминает необходимость их органического сочетания с новыми ценностями национально-культурного развития. Следовательно, мифологическое, легендарное, религиозное, научное, философское национально-культурное наследие необходимо для современного самопознания и духовного развития современного человека. На территории Казахстана история номунизма датируется VIII-V веками, в это время стали складываться ранние этнокультурные племена, которые стали вести кочевой образ [Маргулан, Акишев, 1966, с. 288].

Как известно, изменение форм и видов труда, составляющих основу человеческой деятельности, влечет за собой изменение общественного сознания и общественной идеологии. Формирование искусства кочевников в результате появления новых социальных условий повлекло за собой необходимость новых жизненных потребностей. В качественно новом общественном строе кочевников возникали виды искусства, подходящие для их образа жизни. Это привело к тому, что в эстетической сфере номуздов в основном развивались идеальные и не привязанные к веществу виды искусства. У казахов и протоказахов это были поэзия и музыка.

Многофункциональная направленность музыки и поэзии и высокая востребованность обществом сконцентрировала в них все духовные силы народа. Содержание поэзии и музыки исходит из философского воспеания жизни и единства человека и природы. Пафос коллективизма в противовес природе у оседлых и земледельческих народов уравновешивается у кочевых народов воспеанием равновесия между человеком и природой.

### Заклучение

Устно-поэтический дискурс носителей протоказахской музыки и индивидуализированные формы народной мудрости по своей сути диалогичны, толгау и

изречения биев выражают не только экзистенциальные состояния (конил-кюй) человека, но всегда обращены к слушателям, ориентированы на взаимопонимание, что достигается сакрализацией и совершенствованием искусства слова. Можно убить человека, но невозможно остановить свободный музыкальный поток.

По мнению многих философов и культурологов, XXI век вполне может стать веком тюркской культуры и цивилизации, что обусловлены множеством факторов. Во-первых, в условиях глобализации особенную значимость приобретают ареалы контакта современных мировых суперцивилизаций. Центральная Азия расположена на стыке четырех цивилизаций (исламской, православной, китайской, западной), так или иначе принимает воздействия всех этих культур и сам оказывает на них существенное влияние. Во-вторых, в новых независимых тюркских государствах в связи с необходимостью возрождения культурных корней и вхождением в мировой цивилизованный сообщество рождается мощный заряд пассионарности. Да и в Республике Казахстан этот заряд далеко не исчерпан, идет активная работа человеческого духа. В-третьих, традиционные ценности и идеи тюркской духовности (толерантность, сакральность слова, открытость, уважение к традициям и восприимчивость к инновациям, этическая ориентированность, близость к природе и экологическое сознание и т.д.) востребованы современной мировой цивилизацией. В-четвертых, для формирования пространства диалога культур и цивилизации громадное значение имеет государственная программа «Культурное наследие», в том числе и программа возрождения музыкального наследия.

#### Список использованной литературы

1. Аль-Фараби. Большая книга о музыке // Трактаты о музыке и поэзии. Алматы: Наука, 1993. с.327-382. Виноградов В. О музыкальной археологии. //Советская музыка, 1971, №5, с.89.
2. Аязбекова С. Картина мира этноса. Коркут Ата и философия музыки казахов. – Алматы: ИФП, 1999. – 285 с.
3. Бартольд В.В. Тюрки: Двенадцать лекций по истории турецких народов Средней Азии. – Алматы: Жалын, 1993. – 192 с., с.82.
4. Жубанов Х. Қазақ музыкасында күй жанрының пайда болуы туралы – Қызылорда, 1936. – 276 с.
5. Касымжанов А.Х. Пространство и время великих традиций. – Алматы: КазНУ, 2001. – 301 с.
6. Кашкари М. Диуани-и Лугат ат-Тюрк. 3.1. с. – Алматы: Жазушы, 1999, с.37-78.
7. Маргулан А., Акишев К. Орталық Қазақстанның көне мәдениеті. – Алматы, 1966. – 288 с.
8. Marvazi Minorskiy., Sharaf al-zaman Tahir Marvazi on China, the Turks and India, London 1942. s.30, s.150; Ramazan Sesen.Ibn Fazlan Seyahatnamesi. Istanbul: Bedir Yayinevi..., 1995, s. 103
9. Потанин Г. В юрте последнего киргизского царевича // Валиханов Ч.Ч. Собр.соч., в 5 т. - Алма-Ата: Казэнц., 1985, т.5. с.314-335.
10. Сарыбаев Б. Дореволюционные народные музыкальные инструменты Казахстана. Автореферат дисс. ... канд.иск.н. - Алматы, 1969.
11. Шарип А. Қазақ поэзиясы және ұлттық идея. – Алматы. Білім, 2000, с.85.
12. Ыбыраев Ш. Қорқыт және Шаманизм. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы Бас редакциясы. / Бас редактор А.Нысанбаев., 1999. – 800 с.
13. Элиаде М. Шаманизм: архаические техники экстаза. Пер с англ. – Киев: София, 2000. – с.24.

Жас ғалымдар мінбесі  
Трибуна молодых ученых  
Young researchers' platform

УДК 629.73(313)

*И.Пирманов<sup>1</sup>*  
*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

**Метод оценки вибрационных измерений в авиационном газотурбинном двигателе**

*This article discusses vibration control, which is a necessary means of ensuring the safety and reliability of an aircraft engine. The ultimate goal of vibration monitoring is to maximize the amount of meaningful information that can be extracted from heterogeneous data sources to provide comprehensive diagnostic and predictive knowledge of engine health. Aircraft engine data is available from a variety of sources, including measurements from onboard sensors. The task of how to evaluate and select measurement sites has become imperative.*

*The vibration of an aircraft engine is extremely difficult due to its numerous and complex structures and severe operating conditions. It is difficult to control the vibration of all structural elements of the entire machine. Vibration control is currently mainly focused on the main component of an aircraft engine (rotor system).*

**Key words:** *transfer function, aircraft engine, vibration diagnostics, wide range vibrations*

*Бұл мақалада авиациялық қозғалтқыштың қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз ететін қажетті құрал болып табылатын дiрiлдi басқару туралы айтылады. Дiрiлдi бақылаудың түпкi мақсаты - қозғалтқыштың денсаулығы туралы диагностикалық және болжамды бiлiмдi қамтамасыз ету үшiн гетерогендi деректер көздерiнен алуға болатын мағыналы ақпарат көлемiн максималды түрде арттыру. Ұшақ қозғалтқышы туралы мәлiметтер әртүрлi көздерден, оның iшiнде датчиктерден алынған өлшемдерден де қол жетiмдi. Өлшеу орындарын бағалау және таңдау бойынша мiндет өте маңызды болды.*

*Ұшақ қозғалтқышының дiрiлi оның көптеген күрделi құрылымдарына байланысты өте қиын. Бүкiл машинаның барлық құрылымдық элементтерiнiң дiрiлiн басқару қиын. Дiрiлдi басқару қазiргi уақытта негiзiнен ұшақ қозғалтқышының (ротор жүйесi) негiзгi компонентiне бағытталған.*

**Түйiн сөздер:** *қозғалтқыштың тербелiс амплитудасы және жиiлiгi, динамикалық деформация, газ турбиналы қозғалтқыштар, дiрiл дабылы*

*В данной статье рассматривается контроль вибрации, которая является необходимым средством обеспечения безопасности и надежности авиационного двигателя. Конечная цель мониторинга вибрации - максимизировать объем значимой информации, которую можно извлечь из разнородных источников данных, чтобы получить всесторонние диагностические и прогностические знания о состоянии двигателя. Данные об авиационном двигателе доступны из различных источников, включая измерения на борту датчиков. Задача о том, как оценить и выбрать места измерения, стала обязательной.*

*Вибрация авиационного двигателя чрезвычайно сложна из-за многочисленных и сложных конструкций и тяжелых условий эксплуатации. Трудно контролировать*

*вибрацию всех конструктивных элементов всей машины. Контроль вибрации в настоящее время в основном направлен на основной компонент авиационного двигателя (роторная система).*

**Ключевые слова:** кольца компрессоров, амплитуда и частота вибрации двигателя, динамическая деформация, газотурбинные двигатели

### Введение

В конфигурации с двумя роторами роторных систем турбовентиляторного двигателя опорная рама, статор компрессора, статор турбины и другие кожухи образуют основную статорную раму двигателя. Компрессор высокого давления и турбина высокого давления соединены вместе через полый вал, образуя ротор высокого давления. Вал низкого давления проходит через вал высокого давления, чтобы соединить компрессор низкого давления с турбиной низкого давления, чтобы сформировать ротор низкого давления. валы высокого и низкого давления должны обеспечивать определенную степень концентричности. Роторы высокого и низкого давления установлены в двигателе через корпус подшипника, и промежуточные подшипники также могут использоваться между двумя роторами. Двигатель крепится к летательному аппарату или испытательному стенду через основную опору и вспомогательную опору на корпусе двигателя.

Корпус является основным компонентом для осуществления контроля вибрации всего двигателя. Поскольку ротор авиационного двигателя вращается с высокой скоростью внутри корпуса двигателя, необходимо косвенно измерять вибрацию ротора с помощью датчиков вибрации на корпусе. Тупик-датчики устанавливаются близко к опорной секции подшипника для вибрации контроля CH-47D [1], чтобы свести к минимуму затухание энергии вибрации ротора, передаваемого к точке вибрации корпуса [2]. Как правило, считается, что модуль измерения VI-расслоения в основном выбирают в соответствии с разделом корпуса опорного подшипника.

Для авиационного двигателя определенного типа секции измерения вибрации испытательного стенда включают в себя переднюю, среднюю и заднюю секции, которые соответствуют положениям опор подшипника на переднем кожухе, промежуточном кожухе и заднем кожухе. места измерения вибрации на борту должны быть не более двух и в основном выбираться из измерительных секций на испытательном стенде. Кроме того, количество каналов контроля вибрации для основной части составляет примерно 2–6 датчиков. Например, двигатель F100-PW-200 имеет 4 датчика ускорения, установленных на корпусе для контроля вибрации. Как правильно выбрать секцию измерения вибрации и расположить датчики, становится ключевой проблемой для измерения сигнала вибрации полностью, отражая структурную вибрацию и состояние неисправности.

### Основная часть

В текущих исследованиях метод оптимизации расположения датчиков вибрации и эффективность точек измерения вибрации изучаются на основе чувствительности к частоте повреждения, формы опоры ротора и пути передачи вибрации для выбора положения установки датчика вибрации [3,4]. Y. Wang, Z. Zhang, M. Liao и P. Yu в своей статье “Выбор секции для измерения вибрации двигателя на основе динамического анализа” [5] предложили принцип оптимизации точек измерения поверхности на обсадной колонне в соответствии с требованиями к измерению вибрации авиационного датчика вибрации. Эффективность принципа экранирования, включая среднее значение амплитуды вибрации и пиковое экранирование, была подтверждена с помощью имитационного анализа. Также они

предложили схему [6] компоновки датчика вибрации, основанную на спецификации датчика вибрации общей схемы двигателя, и предложили всеобъемлющий индекс оценки, чтобы служить для оптимизации компоновки датчика вибрации двигателя.

Размещение датчиков вибрации в соответствующих местах играет важную роль в разработке [7,8]. D. S. Li, H. N. Li и C. P. Fritzen в своей статье “Об оптимальном критерии размещения датчиков для мониторинга состояния конструкций с использованием репрезентативного метода наименьших квадратов” [9] предложили новый критерий размещения датчиков для мониторинга состояния конструкций с целью лучшей идентификации модальных частот и форм мод. Метод был получен представительным методом наименьших квадратов. Существующие методы либо улучшают их производительность, либо ускоряют процесс поиска для идентификации модальных параметров. Используемый подход основан на аналитической формулировке разложения по сингулярным числам.

Использование методов оптимизации для выбора местоположения датчиков было предметом ряда исследований. Sensmeier и Nichol разработали методологию с помощью генетического алгоритма для определения оптимального местоположения датчика для измерения вибрационной реакции одной лопатки в турбинном двигателе. X. Su, S. Wang предложили подход выбора датчика для авиационного газотурбинного двигателя и показал свою эффективность численно набора датчиков, который содержит наиболее важную информацию для классификации неисправностей в двухступенчатом процессе диагностики загрязнения теплообменника воздушного судна.

На измерение вибрации авиационных двигателей влияют не только структура установки датчика и условия работы двигателя, но и сложная конструкция корпуса, а также ограниченные места измерения и ориентация. Как собирать данные о вибрации через ограниченные места измерения вибрации всего двигателя и точно отражать уровень вибрации и неисправность внутреннего ротора, является предметом оптимизации компоновки датчика вибрации в авиационных двигателях. Расположение мест измерения вибрации в машиностроении в основном определяется с точки зрения наследования и задания. Выбор мест измерения вибрации и определение комбинации мест измерения основаны на разведке и проверке для определенного двигателя. Тем не менее, есть несколько связанных исследований о том, как исследовать, проверять, оценивать и улучшать схему измерения вибрации. Чтобы решить эту проблему, в данной статье предлагается метод исследования для оценки измерения вибрации обсадной колонны на основе установленной системы обсадных труб с двумя роторами путем определения ряда показателей оценки вибрации. Кроме того, эффективность метода подтверждается теоретическим и экспериментальным моделированием путем разработки испытательного стенда с двумя роторами и пневматическим приводом.

## **2. Метод оценки вибрационных характеристик обсадной колонны в авиационном двигателе**

Обычно датчики ускорения устанавливаются на корпусе авиационного двигателя для измерения вибрации. Вибрация передается на обсадную трубу через разные пути передачи. Сигнал вибрации, измеренный на корпусе, является результатом комбинированной модуляции от многих компонентов вибрации, таких как несбалансированный отклик роторов низкого и высокого давления и отклик вибрации подшипников. Отношение вибрации между роторами и основными точками измерения становится объектом этого исследования. Дается метод оценки, и в этом разделе определены несколько индексов.

### *2.1. Метод оценки вибрационных измерений на обсадной колонне.*

В соответствии с тенденцией развития измерения вибрации авиационного двигателя, целью измерения вибрации является использование как можно меньшего количества датчиков, чтобы отразить как можно больше информации о вибрации. необходимо оценить всестороннюю способность измерения вибрации секции измерения вибрации обсадной колонны, чтобы схема расположения датчиков могла соответствовать цели измерения вибрации.

Оценка способности к измерению вибрации должна сначала определить индекс оценки, а затем установить динамическую модель системы корпус ротора и рассчитать динамические характеристики. На основе динамических характеристик может быть получен конкретный оценочный индекс основной секции измерения вибрации на корпусе, чтобы отразить характеристики вибрации ротора. В сочетании с анализом экспериментальных данных будет рассмотрена всесторонняя способность измерения вибрации секций измерения вибрации, и должен быть дан порядок способности измерения вибрации. Наконец, место измерения на борту может быть выбрано на основе лучшего участка измерения вибрации. Блок-схема вышеупомянутого способа оценки измерения вибрации на обсадной колонне показана на рис.1.



Рис.1: Блок-схема методики оценки вибраций

## 2.2. Индекс оценки для секции измерения вибрации.

Оценочные показатели из метода исследования включают в себя передачу вибрации, передачу энергии, относительную реакцию, чувствительность к вибрации и способность измерять вибрацию. индексы обеспечивают отличный способ просмотра общих вибрационных характеристик системы с макроскопической точки зрения.

### 2.2.1. Вибропередача. Вибрация от ротора

Оболочка проходит через несколько компонентов и путей передачи. Чтобы охарактеризовать передачу вибрации роторной системы, передается вибрационная способность  $\xi_{ij}$ , которая определяется как отношение амплитуд отклика между двумя

компонентами вибрации, как показано в уравнении (1). Среднеквадратичное значение (RMS) используется для характеристики средней амплитуды. Среднеквадратичное значение отклика при определенной скорости рассчитывается по уравнению (2), где  $J$  - общее количество точек данных:

$$\xi_{ij} = \frac{\text{RMS}_i}{\text{RMS}_j}, \quad (1)$$

$$\text{RMS}_j = \sqrt{\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J a_j^2}. \quad (2)$$

2.2.2. Передача энергии. Пропускание энергии  $\eta_{ij}$  определяется как отношение энергии вибрации между двумя компонентами, как показано в уравнении (3). Энергия колебаний  $i$ -й составляющей в цикле возбуждения выражается следующими уравнениями:

$$\eta_{ij} = \frac{E_i}{E_j}, \quad (3)$$

$$E_i = \int_0^T \dot{x}_i^2 dt. \quad (4)$$

В соответствии с направлением передачи вибрации данные вибрации принимающих концов обычно используются в качестве числителя проницаемости, в то время как данные вибрации источников вибрации используются в качестве знаменателя проницаемости. Например, вибропередача и передача энергии от диска к подшипнику в корпусе ротора

$$\xi_{db} = \frac{\text{RMS}_b}{\text{RMS}_d}, \quad (5)$$

$$\eta_{db} = \frac{E_b}{E_d}.$$

2.2.3. Относительность ответа. Данные о вибрации, собранные в местах измерения, должны максимально отражать вибрацию внутренних компонентов в системе ротора. Среди них вибрация ротора является наиболее важным источником возбуждения. Относительная характеристика  $R(x_s, x_r)$  используется для характеристики отношения вибрации между откликом  $x_s$  места измерения и откликом  $x_r$  ротора:

$$R(x_s, x_r) = \frac{\text{Cov}(x_s, x_r)}{\sqrt{\text{Var}[x_s]\text{Var}[x_r]}}, \quad (6)$$

где  $\text{Cov}(x_s, x_r)$  - ковариация  $x_s$  и  $x_r$ ,  $\text{Var}[x_s]$  - дисперсия  $x_s$ , а  $\text{Var}[x_r]$  - дисперсия  $x_r$ .

2.2.4. Чувствительность к вибрации. Есть много внутренних источников возбуждения в роторной системе, и корпус создает помехи, которые делают частоту вибрационного отклика от места измерения сложной. Вибрационная чувствительность  $S$ , индекс частотной области, определяется для описания доли характерной частоты вибрации ротора в отклике места измерения. В ответе на местоположение измерения  $S$  равно отношению амплитуды внутренней характеристической частоты (такой как основная частота и частота повреждения) к сумме амплитуд всех частот:

$$S = \frac{A_{f_{ch}}}{\sum_{m=1}^M A_{f_m}}, \quad (7)$$

где  $A_{f_{ch}}$  - амплитуда характеристической частоты,  $A_{f_m}$  - амплитуда  $m$  частоты в ответе измерения, а  $M$  - количество частотных составляющих.

2.2.5. Способность измерять вибрацию. Зная характеристики и фокусировку каждого места измерения, необходимо всесторонне оценить способность измерения места измерения вибрации. Всесторонняя измерительная способность  $C$  определяется для характеристики его способности отражать внутреннюю вибрацию:

$$C = p_1 \bar{\xi} + p_2 \bar{\eta} + p_3 \bar{R} + p_4 \bar{S}, \quad (8)$$

где на каждой скорости и среднее значение для полной скорости полосы представляет соотношение между значением переменной.  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  и  $p_4$  - весовые коэффициенты, определяемые в соответствии с целью измерения вибрации и требований к мониторингу.

### Заключение

Предложен метод оценки вибрации на обсадной колонне для роторно-обсадной системы авиационного двигателя, нацеленный на необходимость контроля вибрации роторов при измерении вибрации авиационного двигателя. Определен ряд оценочных показателей, в том числе проникаемость вибрации, проникаемость энергии, относительная реакция, чувствительность к вибрации и всесторонние возможности измерения вибрации.

В соответствии с определенной конфигурацией авиадвигателестроения, устанавливаются динамическая модель двойного ротором кожуха системы с промежуточными подшипниками, и пневматическим приводом двойного ротора кожухотрубных испытательный стенд с одной и той же несущей конструкцией. Фокус и соотношение передней, средней и задней измерительных секций при отражении вибрации роторов высокого и низкого давления всесторонне анализируются и проверяются на достоверность путем моделирования и эксперимента.

Наилучшее качество измерения вибрации в средней секции измерения, за ней следует задняя часть и передняя часть. средняя часть является предпочтительной установочной секцией для бортовых измерений, что согласуется с расположением измерительной секции на борту этого типа двигателя в машиностроении.

Результаты эксперимента и местоположение измерения вибрации на борту подтверждают эффективность и применимость предложенного метода оценки. Между тем, результаты иллюстрируют рациональность трех разделов для измерения вибрации на обсадной колонне в машиностроении. В целом работа предоставляет метод оценки

отношения вибрации между корпусом и роторами и может служить ориентиром для оптимизации преобразователя в системе с двумя роторами и корпусом.

### Использованная литература

1. J. A. Keller and P. Grabill, "Inserted fault vibration monitoring tests for a CH-74D AFT swashplate bearing," in *Proceedings of 61st American Helicopter Society Annual Forum 2005*, pp. 151–160, Grapevine, TX, USA, June 2005.
2. D. Wroblewski and P. Grabill, "Analysis of gas turbine vibration signals for augmentor fault detection," in *Proceedings of 7th Joint Propulsion Conference and Exhibit*, Salt Lake City, UT, USA, July 2001.
3. X. Su, S. Wang, D. Zhu, and J. Shi, "Harmonic analysis and optimized vibration sensor locations of the helicopter in-intermediate gearbox," *Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics*, vol. 37, no. 9, pp. 1049–1053, 2011.
4. H. Qin, K. Xu, and L. Jiang, "Research on distribution of airborne vibration monitoring measuring points for the aeroengine," *Journal of Propulsion Technology*, vol. 28, no. 6, pp. 697–702, 2007.
5. Y. Ouyang, P. He, and Z. Liu, "Investigation of the optimization method of the vibration transducer layout of aero engine," *Turbine Technology*, vol. 60, no. 5, pp. 359–362, 2018.
6. Y. Wang, Z. Zhang, M. Liao, and P. Yu, "Section selecting for engine vibration measurement based on dynamic analysis," *Journal of Aerospace Power*, vol. 33, no. 6, pp. 1446–1455, 2018.
7. C. Papadimitriou, "Optimal sensor placement methodology for parametric identification of structural systems," *Journal of Sound and Vibration*, vol. 278, no. 4-5, pp. 923–947, 2004.
8. D. Hochmann, E. Limoge, E. Bechhoefer, and D. Cihlar, "Surface roughness and vibration study of an accelerometer mount used in a helicopter health usage and management system," in *Proceedings of IEEE Aerospace Conference*, Big Sky, MT, USA, March 2002.
9. D. S. Li, H. N. Li, and C. P. Fritzen, "On optimal sensor placement criterion for structural health monitoring with representative least squares method," *Key Engineering Materials*, vol. 413-414, pp. 383–391, 2009.

**ӘОЖ 531.3:681.5.01:629.73**

*Т. Б. Керібаева<sup>1</sup>*

*Азаматтық авиация академиясы<sup>1</sup>*

### Ұшқышсыз ұшу аппаратына қоршаған ортаның әсерін моделдеу

Ұшқышсыз ұшу аппараттарына қоршаған ортаның әсері яғни алдын ала бағдарламалық траектория арқылы ұшу кезінде көзделген уақыт аралығында белгіленген жерге қоршаған ортаның кедергілерінің (ауа райының, желдің) әсерінен жетпеуі немесе ұшу процессі кезіндегі келеңсіздіктердің тууын, ҰҰА басқару жүйесіндегі ауытқушылықты моделдеу.

Кездейсоқ сыртқы ақауларға, өлшеу шуларына(помехи) және басқа да ақауларға ұшырататын конструкциялар класына жататын ұшқышсыз режимдегі ұшу аппараттарын (ҰА) басқарудың отандық жүйелерін әзірлеу ерекше маңызға ие. Бұл ретте жобаланушыдан сыртқы өзгерістерді ескере отырып, кең диапозонда көптеген айнымалыларды жоспарлап, жобаланып отырған жүйені нақты түрде жұмыс істеуін қадағалау қажет. Нысанның

айтарлықтай белгісіздігі болған кезде жоғары дәлдік жүйелерінің синтезі дизайнерді заманауи басқару жүйелерінің класында шешім іздеуге мәжбүр етеді.

**Түйін сөздер:** ұшқышсыз ұшу аппараттары, ұшқышсыз авиациялық жүйелер, шағын ұшқышсыз ұшу аппараттары, ҰҰА басқару жүйелері.

*Актуальность темы обусловлена тем, что в соответствии с приоритетными направлениями индустриально-инновационного развития Республики Казахстан, отмечено, что одной из главных целей является создание полноценной аэрокосмической отрасли для решения задач, направленных на укрепление национальной безопасности, развитие науки и высоких технологий. В частности, одним из приоритетов является развитие отечественных беспилотных аппаратов и программных систем управления ими, что обуславливается в настоящее время бурным расширением спектра услуг связи для всех сфер деятельности.*

*Особую важность имеют разработки именно отечественных систем управления летательными аппаратами (ЛА) в беспилотном режиме, которые относятся к классу конструкций, которая подвержена случайным внешним возмущениям, шумам измерений и другим возмущениям. При этом от проектировщика требуется, чтобы создаваемая им система функционировала надлежащим образом в широком диапазоне изменения неопределенных параметров при воздействии внешних возмущений. Синтез систем высокой точности при наличии существенной неопределенности объекта вынуждает проектировщика искать решение в классе современных систем управления*

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, беспилотные авиационные системы, малые беспилотные летательные аппараты, системы управления БЛА.

*The relevance of the research topic is due to the fact that in accordance with the priority directions of industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan, it is noted that one of the main goals is to create a full-fledged aerospace industry to solve problems aimed at strengthening national security, developing science and high technologies. In particular, one of the priorities is the development of domestic unmanned vehicles and software control systems, which is currently caused by the rapid expansion of the range of communication services for all spheres of activity.*

*Of particular importance are the development of domestic aircraft control systems (LA) in unmanned mode, which belong to the class of structures that are subject to random external disturbances, measurement noise and other disturbances. At the same time, the designer is required to ensure that the system created by him functions properly in a wide range of changes in uncertain parameters under the influence of external disturbances. The synthesis of high precision systems in the presence of significant uncertainty of the object forces the designer to look for a solution in the class of modern control systems*

**Key words:** unmanned aerial vehicles, unmanned aircraft systems, small unmanned aerial vehicles, UAV control systems.

Ұшқышсыз авиациялық жүйелерді (ҰАЖ) құруда, аэродинамика саласының: композиттік материалдар, инерциалды және спутниктік навигациялық жүйелері қазіргі заманауи технологиялармен дамуы, электроника саласындағы жетістіктер, сонымен қатар робототехника мен компьютерлік технологиялардың дамуы, ұшқышсыз ұшу аппараттарының сапалы жаңа деңгейге шығуына мүмкіндік берді [1]. Ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) ұшқышсыз авиациялық жүйелердің бөлшегі ретінде заманауи салада өз

орнын тапты. Негізгі бағыттарының ішінде — қорғаныс және құтқару операциялары, құқық қорғау және табиғат қорғау қызметі, ғылыми зерттеулер және экологиялық мониторинг сонымен қатар ұшқышсыз ұшу аппараттары азаматтық және коммерциялық салада да кеңінен қолданылады [1]. Ауыл шаруашылығында оларды егістіктерді тозаңдандыру үшін қолданады. GPS навигациялық жүйесінің көмегімен анықталатын нүктелер бойынша тұрақты жылдамдықта және берілген биіктікте қозғала отырып, арзан пилотсыз ұшу аппараттары басқарылатын ұшақтарға қарағанда жер телімдерін анағұрлым сапалы өңдейді және химикаттарды үнемді жұмсайды [2]. Ұшқышсыз ұшу аппараттары құбырлар мен электр желілерін тексеру, орман өрттерінің ошақтарын анықтау, жылжымайтын мүлік объектілерін бақылау, сондай-ақ мемлекеттік шекараларды патрульдеу [2] үшін пайдаланылады.

Ал Арктиканы игеру, қоршаған ортаны қорғау бойынша жұмысы аса өзекті болып табылады [1]. Ұшқышсыз ұшатын Роботтар апатты ядролық реакторларға кіре отырып, атмосфераның жоғарғы қабаттарына көтеріліп, құрлық және теңіз шептерін тиімді күзетеді. Нақты айтқанда, технологиялардың дамуы, қауіпсіздік саласындағы жаңа мүмкіндіктер, ұшқышсыз аппаратты жетуі қиын жерлерге адамның өз орнына роботтарды ойланбастан жіберуге мүмкіндік береді [2].

Әлемдегі ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) қорғаныс бағдарламалары мен қорғаныс стратегияларында үлкен рөл атқарады. Технологияның қарқынды дамуы, барлық өсіп келе жатқан мүмкіндіктері бар ірі (мысалы Global Hawk, Predator), сондай-ақ шағын ұшқышсыз ұшу аппараттарын (мысалы Wasp, Nighthawk) дамытуға мүмкіндік берді [1]. Ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) азаматтық және коммерциялық қолдану жеткілікті дамыған. Жоғарыда атап өткендей қосымша қолдану аймағы өте кең және қоршаған ортаның мониторингін (ластану мониторингі, ауа-райын бақылау және ғылыми тапсырмаларды шешу), орман өрттерінің мониторингін, ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, шекараларды күзету, есірткі әкелуге кедергі жасау, әуе тасымалы және картографиялау, жол қозғалысын бақылау, нақты егіншілік, табиғи апаттар кезінде көмек көрсету, мамандандырылған желілер, ауыл шаруашылығы саласындағы зерттеулер және зардап шеккендерді құтқару. "Ұшқышсыз авиациялық кешендер" (ҰАК) термині тек ұшу аппараттарына ғана емес, сондай-ақ датчиктерді, микроконтроллерлерді, бағдарламалық қамтамасыз етуді, жердегі станциялардың компьютерлерін, пайдаланушылық интерфейстерді және байланыстың аппараттық құралдарын қоса алғанда жүйеде пайдаланылатын барлық қосалқы жабдықтарға жатады.

Ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) екі санатқа бөлуге болады: геометриялық қанаты өзгермейтін және винт қанатты (тікұшақ) ұшу аппараты. Ұшу аппараттарының екі түрі де олардың автономды қозғалысын есептеуді [ ] қиындататын өзіндік ерекшеліктерге ие.

ҰҰА қанаттары 1,5-тен 3 метрге дейінгі аралықта Қанаттың өзгермейтін геометриясы бар аппараттардың қатынасындағы "шағын ҰҰА" термині қолданылады. Шағын ҰҰА әдетте бензин қозғалтқышта жұмыс істейді және ұшу және қону үшін ұшу-қону жолағын қажет етеді, дегенмен, "Боинг" компаниясының "ілгек-ілгіш" басып алу және қону үшін катапультті пайдаланатын Scan Eagle ҰҰА үшін бұл елеулі ерекшелік. Шағын ҰҰА әдетте жүк көтергіштігі шамамен 5кг нан 23кг-дейін 10- 12 сағатқа дейін ұзақ ұшуды орындай алады.

Ұшқышсыз Ұшу аппараттары бірінші әскери мақсатта даярланды, ал азаматтық мақсаттағы ҰҰА тек ХХІ ғасырда белсенді дами бастады [3].

ҰҰА ұшырыу белгі бір траектория аралығында алдын ала программалау арқылы жүзеге асады. Бұл дегеніміз ҰҰА-ң басқару жүйесі берілген ұшу траекториясының нүктелері арасында маневр жасау кезінде шеңбер доғасы бойынша және түзу сызық бойынша жүру режимдері арасындағы ауысу. Ұшу траекториясының бойымен жүру ұшқышсыз ұшу аппараты корпусының жағдайын, борттық датчиктерге сүйеніп әр бір блок көрсеткіштерін анализдеу нәтежиесінің шешімдері арқылы анықтайды.

Шағын ҰҰА бірінші кезектегі проблемасының бірі жел. Ұшу жылдамдығы 30-60 км/сағ аралығында болғандықтан, ол Шағын ҰҰА тән, ал желдің жылдамдығы жер деңгейінен (ВНП, AGL — Above Ground Level)[1] әрдайым 18 км/сағ асатын болғандықтан, бұл Шағын ҰҰА үшін әуе ағымында маневр жасауға тиімді болуы тиіс. Дәстүрлі бақылау әдістері робототехникада пайдаланылатын траекториялар, Шағын ҰҰА үшін жеткіліксіз деңгейде жұмыс істейді. Бұл әдістерді пайдалануда негізгі қиындық белгілі бір уақытта белгілі бір жерде болуды талап етеді, ол мүмкін емес желдің белгісіз және өзгермелі әсерінен туындаған жерге қатысты жылдамдықтың өзгеруін тиісті түрде ескеру қажет

Жұмыстың маңыздылығы Қазақстан Республикасының индустриялық-инновациялық дамуының басым бағыттарына сәйкес басты мақсаттардың бірі ұлттық қауіпсіздікті нығайтуға, ғылым мен жоғары технологияларды дамытуға бағытталған міндеттерді шешу үшін толыққанды аэроғарыштық саланы құру болып табылады. Атап айтқанда, басымдықтардың бірі отандық ұшқышсыз аппараттарды және оларды басқарудың бағдарламалық жүйелерін дамыту болып табылады, бұл қазіргі уақытта қызметтің барлық салалары үшін байланыс қызметтері спектрінің қарқынды кеңеюіне негізделеді.

Ұшқышсыз режимде ұшу аппараттарын (ҰА) басқарудың отандық жүйелерін әзірлеудің ерекше маңызы бар, олар кездейсоқ сыртқы наразылықтарға, өлшеу шуыларына және басқа да наразылықтарға ұшыраған конструкция класына жатады. Бұл ретте жобалаушыдан ол жасайтын жүйе сыртқы ауытқулар әсер еткен кезде белгісіз параметрлердің өзгеруінің кең ауқымында тиісті түрде жұмыс істеуі талап етіледі. Объектінің Елеулі белгісіздігі болған кезде жоғары дәлдік жүйелерінің синтезі жобалаушының қазіргі заманғы басқару жүйелерінің класында шешім іздеуге мәжбүр етеді.

#### Пайдаланылған деректер тізімі

1. Randal W. Beard, Timothy W. McLain., «Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice» Publisher: Princeton University Press, 2012.-317p

2. В.В. Карякин «Беспилотные летательные аппараты – новая реальность войны» Журнал РИСИ (Российский Институт Стратегических Исследований) ПРОБЛЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ № 3 (30) 2015-130с - [https://riss.ru/images/pdf/journal/2015/3/10\\_.pdf](https://riss.ru/images/pdf/journal/2015/3/10_.pdf)

3. Интернет портал: Russian Drone «Эволюция систем управления беспилотных летательных аппаратов: от появления до наших дней» 2018г.- <https://russiandrone.ru/publications/evolyutsiya-sistem-upravleniya-bes-pilotnykh-letatelnykh-apparatov-ot-poyavleniya-do-nashikh-dney-aerogeo/>.

УДК 681.518:004.065(075.8)

*Ф.Л. Лекерова<sup>1</sup>*  
*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

#### **Примитивный метод разработки информационной системы для сбора и хранения изображений объектов**

*В работе рассматриваются некоторые аспекты применения современных информационных технологий для поддержки сбора и хранения изображений с поверхности*

изделии. Описаны основная модель информационной системы, алгоритмы реализации модели и прототип приложения, демонстрирующей основные функции работы программного обеспечения.

**Ключевые слова:** информационные системы, архитектура, алгоритмы обработки данных, контроль доступа, визуализация данных

*This work examines some aspects of the use of modern information technologies to support the collection and storage of images from the surface of the product. The basic model of the information system, algorithms for the implementation of the model and a prototype of the application, demonstrating the main functions of the software, are described.*

**Key words:** information systems, architecture, data processing algorithms, access control, data visualization

Мақалада өнімнің бетінен кескіндерді жинау мен сақтауды қолдау үшін заманауи ақпараттық технологияларды қолданудың кейбір аспектілері қарастырылған. Ақпараттық жүйенің негізгі моделі, бағдарламаны іске асырудың алгоритмдері және бағдарламалық жасақтаманың негізгі функцияларын көрсететін қосымшаның прототипі сипатталған.

**Түйін сөздер:** ақпараттық жүйелер, архитектура, деректерді өңдеу алгоритмдері, қол жетімділікті басқару.

### Введение

К настоящему времени накоплены и продолжают увеличиваться огромные объемы информации в виде рядов данных полученных в ходе производства и эксплуатации изделия авиационной техники. Как правило, они хранятся в различных бумажных и электронных данных. Современный подход к обработке полученных данных заключается в их оцифровке и создании крупных цифровых хранилищ. Такой подход позволяет более гибко организовывать доступ и хранение этих данных. Для дальнейшей работы с подобными хранилищами информации необходимо разрабатывать специализированное программное обеспечение. Актуальна, также проблема понятного и удобного отображения информации, и взаимодействия конечного пользователя с этой информацией. Поэтому не прекращается разработка новых методов хранения и отображения информации.

Часто эксплуатируемые АТ, которые подвергаются к методу неразрушающего контроля необходимы автоматизировать – сбор изображений поверхностей изделий а также их компьютерной обработки и анализа измерения количественных характеристик дефектов. Поэтому стоит вопрос над разработкой информационной системы, которые предоставляет удобный просмотр к сохраненным данным формирования отчетов по результатам контроля.

### Классификация информационной системы

Информационные системы (ИС) могут очень сильно различаться по своим функциям, архитектуре, реализации в зависимости от конкретной области применения. Однако можно выделить, по крайней мере, два свойства, которые являются общими для всех информационных систем.

Во-первых, любая информационная система предназначена для сбора, хранения и обработки информации. Поэтому в основе любой информационной системы лежит среда переработки, хранения и доступа к данным. Среда должна обеспечивать уровень надежности хранения и эффективность доступа, соответствующие области применения информационной системы. Заметим, что в обычных вычислительных программных системах наличие такой среды не является обязательным.

Во-вторых, *информационные системы* ориентируются на конечного пользователя, например, банковского клерка, работника склада, бухгалтера или чиновника городской администрации. Такие пользователи могут быть очень далеки от мира компьютеров. Для них *терминал*, *персональный компьютер* или *рабочая станция* являются всего лишь средством обеспечения профессиональной деятельности. Поэтому информационная система обязана обладать простым, удобным, легко осваиваемым, "комфортным" интерфейсом, который должен предоставить конечному пользователю все необходимые для его работы функции, но в то же время не дать ему возможности выполнять какие-либо действия, могущие нанести вред информационной системе.

Конкретные задачи, которые должны решаться информационной системой, зависят от той прикладной области, для которой предназначена система. Области применения информационных приложений разнообразны: банковское дело, страхование, медицина, транспорт, образование, государственное управление, *разработка программного обеспечения* и т. д. Трудно найти область деловой активности, в которой сегодня можно было бы обойтись без использования информационных систем. С другой стороны, конкретные задачи, решаемые банковскими информационными системами, отличаются от задач, для решения которых создаются медицинские или транспортные *информационные системы*.

### **Модель разработки программного обеспечения для поддержки сбора изображений и данных с изделия**

Объединяет все эти системы одно основополагающее обстоятельство: руководство компаний испытывает потребность в достоверной информации о различных аспектах бизнеса компании и внешней среды в целях поддержки *принятия решений*. От этого зависит качество управления компанией, возможность эффективного планирования ее деятельности, выживание в условиях жесткой конкуренции. При этом критически важными являются наглядность форм представления информации, быстрота получения новых видов знания, возможность анализа текущих и исторических данных.

Проектируемая информационная система должна аккумулировать достаточно большой объем информации, связанный с потоками данных от датчиков, а также хранить данные о документах, мультимедийных файлах, о пользователях и постоянных изменениях в структуре активных датчиков и доступных документах. Информационная система должна иметь возможность сбора, хранения и обновления данных, а также предоставлять различным категориям пользователей быстрый доступ к требующейся информации [3]. Информационную систему можно разделить на следующие подсистемы:

- Регистрационная подсистема – позволяющая регистрировать все происходящие события и факты.
- Подсистема ТО (системы электронного документооборота) – позволяет хранить и передавать данные, получаемые с медицинских датчиков.
- Справочная подсистема, предоставляющая общую информацию о пользователях [1].
- Аналитическая подсистема – обрабатывает данные полученные с датчиков и представляет их в виде графиков.

Регистрационная подсистема – позволяющая регистрировать все происходящие события и факты. Система контроля доступа к данным. Контроль доступа — функция открытой системы, обеспечивающая технологию безопасности, которая разрешает или запрещает доступ к определённым типам данных, основанную на идентификации субъекта, которому нужен доступ, и объекта данных, являющегося целью доступа.

Основными механизмами контроля доступа являются идентификация и аутентификация.

В информационных системах, используемых сегодня, Имя пользователя и Пароль являются наиболее распространённой формой аутентификации. Имена пользователей и пароли постепенно заменяются более сложными механизмами аутентификации. После успешной идентификации и аутентификации, пользователь или система получает в своё распоряжение именно те ресурсы, к которым система или пользователь имеет право доступа, а также какие действия будут допущены к выполнению (запуск, просмотр, создание, удаление или изменение). Это называется разрешением.

Теперь рассмотрим безопасный метод регистрации и авторизации. Форумы, интернет магазины, гостевые книги и т.д. используют регистрацию и последующую авторизацию пользователей. При входе на которую пользователю, если он ещё не зарегистрирован, выводится ссылка, при нажатии на него выводится форма для ввода данных, необходимых для регистрации. Если же пользователь уже зарегистрирован и авторизован на системе, перенаправим его на страницу для входа сайта так, что форму регистрации он и не увидит.

При регистрации в базе данных записываются все данные пользователя и пароль (в md5 шифровании). Для каждого из всех полей есть правила валидации. Сейчас стоит заметить лишь то, что, если пользователь введёт некорректные данные или не введёт их вовсе, посредством JavaScript будет выведено сообщение об ошибке. При регистрации проверяется логин на уникальность и обязательно фиксируется дата регистрации и ее удаление.

Здесь используем подход управления доступом на основе ролей. При входе в систему уникальный логин пользователя записывается в сессию.

Зарегистрированному пользователю инженер или администратор назначает роль. (Рис. 1).

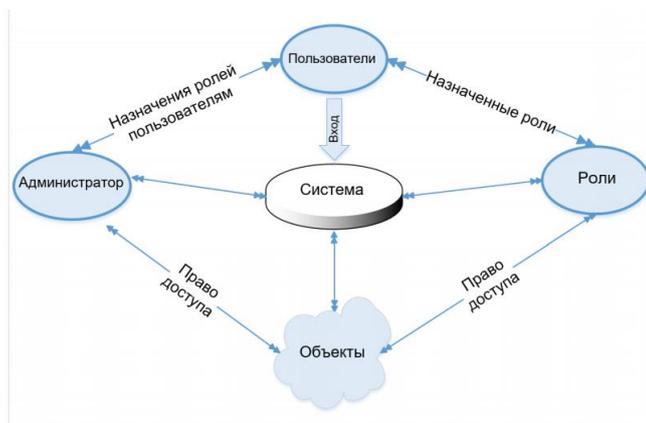


Рисунок 1. Назначение ролей

Подсистема ТО (системы электронного документооборота) – позволяет хранить и передавать данные, получаемые с датчиков. Данные в информационной системе (в базе данных) должны быть структурированы и организованы в соответствии с некоторой моделью, которая может адекватно отображать все возможные связи между объектами, субъектами их ролями (Рис. 2), актуальными в конечные промежутки времени. Для начала следует описать модель. С помощью модели данных могут быть представлены объекты предметной области и взаимосвязи между ними. Информационная система содержит описания субъектов, объектов и ролей. В качестве субъектов будут рассматриваться пользователи информационной системы, которые прошли процедуру аутентификации. Объекты информационной системы приведены в таблице 1. Список возможных объектов может расширяться. Пояснение этих ролей приведено в Таблице 2.

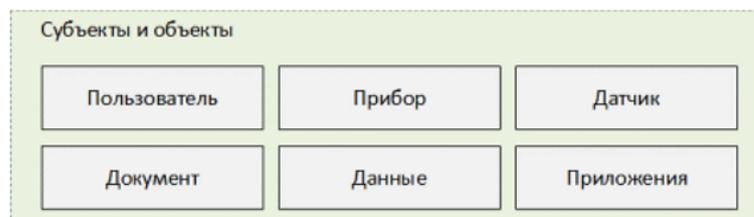


Рисунок 2. Субъекты и объекты модели

Таблица 1. Объекты информационной системы

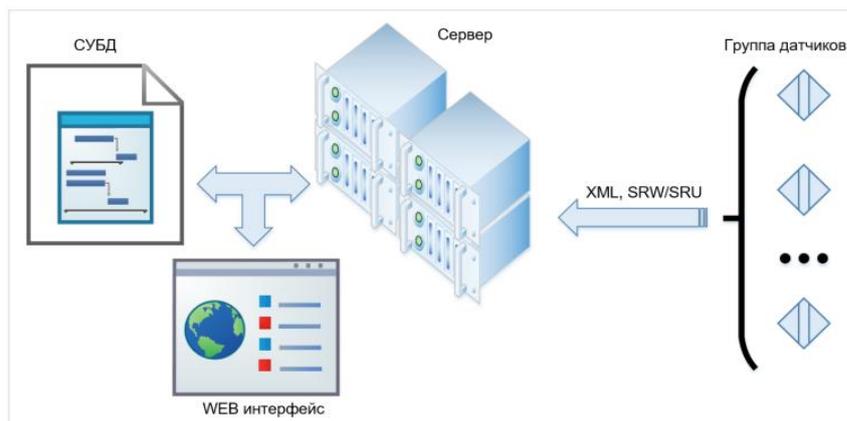
| Объект     | Описание  |
|------------|---|
| Прибор     | Группа датчиков   |
| Датчик     | Поставщик физических данных   |
| Данные     | Любые результаты, полученные с датчиков или другим способом   |
| Приложение | Задачи, которые могут преобразовывать данные, создавая тем самым новые данные   |
| Документ   | Любые документы, порожденные внутри информационной системы. Документами являются врачебные заключения, рекомендации и пр. |

Аналитическая подсистема – обрабатывает данные полученные с датчиков и представляет их в виде графиков.

В PostgreSQL (свободная объектно-реляционная система управления базами данных) была создана реляционная база данных, состоящая из нескольких таблиц. В таблицах хранится основная информация, получаемая со специализированных датчиков (а также любая информация, относящаяся к Изделию (документы в различных форматах, изображения, аудио и видео информация (см. рис.3)). Хранящаяся информация доступна через графические WEB интерфейсы в соответствии с правами пользователя.

В частности, поступающая с датчиков информация может быть представлена в том числе и в виде графиков.

Основной задачей создания прототипа ИС является обеспечение оперативного доступа к информации любому пользователю и специалисту данного учреждения с учетом прав доступа в определенном промежутке времени. Права доступа – совокупность правил, регламентирующих порядок и условия субъекта к объектам информационной системы, информации, носителям, процессам и другим ресурсам, установленных правовыми документами или собственником, владельцем информации. Права доступа определяют набор действий (например, просмотр, хранение, измерение), разрешенных для выполнения субъектам, пользователям системы над объектами данных.



### Хранение и визуализация данных

Для эффективного решения задачи создания прототипа информационных систем необходимо комплексное рассмотрение всех упомянутых подсистем. Также следует отметить, что для создания прототипа современной ИС каждой из указанных в работе подсистем требуется проведение исследований и разработок по соответствующему направлению с учетом особенностей функциональных возможностей.

### Список использованной литературы

1. Линдси, Джон (2000). Информационные системы - основы и проблемы. Кингстонский университет, Школа информационных систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/13862/1259/lecture/24010>

2. Rob M.A. Issues of Structured vs. Object-Oriented methodology of systems analysis and design. [Электронный ресурс] Режим доступа: PDF.

Wikipedia: UML [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/UML>.

3. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML Руководство пользователя. [Электронный ресурс] Режим доступа: PDF.

4. IDEF4 Object-Oriented Design Method. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.idef.com/IDEF4.htm>.

УДК 35.07

А. А. Тастанкул<sup>1</sup>

Научный руководитель: К.Б. Алдамжаров<sup>1</sup>

Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

### Реформирование и преобразование органов государственного регулирования и надзора в области гражданской авиации Республики Казахстан

В статье рассмотрены основы развития государственного регулирования и надзора в сфере гражданской авиации Казахстана. Государственное регулирование и надзор берет свое начало с 30-х годов XX века, когда был образован Госавианадзор. Ряд кардинальных реформ 1960-х и 1980-х привело к разделению функции регулирования и надзора. После распада СССР и весь переходный период основным рабочим органом во всем СНГ стал МАК. С началом XXI века весь контроль и надзор перешел в ответственность Правительства РК в лице Комитета Гражданской Авиации. В настоящий момент проводится реформы всей

сферы авиации Казахстана, один из шагов которого является образование организации АО «Авиационная администрация Казахстана».

**Ключевые слова:** государственное регулирование, государственный надзор, история авиации, авиация Казахстана.

Мақалада Қазақстанның азаматтық авиациясындағы мемлекеттік реттеу мен қадағалаудың негіздері қарастырылған. Мемлекеттік реттеу мен қадағалау өзінің бастауын XX ғасырдың 30-жылдарынан Госавианадзордың құрылуынан бастау алады. 1960-шы және 1980-жылдары өткізілген үлкен реформалар реттеу мен бақылау функцияларының бөлінуіне алып келді. КСРО-ның құлдырауынан кейін және өтпелі кезең кезінде ТМД аумағында реттеу мен қадағалау МАК қарамағына өтті. XXI ғасырдың басталуымен барлық реттеу мен бақылау функциялары ҚР Үкіметінің қарамағындағы Азаматтық Авиация Комитетіне өтті. Қазіргі таңда барлық Қазақстан авиациясы күрделі өзгерістерді өткізіп жатыр және осы бағыттағы қадамдардың бірі «Қазақстанның авиациялық әкімшілігі» АҚ-ның құрылуы болып табылады.

**Түйін сөздер:** мемлекеттік реттеу, мемлекеттік қадағалау, авиация тарихы, Қазақстан авиациясы.

*The article discusses the foundations of state regulation and supervision of civil aviation in Kazakhstan. State regulation and supervision dates back to the 30s of the XX century, when «Gosavianadzor» was established. A series of fundamental reforms in the 1960s and 1980s led to the separation of the regulatory and oversight functions. After the collapse of the USSR and the entire transition period, the IAC became the main working bodies in the entire CIS. With the beginning of the XXI century, all control and supervision passed to the responsibility of the Government of the Republic of Kazakhstan, represented by the Civil Aviation Committee. At the moment, reforms are being carried out in the entire sphere of aviation in Kazakhstan, one of the steps of which is the formation of the organization JSC "Aviation Administration of Kazakhstan".*

**Key words:** state regulation, state supervision, history of aviation, aviation of Kazakhstan.

### Введение

Государственное регулирование, контроль и надзор за деятельностью авиации – одни из основных и необходимых элементов обеспечения безопасности полетов и авиационной безопасности нашей страны. Государственное регулирование определяется направлением развития всей авиационной сферы, а контроль и надзор в разумных пределах является стержнем устойчивого развития и безопасного использования авиации всеми его участниками. Это обеспечивается, в первую очередь, правильным и доступным толкованием процедур и законодательства в данном направлении, и во-вторых, строгим соблюдением этих требований всеми участниками авиационной отрасли.

Говоря о толковании понятий в законодательстве, надо отметить, что госрегулирование и госнадзор имеют свои отличительные черты [1]:

1) Государственное регулирование – это воздействие государства в лице государственных органов на экономические объекты и процессы, и участвующих в них лиц;

2) Государственный надзор — это деятельность специальных государственных органов по надзору за неподведомственными им лицам, направленный на предупреждение, выявление и пресечение нарушений требований нормативно-правовых актов, в процессе которого могут применяться меры государственного принуждения.

Такое разделение этих понятий является причиной того, что во многих государствах в авиационной сфере эти функции выполняют разные органы или подразделения управления ГА. Например, в США регулированием и частичным надзором занимается Федеральное

управление авиации (FAA), но значительная часть надзорных функции сосредоточены на руках Национального бюро по безопасности транспорта (ответственны за всю транспортную сферу США, в том числе занимаются расследование авиационных происшествий).

Становление и развитие авиации в Казахстане исторически связано с историей гражданского флота СССР. Именно поэтому в данной работе отдельной главой рассмотрено госрегулирование и надзор гражданской авиации советского периода и дано их общее описание.

### 1. Государственное регулирование и надзор в СССР

Главной особенностью регулирования и надзора в СССР от современного состояния дел в Казахстане является разделение этих функций между различными государственными органами. Регулирование в сфере гражданской авиации было полностью сосредоточено в руках *Министерства Гражданской Авиации (МГА) СССР* и его комитетов и специализированных служб. МГА СССР был создан в 1964 году на базе Главного управления гражданского воздушного флота при Совете Министров СССР.

Среди многих функций МГА следует отметить функции, связанные с государственным регулированием и надзором в технической сфере [3]:

- определяло совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами основные направления развития гражданской авиации, находящейся в его ведении;

- разрабатывало, утверждало или представляло на утверждение в установленном порядке текущие и перспективные планы экономического и социального развития отрасли;

- осуществляло мероприятия по обеспечению безопасности и регулярности полетов, соблюдению порядка использования воздушного пространства СССР, по улучшению организации и повышению эффективности и надёжности управления воздушным движением с использованием автоматизированных систем; внедряло новые методы и средства управления воздушным движением, навигации, взлёта, посадки и связи;

- организовывало техническую эксплуатацию гражданских воздушных судов, обеспечивало высокую техническую исправность и безаварийную эксплуатацию авиационной техники и наземного оборудования;

- обеспечивало улучшение условий и организации труда, механизацию и автоматизацию трудоёмких производственных процессов;

- осуществляло в установленном порядке с участием соответствующих министерств и ведомств мероприятия по увеличению сроков службы и повышению надёжности гражданских воздушных судов, другой авиационной техники и наземного оборудования, утверждало технологии и регламенты их ремонта и технического обслуживания;

- вело Государственный реестр гражданских воздушных судов Союза ССР и Государственный реестр гражданских аэродромов Союза ССР, выдавало в установленном порядке свидетельства о регистрации гражданских воздушных судов и гражданских аэродромов, а также разрешения на эксплуатацию средств, используемых для обеспечения полётов воздушных судов;

- обеспечивало внедрение в гражданской авиации новой техники, в том числе радиоэлектронной и вычислительной, автоматизированных систем управления воздушным движением, систем навигации, взлёта, посадки и связи, а также автоматизированных систем управления технологическими и производственными процессами в отрасли;

- по согласованию с генеральным (главным) конструктором утверждало условия эксплуатации авиационной техники, устанавливало её амортизационные и межремонтные сроки службы;

- издавало в пределах своей компетенции в соответствии с актами законодательства Союза ССР обязательные для министерств, ведомств, предприятий, учреждений, организаций и граждан правила, наставления, инструкции и другие нормативные акты,

регулирующие эксплуатацию гражданских воздушных судов, строительство и эксплуатацию аэропортов и гражданских аэродромов, полёты гражданских воздушных судов, перевозки пассажиров, багажа, грузов и почты (в том числе международные полёты и перевозки), использование авиации в отдельных отраслях народного хозяйства.

С состав МГА входило региональные управления Гражданской Авиации (например, Казахское управление ГА) в каждой союзной республике и автономиях.

Одним из подразделении Министерства ГА СССР (до 1986 года), осуществляющий функции надзора за деятельностью авиации (с некоторыми ограничениями включая авиационные подразделения Вооруженных сил, КГБ, МВД и др.), являлась Государственная комиссия по надзору за безопасностью полётов воздушных судов при правительстве СССР (Госавианадзор СССР). Начиная с сентября 1986 года Госавианадзор (вместе с Госавиарегистром) перешел на прямое подчинение к Совету Министров СССР.

Данная организация осуществляла надзор за соблюдением правил полётов, правил руководства воздушным движением, правил производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта гражданских воздушных судов, правил подготовки авиационного персонала для обеспечения безопасности полётов; за соблюдением норм лётной годности гражданских воздушных судов и правил их сертификации, норм годности к эксплуатации гражданских аэродромов и их оборудования, а также правил сертификации гражданских аэродромов.

Также осуществлял расследование авиационных происшествий с тяжёлыми и лёгкими самолётами и вертолётами на территории СССР, с иностранными воздушными судами на территории СССР и с воздушными судами советского производства за рубежом вне зависимости от принадлежности к государственным органам.

При Госавианадзоре СССР была организована «Научно-исследовательская лаборатория методов и средств расследования авиационных происшествий», занимавшаяся расшифровкой бортовых самописцев и анализом состояния безопасности полётов воздушных судов.

Еще одной функцией Госавианадзора было выдача сертификатов лётной годности на тип гражданского воздушного судна при его соответствии Нормам лётной годности.

В настоящее время приемником Госавианадзора СССР является Госавианадзор Российской Федерации, которая подчиняется РосТрансНадзору Министерства Транспорта РФ.

Деятельность Госавианадзора положительно сказалось на авиационную промышленность по устранению конструктивно-производственных недостатков на ВС, повышения надежности, разработку ВС в соответствии с едиными нормами лётной годности (ЕНЛГ), более тесное взаимодействие с руководством государственной авиации, как по расследованию авиационных происшествии, так и по их профилактике.

Государственный надзор за производственной, хозяйственной и финансовой деятельностью в организациях и предприятиях ГА осуществляла **Министерство государственного контроля СССР**. Также Министерство осуществляло руководство деятельностью соответствующих министерств государственного контроля союзных республик, входивших в СССР. Функциями МинГосКонтроля являлись:

- контроль за строгим и неуклонным исполнением постановлений и распоряжений Правительства СССР;

- внесение на рассмотрение Правительства СССР, правительств союзных республик отдельных вопросов, имеющих народохозяйственное значение, вытекающих из материалов ревизий и проверок;

- представление в Правительство СССР, правительства союзных республик заключений по исполнению государственного бюджета СССР и государственных бюджетов союзных республик;
- проведение ревизий, проверок государственных, кооперативных, общественных организаций, учреждений и предприятий СССР;
- контроль за достоверностью статистических и иных отчетных сведений;
- контроль за порядком хранения, расходования, использования материальных ценностей.

## **2. Государственное регулирование и надзор в Республике Казахстан**

После распада СССР регулирование и надзор в сфере ГА в Казахстана осталось в ведении Межгосударственного Авиационного Комитета СНГ. В МАК Казахстан представляло Казахское управление ГА, которое входило в состав Министерства транспорта Республики Казахстан. Вся деятельность в начальный период осуществлялась органами МАК и Минтранса РК на основе соглашения и правил МАК. После преобразования Минтранса в Министерство транспорта и коммуникации в ноябре 2004 года и создания в его структуре отдельного Комитета ГА, все функции регулирования и надзора перешли на Правительство РК.

Государственное регулирование в сфере авиации на территории Республики Казахстан осуществляет Правительство РК и уполномоченные органы государственной и гражданской авиации (МВД и Комитет Гражданской Авиации соответственно). Основными задачами госрегулирования авиации являются:

- обеспечение безопасного использования воздушного пространства РК его пользователями, выполнение полетов без угрозы жизни или здоровью людей, окружающей среде, интересам государства;
- установление общих принципов осуществления деятельности, связанной с использованием воздушного пространства и выполнением полетов;
- удовлетворение потребностей экономики Республики Казахстан и граждан в авиационных услугах.

Госрегулирование осуществляется путем принятия нормативно-правовых актов, внесением изменений и дополнений в действующее законодательство. Главным документом является Конституция РК, а основным законодательным актом, контролирующим госрегулирование и надзор, является Закон Республики Казахстан «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации» от 15 июля 2010 года № 339-IV [2], далее следуют Приказы Министра индустрии и инфраструктурного развития РК. При этом все правила ИКАО и международные соглашения являются главенствующими.

Одним из примеров государственного регулирования является принятие «Программы авиационной безопасности», которая является обязательным согласно требованиям приложения 17 «Безопасность» к Конвенции о Международной Гражданской Авиации (Чикаго, 1944 год) и «Программу по безопасности полетов», согласно требованиям приложения 19 «Управление безопасностью полетов».

Государственный надзор за деятельностью гражданской и экспериментальной авиации на территории Республики Казахстан осуществляется Комитетом гражданской авиации Министерства инвестиций и развития РК (уполномоченный орган) при участии АО «Авиационная администрация Казахстана» (уполномоченная организация) (начиная с августа 2019 года), а в сфере государственной авиации контроль и надзор осуществляется уполномоченным органом государственной авиации – Министерством обороны РК.

Государственный контроль и надзор в области использования воздушного пространства осуществляется в целях предотвращения и (или) прекращения, и (или)

пресечения нарушения порядка использования воздушного пространства Республики Казахстан.

Контролю и надзору по обеспечению безопасности полетов и авиационной безопасности в сфере гражданской и экспериментальной авиации подлежат:

- 1) эксплуатация воздушных судов, производство полетов и подготовка к ним;
- 2) обслуживание воздушного движения;
- 3) обеспечение аэронавигационной информацией;
- 4) метеорологическое обеспечение полетов;
- 5) техническое обслуживание и ремонт ВС;
- 6) аэродромное обеспечение полетов;
- 7) радиотехническое обеспечение полетов и авиационной электросвязи;
- 8) электросветотехническое обеспечение полетов;
- 9) орнитологическое обеспечение полетов;
- 10) подготовка и переподготовка авиационного персонала;
- 11) медицинское освидетельствование, медицинский осмотр, организация оказания медицинской помощи пассажирам;
- 12) аварийное и поисково-спасательное обеспечение полетов;
- 13) обеспечение гражданских воздушных судов, объектов и служб аэропорта ГСМ и специальными жидкостями;
- 14) обеспечение эксплуатантов гражданских воздушных судов и других потребителей специальными автотранспортными средствами и оборудованием;
- 15) деятельность, которая может представлять угрозу безопасности полетов;
- 16) меры авиационной безопасности;
- 17) обеспечение информационной безопасности в сфере гражданской авиации.

Государственный контроль и надзор на территории РК осуществляется путем проведения инспекционных проверок организации гражданской авиации, физических и юридических лиц, деятельность которых может повлиять на безопасность полетов и авиационную безопасность. Эти функции выполняются КГА совместно с ААК, при этом ААК выполняет технические инспекционные проверки, а КГА – юридические и организационные.

Проверки осуществляются инспекторам путем проверок информации, документов и материалов, предоставленных физическими и юридическими лицами, а также непосредственным посещением организации ГА. По итогам проверок могут быть составлены акты или инспекторские предписания, которые требуют меры воздействия со стороны организации.

Все проверки в области обеспечения безопасности полетов и авиационной безопасности осуществляются инспекторами АО «Авиационная администрация Казахстана» делятся на 2 вида:

1) **выборочная проверка** – назначается в отношении физического или юридического лица, осуществляющего деятельность в сфере гражданской и (или) экспериментальной авиации, воздушных судов и (или) их компонентов, оборудования, обеспечивающего полеты воздушных судов, на основании программы постоянного надзора, утвержденной уполномоченной организацией в сфере гражданской авиации, в соответствии с системой оценки рисков и с учетом установленных временных интервалов по отношению к предшествующим проверкам на соответствие требованиям законодательства Республики Казахстан об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации и (или) стандартам Международной организации гражданской авиации (ИКАО);

2) **внеплановая проверка** – назначается в отношении физического или юридического лица, осуществляющего деятельность в сфере гражданской и (или) экспериментальной

авиации, воздушных судов и (или) их компонентов, оборудования, обеспечивающего полеты воздушных судов, на соответствие требованиям законодательства Республики Казахстан об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации и (или) стандартам Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

Все проверки делятся на три вида:

1) индивидуальная проверка физического лица, осуществляющего деятельность в сфере гражданской и (или) экспериментальной авиации, в том числе организацию, подготовку и выполнение полетов таким лицом;

2) проверка юридического лица, осуществляющего деятельность в сфере гражданской и (или) экспериментальной авиации. Данные проверки обычно осуществляются для подтверждения организации ГА сертификационным требованиям и выдачи/продления сертификата организации;

3) перронные проверки гражданских воздушных судов иностранных эксплуатантов (аналогично EASA SAFA Inspection).

Согласно законодательству РК, все проверки должны проводиться в дневное рабочее время, но при необходимости внеплановые проверки могут проводиться в любое время суток и в выходные дни.

Если при проверке инспектором выявлены какие-либо нарушения или несоответствия, заполняется инспекторское предписание с требованием их устранения и указанием крайнего срока, а после должна быть проведена повторная проверка физического и юридического лица.

### **3. АО «Авиационная Администрация Казахстана»**

Особое место в сфере контроля и надзора занимает вопрос о сертификации в области гражданской авиации. Согласно правилам ИКАО сертификацию могут осуществлять как госорганы, так и отдельные организации. В Европе примером организации является JAA, которая от имени авиационных властей-членов организации составляла сертификационные требования к физическим и юридическим лицам, к авиационной технике и их компонентам, оборудованию и обеспечению.

Начиная с августа 2019 года с образованием АО «Авиационная администрация Казахстана», со 100% участием Правительства РК, все функции по сертификации, проведения проверок по соответствию сертификационным требованиям, выдача лицензии авиационного персонала в РК полностью находится в их ведении. При этом часть надзорных функций остались под контролем КГА РК.

Все заявки для проведения сертификации для физических и юридических лиц подаются через портал электронного правительства (egov.kz) или центры обслуживания населения (ЦОНЫ), вместе с подачей заявки осуществляется оплата сбор в государственный бюджет, после которого назначается проверка.

Создание отдельной организации для надзора в сфере ГА РК является результатом реализации 68-шага Плана нации «100 конкретных шагов», принятых в мае 2015 года. При этом была ориентация на британскую модель управления ГА, что сказалось на организационной структуре ААК, а также кадровой политикой организации – его первым и текущим руководителем является Генеральный директор Питер Гриффитс.

Предложения по созданию отдельного надзорного органа были и до этого. В 2017 году депутаты Сената Парламента РК, в том числе и летчик-космонавт Талгат Мусабаев, выступили с предложением разделить функции регулирования надзора между различными ведомствами правительства с целью повышения качества их деятельности [6]. А в 2018 году Правительство официально объявило о планах создания отдельного контрольно-надзорного ведомства как результат мероприятия по повышению авиационной безопасности в стране [7].

Аналогичная проблема была и у России [8], где на рубеже 2004-2011 годов проводились активные и весьма эффективные изменения, результатом чего стало наличие сразу двух госорганов различной организационной структуры, которые регулируют и контролируют гражданскую авиацию в полной мере:

- 1) Министерство Транспорта РФ – нормативное регулирование;
- 2) Росавиация – надзор, сертификация, лицензирование и прочие государственные услуги;
- 3) Межгосударственный Авиационный Комитет (МАК) – проведение расследований авиационных происшествий.

На сегодняшний день ААК полностью приступила к выполнению своих обязанностей. При этом начало деятельности ААК пришло на тяжелую для авиации Казахстана время: катастрофа самолета А/К «Бек Эйр» в декабре 2019 года и пандемия коронавирусной инфекции 2020 года. В 2020 году были проведены внеплановые проверки всех эксплуатантов (60 организации). Относительно пандемии ААК активно взаимодействует с авиационными властями иностранных государств относительно правил и рекомендации при совершении международных полетов. Также после проведения деятельности КГА и ААК европейские регуляторы приняли решение об снятии ограничения для авиакомпании Казахстана для полетов в страны Европейского Союза.

В 2020 году начаты несколько крупных проектов в области гражданской авиации, одним из примеров которого является строительство Международного аэропорта г. Туркестан. Планируется частичное интегрирование казахстанского авиационного законодательства к европейским (EASA) как один из методов повышения надежности авиационной отрасли. В планах на будущее так же стоит «горячий» вопрос о снижении стоимости авиатоплива в Казахстане. Пока данный вопрос стоит открытым и идут поиски эффективных методов решения. Именно поэтому на ААК возлагаются надежды и тяжелый груз развития авиационной отрасли Казахстана.

### **Заключение**

«Все правила в авиации написаны кровью». К сожалению, данная фраза является фактом и большинство негативных ситуаций в авиационной сфере корректировались и устранялись по мере их поступления. При этом начиная с 1970-х годов идут активные работы по предсказыванию и предотвращению авиационных происшествий и катастроф. Основную роль в этом играют государственные и международные регулирующие и надзорные органы.

Как и все в этой жизни, развитие авиационных регуляторов также является процессом эволюционным. В нашей стране этот процесс связан с основанием и развитием авиационного законодательства, регулирующих и контрольно-надзорных органов, усложнения их организационной структуры и функции, повышения эффективности, принятия отдельных требований (например, норм летной годности, различных правил сертификации) и берет начало с 1932 года, когда был образован Главное управление Воздушного флота СССР. В 1964 году было преобразование в Министерство ГА, а после распада СССР, был образован Комитет ГА, которая не смотря на тяжелые для экономики и промышленности Казахстана тяжелые времена, выполняла свои функции.

Стабилизация ситуации в стране в 2000-годах и последовавшие после этого реформы привели в 2011 году к постепенному внедрению международных стандартов ИКАО. Дальнейшим этапом развития государственного регулирования и надзора является переживаемые на сегодняшний день изменения, одним из которых является создание АО «Авиационная администрация Казахстана» и передача ему части своей функции.

Госрегулирование и надзор является очень шипитильным в юридическом плане сферой, где роль играют знание и правильное умение толковать законодательство, применять его к месту, соблюдать все требования и ограничения. Это невозможно без знания истории развития и становления этих правил, без знания структуры государственных регуляторов.

Приведенные в этой работе информация дает краткий обзор вышесказанного минимума для специалистов авиационной сферы.

### Список использованной литературы

1. Сатторкулов, О. Т. Государственное регулирование деятельности промышленных предприятий и его методы / О. Т. Сатторкулов, О. Р. Умаралиев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 12 (116). — С. 1435-1438. — URL: <https://moluch.ru/archive/116/31076/> (дата обращения: 06.09.2020).

2. Закон Республики Казахстан от 15 июля 2010 года № 339-IV «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации».

3. Википедия. Министерство Гражданской Авиации СССР [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE\\_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9\\_%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8\\_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0)

4. Госавианадзор СССР – История. <https://avia.rostransnadzor.gov.ru/ogosavianadzore/istoriya>

5. Закон СССР от 15 марта 1946 года «О преобразовании Совета Народных Комиссаров СССР в Совет Министров СССР и Советов Народных Комиссаров союзных и автономных республик — в Советы Министров союзных и автономных республик».

6. Новый госорган в авиации по примеру СССР предложили создать депутаты РК. Статья от 12-10-2017. [https://www.lada.kz/another\\_news/52759-novyuy-gosorgan-v-aviacii-po-primeru-sssr-predlozhili-sozdat-deputy-rk.html](https://www.lada.kz/another_news/52759-novyuy-gosorgan-v-aviacii-po-primeru-sssr-predlozhili-sozdat-deputy-rk.html)

7. Казахстан согласовал с ИКАО план мероприятий в сфере авиационной безопасности. Статья от 10.08.2018. <https://zonakz.net/2018/08/10/kazakhstan-soglasoval-s-ikao-plan-meropriyatij-v-sfere-aviacionnoj-bezopasnosti/>

8. Колясников В.А. Государственное регулирование в гражданской авиации: поиск методов затягивается // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2012. №1 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennoe-regulirovanie-v-grazhdanskoj-aviatsii-poisk-metodov-zatyagivaetsya> (дата обращения: 03.09.2020).

УДК 621.3:656.7

С.Қайсарбек<sup>1</sup>

Научный руководитель: Садыкбек Т.А., д.т.н., профессор  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

### Радиотехническое обеспечение полетов

Одним из главных требований к выполнению полетов является обеспечение безопасности при управлении воздушным судном как в воздухе, так и на земле. В статье рассматривается важность в радиотехнических систем в обеспечении безопасности полетов. Приведены задачи и требования к радиотехническому обеспечению полётов авиации. Радиотехническое обеспечение полетов и авиационная электросвязь предназначены для предоставления радиолокационной, радионавигационной

*информации и авиационной электросвязи пользователям воздушного пространства и организации обслуживания воздушного движения*

**Ключевые слова:** *Радионавигационная система, авиационная электросвязь, радиотехническое обеспечение полетов, управление полетами, безопасность полетов, эффективность.*

*Ұшуларды орындауға қойылатын басты талаптардың бірі әуеде де, жерде де әуе кемесін басқару кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету болып табылады. Мақалада ұшу қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі Радиотехникалық жүйелердің маңыздылығы қарастырылады. Радиотехникалық қамтамасыз етуге талаптар мен міндеттер көрсетілген. Ұшуды радиотехникалық қамтамасыз ету және авиациялық электр байланысы әуе кеңістігін пайдаланушыларға радиолокациялық, радионавигациялық ақпарат пен авиациялық электр байланысын беруге және әуе қозғалысына қызмет көрсетуді ұйымдастыруға арналған.*

**Түйін сөздер:** *Радионавигациялық жүйе, авиациялық электр байланысы, ұшуды радиотехникалық қамтамасыз ету, ұшуды басқару, ұшу қауіпсіздігі, тиімділік.*

*One of the main requirements for performing flights is to ensure safety when operating an aircraft both in the air and on the ground. The article discusses the importance of radio engineering systems in ensuring flight safety. The tasks and requirements for radio engineering support of aviation flights are given. Flight radio engineering and aviation telecommunications are designed to provide radar, radio navigation information and aviation telecommunications to users of airspace and air traffic services.*

**Key words:** *Radio navigation system, aviation telecommunications, radio engineering support of flights, flight management, flight safety, efficiency.*

Система связи и радиотехническое обеспечение полетов авиации являются для экипажей воздушных судов единственным источником объективной информации о своем местоположении на земле и в воздухе. Решение многих функциональных задач, которое повышают эффективность авиационной транспортной системы осуществляется с помощью сетей электросвязи гражданской авиации (ГА). Системы радиосвязи гражданской авиации являются составной частью автоматизированных систем управления воздушным движением (АС УВД), используются в производственной, технологической и коммерческой деятельности авиапредприятий и их служб. Эффективность связи и РТО можно характеризовать совокупностью качественных показателей, присущих информационному обмену. Основными из них является своевременность, достоверность и безопасность.

Под своевременностью информационного обмена понимают способность информационной системы обеспечивать доставку и обработку всех видов информации между управляемыми объектами в заданные сроки. Количественной мерой этой способности является время нахождения сообщений определенного вида в информационной системе ( $T_{пер}$ ), включающее время на доставку  $T_{дост}$  и обработку  $T_{обр}$ :  $T_{пер} = T_{дост} + T_{обр}$ .

Из-за большого числа случайных факторов, воздействующих на информационную систему, реальное время нахождения сообщений в ней будет также случайным. Поэтому за показатель своевременности информационного обмена, как правило, принимают вероятность нахождения сообщения в информационной системе в течение времени, не превышающего допустимого:  $K_{св} = P(T_{пер} < T_{пер, доп})$ .

Задачи по достижению требуемых значений данных показателей возложены на систему связи и РТО полетов авиации, представляющие собой совокупность наземных и бортовых радиотехнических, светотехнических средств и средств связи, функционирующих

взаимосвязано по времени, пространству и частотным диапазонам в интересах обеспечения самолетовождения и управления авиацией на земле и в воздухе днем и ночью в простых и сложных метеоусловиях.

Для оценки эффективности функционирования системы связи и РТО, обеспечивающей в основном доставку информационных сообщений потребителям, на первый план выдвигаются показатели своевременности и достоверности.

Под эффективностью системы обычно понимают свойство системы соответствовать ее целевому предназначению [2]. Вполне очевидно, что в реальном процессе информационного обмена указанные показатели взаимозависимы. Действительно, низкая достоверность передачи информации приводит к необходимости ее повторения, а это ведет, в свою очередь к снижению своевременности информации.

Современный этап развития радиотехнических средств обеспечения полетов и электросвязи характеризуется ростом требований к характеристикам их функционального использования. Кроме этого, радиоэлектронные средства, используемые в целях навигации и управления воздушным движением, функционируют в сложной электромагнитной обстановке, определяемой общим ростом числа радиоэлектронных систем различного назначения, концентрируемых в условиях ограниченного частотно-территориального ресурса, и, собственно, низким порогом помехозащищенности цифровых элементов рассматриваемых систем. Поэтому формирование и совершенствование систем технической эксплуатации и обслуживания радиоэлектронных средств и повышение на этой основе эффективности процессов ТЭ средств РТОП и ЭС становится все более актуальной и практической проблемой, решение которой можно рассматривать как составную часть комплексной программы обеспечения безопасности и экономичности авиационно-транспортной системы.

Эффективность применения РТО должна обеспечиваться при организации и осуществления формирования достоверной и безопасной навигационной информации и своевременной ее выдачи на борт воздушного судна (ВС) и пункты управления (ПУ), необходимой экипажу ВС.

Задачами радиотехнического обеспечения являются [1]:

- обеспечение взлета и посадки ВС в простых и сложных метеорологических условиях, днем и ночью;
- обеспечение выхода на заданный рубеж (в заданный район), в район аэродрома посадки, захода и расчета на посадку;
- обеспечение контроля и регулирования полетов в районе аэродромов;
- обеспечение управления ВС при движении по летному полю;
- маркирование отдельных объектов на аэродроме и на маршруте полета.

В соответствии с задачами техника РТО включает: наземные средства обеспечения радионавигации; наземные средства обеспечения взлета-посадки; средства обеспечения управления воздушным движением в районе аэродрома.

По сути дела, средства РТО решают две «глобальные» задачи:

- обеспечение самолетовождения;
- обеспечение посадки ВС.

Решение этих задач возможно только при эффективном комплексном взаимодействии технических средств РТО - комплекса технических средств (КТС) и эксплуатации их высококвалифицированными специалистами.

Интегральная оценка эффективности КТС системы РТО дает возможность определить и сопоставить уровень эффективности с безопасностью полетов.

Отсутствие автоматизированной методики интегральной оценки эффективности КТС системы РТО полетов обусловило актуальность решения этой проблемы. Сложность

разработки методики интегральной оценки заключается в необходимости решения задачи значительной размерности. Размерность определяется сложностью структуры системы РТО полетов, решаемых задач и используемого для этого КТС. Применимость разрабатываемой методики может быть достигнута на основе создания программного комплекса автоматизации оперативной оценки эффективности КТС системы РТО полетов.

Проблема оценки эффективности КТС системы РТО полетов решается комплексным исследованием состава, схемы построения, выполняемых задач и тактико-технических возможностей элементов системы. Целью оценки эффективности КТС системы РТО полетов ГА выступает получение оптимального вектора развития системы РТО полетов государственной авиации в интересах осуществления заданного уровня безопасности полетов в районе аэродрома.

Система РТО полетов ГА имеет иерархическую структуру, представленную совокупностью связанных между собой уровней от самых «мелких» показателей тактико-технических характеристик до самых «крупных». Оценка эффективности такой иерархической структуры осуществляется на основе решения элементарной задачи оценки эффективности.

Эффективности технических средств оцениваются через частные показатели тактико-технических характеристик на основе расчета интегральных показателей эффективности ТС являющихся элементами КТС системы РТО полетов.

#### Список использованных литератур

1. Машков В.Г. Техническая эксплуатация радиотехнических средств обеспечения полетов авиации: Учебник. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА им.проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 2014. 450 с.

2. Воробьев В.А., Сахаров С.В., Митрофанова С.В. Оценка эффективности комплекса технических средств, стоящего на вооружении частей связи и радиотехнического обеспечения полетов Государственной авиации <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-kompleksa-tehnicheskikh-sredstv-stoyaschego-na-vooruzhenii-chastey-svyazi-i-radiotekhnicheskogo-obespecheniya>

3. Учебное пособие «Системы авиационной радиосвязи» В. А. Силяков, В. Н. Красюк.

УДК 629.7.064

*Н. Булатова<sup>1</sup>*

*Научный руководитель: О.И. Ширяева<sup>1</sup>*

*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

#### **Анализ технической эксплуатации самолетов семейства ТУ-204 и проблемы связанные с техническим обслуживанием и ремонтом ВС**

*Статья является обзорным материалом на существующую проблему анализа зарубежного опыта технической эксплуатации и разработки рекомендаций по совершенствованию методов и форм технического обслуживания и ремонта самолетов. Описываются особенности конструкции самолетов семейства Ту-204, Летно-технические характеристики и возможные рекомендации к решению проблемы. При составлении статьи было проведено сбор документов по техническому обслуживанию самолетов данного типа.*

**Ключевые слова:** *Tu-204, авиационная техника, центры технического обслуживания и ремонта, опыт создания, состояние, тенденции развития, требования нормативных документов.*

Мақала ұшақтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу әдістері мен нысандарын жетілдіру бойынша ұсынымдарды әзірлеу және техникалық пайдаланудың шетелдік тәжірибесін талдаудың қазіргі проблемасына шолу материалы болып табылады. Tu-204 тобының ұшақтары құрылымының ерекшеліктері, ұшу-техникалық сипаттамалары және проблеманы шешуге мүмкін болатын ұсыныстар сипатталады. Мақаланы құрастырған кезде осы үлгідегі ұшақтарға техникалық қызмет көрсету бойынша құжаттар жиналды.

**Түйін сөздер:** *Tu-204, авиациялық техника, техникалық қызмет көрсету және жөндеу орталықтары, құру тәжірибесі, жағдайы, даму үрдісі, нормативтік құжаттардың талаптары.*

*The article is an overview of the existing problem of analyzing foreign experience in technical operation and developing recommendations for improving methods and forms of aircraft maintenance and repair. It describes the design features of the Tu-204 family of aircraft, Flight characteristics and possible recommendations for solving the problem. In the preparation of the article was a collection of documents on the technical maintenance of aircraft of this type.*

**Key words:** *Tu-204, aviation equipment, maintenance and repair centers, creation experience, state, development trends, requirements of regulatory documents.*

### **Введение**

Опыт мировой гражданской авиации наглядно и полно показывает, что разработка, проектирование, сборка первых образцов, испытания и производство первых серийных образцов занимает в среднем около 8-10 лет. Тогда не менее важным периодом в жизненном цикле любого типа самолета является этап первоначального запуска всех его компонентов. В это время выявляются все конструктивные дефекты, которые присущи конструкции на стадии проектирования. Он также выявляет недостатки во всех видах нормативно-технической документации на данную продукцию, а также недостатки в технологическом оборудовании, предоставляемом эксплуатирующей авиакомпании для эффективного использования воздушного судна. И только тогда, хотя эксплуатация любого сложного изделия не обходится без поломок и неисправностей, можно с уверенностью говорить о высоком уровне надежности этого самолета, достойном уровне комфорта пассажиров и высокой экономической эффективности.

Огромную роль играет финансовая поддержка всего проекта. Неотъемлемой частью является надежная, эффективная и усовершенствованная система взаимодействия между конструкторским бюро, авиастроителями, ремонтными компаниями и авиакомпанией. Эта система базируется на экономической помощи со стороны государства и авиакомпаний, высоком уровне подготовки всех видов персонала: ученых, технологов, техников технического обслуживания и ремонта и рядовых исполнителей. Информационно-логистическая среда между этими компонентами должна быть максимально оптимизирована.

Это делается, как показывает опыт мировой гражданской авиации, с целью выявления возможных недостатков, накопления статистической информации о неисправностях и ошибках, анализа, разработки и принятия новых технологических решений, внедрения в виде доработок конструкторской, документационной, инструментальной документации, имевших минимальные сроки. Ведь даже самый незначительный простой авиатехники, часто взятой в аренду или долгосрочный кредит, чреват для авиакомпании огромными убытками. А для

конструкторских бюро и авиастроительных компаний это потеря имиджа на мировой арене, потеря выгодных заказов. Прежде всего, мы должны обеспечить безопасность и регулярность полетов, а также комфорт пассажиров.

#### Основная часть

В авиационной промышленности эффективное управление техническим обслуживанием воздушных судов имеет решающее значение для обеспечения соответствия требованиям и обеспечения безотказной работы. Оптимизация задач технического обслуживания и эксплуатации с помощью программного обеспечения для управления автопарком дает вашей команде полный обзор состояния ваших активов на земле и в небе.

Благодаря использованию программы проектирования внешнего контура удалось обеспечить аналитическую гладкость стабилизирующей поверхности с очень сложной аэродинамической формой, а также повысить точность вязки скольжения для отдельных узлов и подвижных элементов по сравнению с традиционным плазменным шаблонным методом.

Таблица 1

Летно-технические характеристики самолетов семейства Ту-204

| Самолет/параметр                                 | Ту-204-100  | Ту-204-120  | Ту-214      | Ту-204-300  |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Размах крыла, м                                  | 42          | 42          | 42          | 42          |
| Длина самолета, м                                | 46          | 46          | 46          | 40          |
| Высота самолета, м                               | 13.9        | 13.9        | 13.9        | 13.9        |
| Площадь крыла, м <sup>2</sup>                    | 184.2       | 184.2       | 184.2       | 184.2       |
| Размеры сечения фюзеляжа                         | 3.8/4.1     | 3.8/4.1     | 3.8/4.1     | 3.8/4.1     |
| Тип двигателя                                    | ПС-90А      | RB211-535E4 | ПС-90А      | ПС-90А      |
| Количество двигателей                            | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Тяга на взлетном режиме, кгс                     | 16000       | 19000       | 16140       | 16140       |
| Максимальная взлетная масса, т                   | 103         | 103         | 110.75      | 107.5       |
| Максим. масса при посадке, т                     | 88          | 88          | 93          | 88          |
| Расчетная полезная нагрузка, т                   | 21          | 21          | 25.2        | 18          |
| Запас топлива максимальный, т                    | 32.8        | 32.8        | 35.71       | 36          |
| Крейсерская скорость, км/ч                       | 810-850     | 810-850     | 810-850     | 810-850     |
| Дальность полета с полезной нагрузкой, км        | 4300        | 4100        | 4340        | 5800        |
| Максимальная высота полета, м                    | 12600       | 12600       | 12100       | 12100       |
| Потребная длина ВПП, м                           | 2250        | 2250        | 2250        | 2500        |
| Число мест экипажа/пассажиров                    | 3/210       | 3/210       | 3/210       | 3/164       |
| Ресурс самолета, летных часов/количество полетов | 45000/25000 | 45000/25000 | 45000/25000 | 45000/25000 |

В авиастроении широко применяются новые алюминиевые конструкционные сплавы с улучшенными физико-механическими и исходными характеристиками, алюминиевые и литий-титановые сплавы, новые стали, современные композиционные материалы и гибридные материалы.

Мировой рынок технического обслуживания и ремонта воздушных судов (ТОиР) в 2010 году составил около \$ 43 млрд, к 2015 году его объем, при среднегодовом росте на 4,1%, оценивается в \$ 55 млрд. Россия имеет непропорционально низкую долю этого рынка, и даже самолеты российских перевозчиков обслуживаются за рубежом [1].

Объем рынка технического обслуживания и ремонта гражданских самолетов в странах СНГ, Балтии и Грузии в 2010 году составил около \$ 830 млн - такую оценку сделала аналитическая компания AeroStrategy. Из этой суммы более 60% ежегодно идут в Россию и на Р эксплуатируемые

Гражданские самолеты западного производства тратится более \$ 500 млн, \$250 млн тратится на эти цели в СНГ и Грузии, а Балтийский рынок оценивается примерно в \$ 70 млн. Разделение по видам деятельности происходит примерно в соответствии с международными стандартами, и затраты делятся на три основные категории: двигатели (около 40%), линейное техническое обслуживание и ремонт компонентов (по 25%), за которыми следуют обширное техническое обслуживание (другими словами, капитальный ремонт, на который приходится около 10%) и усовершенствования (около 5%). До 60% технического обслуживания иностранных воздушных судов российских авиакомпаний осуществляют около десяти иностранных компаний, а на долю отечественных технических центров приходится около 40% объема этих работ. Парк западных самолетов, эксплуатируемых в России, за два года увеличился вдвое. По предварительным прогнозам, в 2011 году их количество может превысить количество отечественных самолетов, находящихся на вооружении. В сегменте вместимостью более 120 посадочных мест количество выпускаемых в Западной Европе самолетов достигло почти 400 единиц, в основном узкофюзеляжных самолетов семейств Boeing 737 и Airbus A320. Именно эти машины, которые формируют основу для рынка ИТ и Р. Конкурентами российских компаний, занимающихся ТОиР, являются не только европейские предприятия, но и компании из бывших советских республик, освоившие необходимые виды работ и получившие соответствующие сертификаты. Их конкурентным преимуществом является более низкая стоимость работы, чем в России, а также знание русского языка специалистами всех уровней, что упрощает деловое общение. В частности, наиболее сильными конкурентами российских организаций ТОиР являются Uzbekistan Airways Technics в Ташкенте и FL Technics в Вильнюсе [2].

В состав ТОиР российских организаций входят авиационные подразделения: авиационно-технические базы (АТБ), авиационно-технические центры (АТЦ) - Аэрофлот, Ист Лайн тех, ЮТэйр-Инжиниринг, Сибирь тех; традиционные авиаремонтные мастерские (АРЗ) гражданской авиации (га) - ОАО " Омский завод ГА", ОАО " Уральский завод гражданской авиации", ОАО " Новосибирский АРЗ", ОАО " Московский АРЗ РОСТО"; АРЗ Минобороны-ОАО " 123 АРЗ", ОАО " 360 АРЗ", ОАО "356 АРЗ"; заводы авиационной промышленности-ОАО "Авиакор", ОАО "КАПО", ОАО "Аэрофлот". КВЗ", ОАО "Климов", ОАО "Пермский моторный завод").

Проблема создания центров технического обслуживания и ремонта авиационной техники (ТОиР Ат) возникла в конце 80-х годов прошлого века с началом эксплуатации отечественных самолетов Ил-86, Як-42, а затем в 90-е годы-Ил-96-300, Ту-204, Ту-214, Ил-114, спроектированных по принципам безопасного повреждения (safe failure) и приемлемого повреждения (tolerant damage), что обеспечивало безопасность полетов.

В начале 2000-х годов первое ТОиР в центре было создано на базе ОАО "Домодедово АТБ" для самолетов семейства Ил. затем, в соответствии с "рекомендациями по созданию

центров ТОиР", введенными приказом Минтранса РФ, ТОиР в центрах создавались на базе действующих и ремонтных предприятий (Рис. 1) [4].

| №  | Название организации                       | Тип ВС  | Распоряжение  |          |
|----|--|---|---------------|----------|
|    |  |   | №             | Дата     |
| 1  | 2  | 3   | 4             | 5        |
| 1  | ОАО «ВАРЗ-400»                             | Ту-154Б, М  | НА-43-р       | 01.02.02 |
| 2  | ЗАО «БАСКАО»                               | Як-42, Ил-76  | НА-105-р      | 05.05.03 |
| 3  | ОАО «Ростовский завод ГА № 412»            | Ан-12, Ан-24, Ан-26, Ту-134   | НА-25-р(фс)   | 03.08.04 |
| 4  | ОАО «СПАРК» (С.-Петербург)                 | Ми-8Т, Ми-8П, Ми-8ПС, Ми-8МТ, Ми-8МТВ-1, Ми-8АМТ, Ми-17, Ми-17-1В, Ми-171, Ка-32Т, Ка-32С | НА-28-р(фс)   | 13.08.04 |
| 5  | ЗАО «АТБ «Домодедово»                      | Ил-18Д, Ил-62М, Ил-76Т(ГД), Ил-86, Ил-96-300, Ту-134, Ту-154Б(С), Ту-154М                 | АН-173-р(фс)  | 05.08.05 |
| 6  | ООО «Сибирь Техник»                        | Ту-154Б (М), Ил-86, Ту-204-100  | АН-174-р(фс)  | 05.08.05 |
| 7  | ЗАО «Авиакор-Сервис»                       | Ан-74, Ан-74-100Д   | АН-198а-р(фс) | 12.09.05 |
| 8  | ФГУАП «Пулково»                            | ТУ-154Б (М), Ту-134, Ил-86  | ВС-239-р(фс)  | 17.11.05 |
| 9  | ОАО «Авиакомпания «Красноярские авиалинии» | Ту-154Б (М), Ту-204-100, Ту-214   | ВС-240-р(фс)  | 18.11.05 |
| 10 | ООО «ЮТэйр-Техник»                         | Ту-154Б, Ту-154М, Ту-134, Ан-24Б, РВ, Ан-26, Як-40  | ВС-63-р(фс)   | 12.05.06 |
| 11 | ГУП «Дальавиа»                             | Ту-214, Ил-62Б, Ту-154Б, Ту-154М, Ту-134, Ан-24, Ан-26, Ан-26-100                         | ВС-78-р(фс)   | 02.06.06 |

Первоначально на самолете Ту-214 с бортовым номером 64505 была снята блокировка, положение основного шасси фиксировалось в 3 точках: основная опора с проушинами и 2 стойки на несущей раме для упругих опор. Эта схема крепления позволяла замку двигаться и двигаться по мере движения створки. Однако тот факт, что часть крыла от корневого ребра до шасси, имеющая монтажное ребро достаточной жесткости, в дальнейшем позволила конструкторам изменить и упростить схему крепления замка. Жесткость была достаточной для предотвращения значительных перемещений шасси во время полета, при очистке и расшатывании шасси. Это было связано с тем, что высота рычагов и других мощных элементов крыла в районе от корневого ребра до края основных стоек шасси была достаточно значительной. Можно предположить, что проектировщики постарались учесть все факторы и несколько усложнить конструкцию. И во время эксплуатации, во время рабочих форм законодательства, в частности на заводе выхлопной / очистительной системы шасси, это было четко и многократно подтверждено испытаниями.

Впоследствии конструкция базовой части замка и схема сборки 48-дБ бюллетеня несколько изменились. Теперь замок был прочно закреплен на 2 параллельных опорах, конструктивно его было легче и удобнее эксплуатировать и ремонтировать (рис. 4). Вес устройства уменьшился. Это техническое решение было успешно реализовано на Ту-214 из 64506 [5].

Утверждение организации по техническому обслуживанию и ремонту ВС уполномоченным ремонтным центром осуществляется на основании результатов анализа и

применения научно-обоснованной документации и проверки организации комиссией разработчика, изготовителя АТ и ГосНИИ ГА.

В связи с положительными выводами комиссии и в целях совершенствования системы обеспечения летной годности самолетов Ту-154М принято решение утвердить техническое обслуживание ОВД на самолетах Ту-154М ООО "411-техник", созданное на базе ОАО "Завод 4 411" на праве проведения технического обслуживания Ту-154М с использованием передовых технологий в соответствии с действующими сертификатами.

Отличительные особенности авторизованного центра ТООИР:

\* Наличие разрешения (одобрения) разработчиков / изготовителей АТ и научно-исследовательских институтов гражданской авиации на выполнение функций в соответствии с ФАП-145, "временными правилами центра ТООИР" и другими функциями, присущими ТООИР АС:

- контроль транспортного средства Солнца, проходящего или CWR, с использованием компьютерной техники;

- назначение или модификация технической операционной системы по согласованию с разработчиком, в том числе программы ТООИР;

- технологическое сопровождение конкретных воздушных судов для организаций-заказчиков в соответствии с заключенными договорами;

- выполнение функций сертифицированного поставщика АТ, наличие склада комплектующих по почтовому заказу;

- расширение системы менеджмента качества заказчиками и субподрядчиками;

- выполнение работ по гарантийному обслуживанию и технической поддержке заказчика от имени производителя.

Наличие постоянного представительства при разработчике, изготовителе и ГосНИИ ГА для обеспечения правового и оперативного решения проблем ТООИР.

Апробация новой нормативно-технической документации авиационного управления в части ТООИР.

Предоставление регулярных отчетов о деятельности ТООИР авиационному управлению АС, разработчику и производителю.

Анализ состояния и тенденций развития центров

Обобщение опыта создания и анализа состояния Т-центров.

### **Вывод и предложения**

Эффективный процесс управления техническим обслуживанием воздушных судов требует совместной работы всей команды. Устранение неполадок может быть затруднено при использовании бумажных журналов и отчетов. С помощью программного обеспечения для управления техническим обслуживанием самолетов вы и ваш экипаж можете контролировать, поддерживать и анализировать полную систему учета вашего флота из любой точки мира. [6]

Отслеживать и планировать техническое обслуживание воздушных судов в централизованном месте.

С точки зрения профилактического обслуживания (ПМ) аэрокосмическая промышленность должна быть на вершине своей игры. Помимо планового технического обслуживания, коммерческие самолеты должны обслуживаться после определенного количества летных часов, чтобы оставаться в соответствии со стандартами федерального управления гражданской авиации (FAA) и Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

Хотя процессы технического обслуживания регулируются, многие флоты не так эффективны, как могли бы быть. Проблемы со связью возникают, когда информация не может быть доставлена быстро, что может привести к простоя самолета.

Использование программного обеспечения для управления техническим обслуживанием самолетов позволяет вашему экипажу легко общаться, поэтому вы можете быть активны в устранении проблем технического обслуживания. [7]

Создание регулярных планов технического обслуживания для вашего самолета сохраняет ваш флот организованным и летную годность. С помощью инструмента планирования РМ вы можете оставаться в курсе регулярного технического обслуживания, устанавливая напоминания и крайние сроки, чтобы максимально увеличить время безотказной работы.

Когда ваш самолет требует технического обслуживания, вы не хотите, чтобы бумажная работа и электронные таблицы замедлялись.

Генерация заказов на выполнение работ с помощью программного обеспечения для технического обслуживания самолетов позволяет вашему экипажу немедленно приступить к работе. С помощью подробных элементов вы можете эффективно отслеживать сервисные работы от начала до конца и гарантировать, что ваши активы и оборудование готовы к использованию [8].

Помимо планирования и проведения технического обслуживания воздушных судов, важно уметь отслеживать данные и составлять отчеты. Использование данных и отчетов обеспечивает эффективное распределение ресурсов.

Программное обеспечение для технического обслуживания воздушных судов позволяет создавать пользовательские отчеты, отслеживать техническое обслуживание, просматривать эксплуатационные расходы и получать обзор общего состояния ваших активов.

Координируйте рабочий процесс команды.

В авиационной промышленности время играет решающую роль. Однократный сбой связи может привести к тому, что самолет будет заземлен на несколько часов, что может привести к тому, что это будет стоить дохода и репутации вашей компании среди клиентов.

Чтобы предотвратить сбой связи, ваш экипаж должен быть в состоянии эффективно работать вместе для всех задач технического обслуживания самолета.

Четкая коммуникация через общую платформу обеспечивает менеджерам флота доступ к самым современным данным для управления техническим обслуживанием воздушных судов, распределения заказов на выполнение работ и отслеживания эксплуатационных расходов.

С помощью общего программного обеспечения для управления техническим обслуживанием воздушных судов администраторы и владельцы автопарка могут создавать свои собственные роли разрешений и уровни для управления тем, кто может просматривать, редактировать и загружать информацию. Неограниченное число пользователей может загружать результаты проверок и ход технического обслуживания [9].

Предоставление доступа в режиме реального времени к сервисной и флотской информации позволяет вашему экипажу принимать активное участие в процессе управления техническим обслуживанием воздушных судов. Это не только упрощает ваш рабочий процесс, но и позволяет вашей команде работать на одной странице, снижая эксплуатационные расходы самолета и повышая общую производительность.

С помощью пользовательских отчетов менеджеры автопарка могут легко анализировать и отслеживать затраты, а также прогнозировать техническое обслуживание активов. Вы также можете экспортировать все соответствующие данные и создавать свои собственные отчеты или презентации.

Возможность использования больших объемов данных позволяет вашей управленческой команде принимать обоснованные решения об управлении эксплуатационными расходами воздушных судов, отслеживать стоимость активов и получать общую сводку эксплуатационных расходов.

Поддержание летной годности и соблюдения требований путем оптимизации инспекций

Безопасность полетов и соблюдение требований-это две основные проблемы в авиационной отрасли. Чтобы оставаться пригодным к полету, воздушное судно должно соответствовать соответствующим правилам FAA и ИКАО.

Отличный способ обеспечить соответствие-это обратиться к правилам FAA и самим стандартам ИКАО. Используя программное обеспечение для управления самолетами, такое как Fleetio, пользователи могут загружать файлы правил PDF в приложение и назначать их определенным активам.

Большая часть этих правил посвящена регулярным осмотрам и профилактическому обслуживанию воздушных судов. Для того чтобы ваши активы оставались пригодными к полетам и соответствовали предъявляемым требованиям, необходимо проводить своевременные проверки и профилактическое обслуживание.

Бумажная инспекция может замедлить процесс технического обслуживания самолета. В дополнение к тому, что они завершаются в течение длительного времени, получение результатов от правильных членов команды не происходит мгновенно.

Программное обеспечение для управления техническим обслуживанием самолетов позволяет вашему экипажу быстро выполнять предполетные и полетные проверки с помощью мобильного приложения. Любые несоответствия или проблемы немедленно замечаются, и оповещения в режиме реального времени позволяют вашей команде технического обслуживания воздушных судов быстро решать и устранять проблемы.

Мобильные формы инспекции не только экономят драгоценное время вашего экипажа, но и результаты инспекции хранятся в централизованном месте, давая вашей команде обзор тенденций технического обслуживания воздушных судов и общего состояния ваших активов.

#### **Список использованных источников**

1. Бобров, В.Н. Рьльский и др. Сборка и разборка агрегатов самолета. Учебное пособие для студентов ВУЗов. В. В. - М: Машиностроение, 2015. - 162 с.
2. Анализ и обоснование экономической эффективности предлагаемых проектных решений. Методические указания. Составлен А.М. Арутюнова, Г.В. Дюкова. - Ульяновск: УлГТУ, 2016г. - 40с.
3. Нормирование технологического процесса, тарификация работ, составление производственного задания рабочему. Методические указания. Составлен Л.М. Арутюнова, Г.В. Дюкова. - Ульяновск: УлГТУ, 2015г. - 11с.
4. ГОСТ 2.109 - 85. Основные требования к чертежам - М.: Изд. Стандартов, 2015 г.
5. ГОСТ 2.701 - 84. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению - М: Изд. Стандартов, 2014 г.
6. ГОСТ 3.1404 - 96 Формы и правила оформления на технологические процессы и операции обработки металлов, резания.
7. ГОСТ 14.301 - 93 Общие правила разработки и применения технологических процессов - М: изд. Стандартов, 2016г.
8. ГОСТ 3.1109 - 92. Процессы технологические. Термины и определения основных понятий - М: Изд. Стандартов, 2013г.

П.М. Попов Правила разработки тезауруса - информационного языка автоматизированных систем. Составление дескрипторного словаря функций авиационного производства. - Ульяновск, 2014. - 28 стр.

**УДК 629.7.08**

*А.Б. Кеншимбаева<sup>1</sup>*  
*Научный руководитель: О.И. Ширяева<sup>1</sup>*  
*Академии гражданской авиации<sup>1</sup>*

**Анализ возможностей уменьшения  
влияния человеческого фактора при техническом обслуживании летательных  
аппаратов на основе современных технологий**

*В статье приведены результаты анализа уменьшения влияния человеческого фактора при техническом обслуживании летательных аппаратов. Перечислены основные причины, являющиеся предпосылками к данной тенденции и проанализированы современные технологии для решения поставленной задачи.*

**Ключевые слова:** *человеческий фактор, авиация, воздушный транспорт, техническое обслуживание летательных аппаратов, современные технологии.*

*Мақалада ұшу аппараттарына техникалық қызмет көрсету кезінде адам факторының әсерін азайтуды талдау нәтижелері келтірілген. Осы үрдістің алғышарттары болып табылатын негізгі себептер келтірілген және мәселені шешудің заманауи технологиялары талданған.*

**Түйін сөздер:** *адам фактор, авиация, әуе көлігі, ұшу аппараттарына техникалық қызмет көрсету, заманауи технологиялар.*

*The article presents the results of the analysis of reducing the influence of the human factor in the maintenance of aircraft. The main reasons that are prerequisites for this trend are listed and modern technologies for solving this problem are analyzed.*

**Keywords:** *human factor, aviation, air transport, aircraft maintenance, modern technologies.*

Человеческий фактор является причиной авиационных происшествий в трех из четырех случаях [1]. Меры принимаемые ИКАО направлены на сокращение общего числа авиационных происшествий. Справедливо утверждение о том, что уменьшение количественного числа операций человека в техногенной системе или их упрощение до уровня элементарных последовательностей позволит также сократить число происшествий.

Известно, что большая часть авиационных происшествий связана с расстройством функций зрения [2]. Нагрузка, оказываемая на органы зрения значительно выше, а последствия усталости оказывают большое влияние на качество работ. Даже применение автоматизированных систем, при помощи повышения скорости проведения контроля, не может компенсировать эффект от усталости, оказываемый на зрительные органы. Особенно заметным будет эффект от усталости при рассмотрении процедур диагностирования

функциональных систем летательного аппарата. Среди этих систем и процедур стоит выделить неразрушающий контроль трубопровода гидравлической системы. На современном этапе развития технологий можно выделить следующие варианты исполнения данного вида контроля:

- 1) контроль с применением магнитного индукционного датчика;
- 2) контроль с применением специальной камеры и рентгеновского излучения;
- 3) контроль с применением мониторинга показаний бортовых приборов;
- 4) контроль с применением химических веществ.

Первые три варианта делают упор на то, чтобы во время процедуры контроля человек следил за показаниями приборов. Естественно, этот процесс будет высоконагруженным для органов зрения. Четвертый вариант исполнения отличается от предыдущих тем, что работа, выполняемая в ходе проводимой процедуры контроля, является более разнообразной и оказывает меньшую нагрузку на зрение, так как операции по наблюдению менее долгосрочны и признаки неисправностей более очевидны.

Стоит отметить, что перечисленные методы требуют определенного уровня подготовки и сопровождаются техническими и технологическими руководствами по выполнению работ. Но, не смотря на это, ошибки допускаются. Конкретными ошибками могут служить:

- 1) усталость сотрудника;
- 2) нарушение инструкций;
- 3) нарушения в технической части процесса измерения сигналов;
- 4) нештатные ситуации.

Рациональным воплощенным решением по снижению рисков при техническом обслуживании является четкое следование инструкциям. В инструкциях детально описаны все операции, производимые техническим персоналом при техническом обслуживании. Однако, как показывает практика и научные исследования, вероятность допущения ошибки присутствует [3]. Для уменьшения данной вероятности, в качестве дополнительных или основных мер, можно сформулировать и рассмотреть следующую последовательность:

- 1) для уменьшения вероятности ошибок при обслуживании внедряются новые технические средства, методы и формы контроля;
- 2) применение новых сложных технических средств повышает вероятность допущения ошибки при обслуживании. В частности, при использовании оборудования;
- 3) после проведения ряда испытательных применений технологию внедряют для массового применения, направляют на доработки или от нее отказываются;
- 4) после морального устаревания, которое дополняется множеством технических и технологических несовершенств возникает потребность в развитии. Развитие может привести к кардинальному изменению в методе или к созданию нового метода.

Из данных четырех ступеней формируется жизненный цикл существования технологий и продукции в современных условиях рыночных отношений [4]. При рассмотрении нарастания новых технологий на базе устаревающих, мы получаем технологии, которые могут содержать в себе уязвимости, которые не были определены ранее и могут быть бомбой замедленного действия. Рассматривая темпы развития технологий, позволяющие производить новые типы летательных аппаратов можно заявить о нарастающем коэффициент дифференциации технологий и классификации летательных аппаратов [5].

На современном этапе новый тип летательного аппарата разрабатывается и изготавливается за 10 лет. Это говорит о том, что к данному летательному аппарату создается соответствующая документация. Содержание данной документации будет считаться полностью новым, так как к каждому типу летательного аппарата применяется исключительно его собственная документация, устанавливающая нормы по объему и периодичности проведения технического обслуживания летательного аппарата, а также значения параметров, по которым определяется соответствие исправного состояния. Применение типовой документации требует обучения персонала по типу летательного аппарата, в то время как, при изучении документации, можно обнаружить общую основу в методологии обслуживания для не принципиальных установленных агрегатов на воздушном судне. Развивая данное утверждение в более глобальном масштабе, можно применить концепцию “открытых инноваций” [6]. Данная концепция имеет следующие значимые факторы, которые могут быть рассмотрены в качестве отрицательных или положительных в зависимости от рассматриваемых субъектов и объектов. К данным факторам можно отнести:

- распределение материальной ответственности и нагрузки между членами объединения, при наличии таковых;
- возможность ведения сообщающихся исследований среди независимых организаций;
- разностороннее развитие каждого члена-организации в объединении;
- применение новейших разработок в целях улучшения комплексных показателей деятельности авиапредприятий. В числе таких показателей авиационная безопасность, безопасность полетов, оперативность технического обслуживания.

Возвращаясь к задаче уменьшения нагрузки на человека, особенно на его зрительные органы, как основной информирующий орган чувств и прикладывая концепцию “открытых инноваций” следует заключить, что на современном этапе должны быть разработаны методы технического обслуживания, которые будут не просто решать накопившиеся к текущему моменту времени задачи диагностирования, но и помогут выявить скрытые проблемы, которые ранее не были выявлены при проведении аналитических работ.

В перспективе следует вернуться к гипотезе о внедрении инноваций и оценке их готовности [7]. Данный подход в условиях постоянного совершенствования техники и технологий может породить новую тенденцию, которая будет заключаться в том, что в авиационной отрасли будут непрерывно вводиться инновации, однако материальные возможности авиационной отрасли не безграничны. Выходом из этой ситуации может послужить существующая тенденция контрольных срезов. Подобная модель применяется в выпуске релизов программного обеспечения, например при выпусках операционных систем. Суть модели заключается в том, что для комфортной работы с современными технологиями и повышению показателей безопасности, безотказности, восстанавливаемости необходимо постоянно прибегать к внедрению обновлений. Однако сейчас данные обновления в авиации не являются обязательными, так как существует минимум, гарантирующий допустимый уровень безопасности при его выполнении [8]. Однако если обратиться к исследованиям, которые касаются роста современных технологий, то можно понять, что рост технологий позволяет расширить границы сферы деятельности предприятия до предела [9]. Предел предприятия регламентируется финансовыми возможностями самого предприятия. При

дальнейшем рассмотрении мы вернемся к экономическим проблемам и срокам, которые будут регламентированы амортизацией инвестиций в современные технологии. Таким образом мы можем сформулировать основную гипотезу по внедрению инноваций с целью уменьшения влияния человеческого фактора в техногенных системах в авиации. Выдвинем основные положения разрабатываемой гипотезы:

1) для уменьшения влияния человеческого фактора в техногенной системе необходимо обеспечить защиту от человеческого фактора в технической части системы;

2) для обеспечения защиты от человеческого фактора в технической части техногенной системе необходимо проектировать систему наиболее элементарной или предусматривать в сложной системе наименьшее участие человека;

3) для уменьшения участия человека или элементарности системы необходимо производить мониторинг существующих технологий и составлять наиболее оптимальные варианты исполнения техногенной системы;

4) процесс внедрения инноваций в техногенную систему дискретен, а мониторинг непрерывен, и потому требуется производство работы по созданию “срезов” тенденций развития техники и технологий;

5) на основе экономического потенциала и потенциала развития на основе сторонних инвестиций составить модель развития инноваций и оценить степень участия человека в техногенной системе и влияние человеческого фактора;

б) по результатам предшествующих этапов внедрить, доработать или отложить внедрение до наступления момента внедрения с большей эффективностью.

В качестве существующих вариантов для потенциально возможного внедрения инноваций в авиационную отрасль можно рассмотреть некоторые исследования. Среди них одним из наиболее перспективных является исследование в области химии и материаловедения. Данное исследование касается применения графена в качестве материала для укрепления материалов [10]. Свойства графена могли бы помочь укрепить все конструкционные элемент воздушного судна и повысить их долговечность. Также применение графена в конструкции трубопроводов позволит повысить герметичность трубопроводов таких функциональных систем как гидравлическая, топливная, противопожарная. А применение графена в авиационном масле позволит на порядок улучшить показатели параметров, характеризующих качество авиационного масла [11]. Среди этих показателей термостойчивость и вязкость.

Еще одной перспективной инновацией является система устранения трещин и микротрещин. Исследование упоминается в работе [12]. Суть инновации заключается в возможности устранения дефектов во время полета. Для устранения применяется физический нагрев материала при помощи электрического тока с целью обеспечения спайки краев микротрещин. Это позволит производить первичный ремонт воздушного судна прямо в полете. Множество подобных инноваций может существенно изменить подход к авиационной технике начиная с настоящего момента времени.

Заключение. В статье, в результате анализа внедрения инноваций и уменьшение влияния человека в техногенной системе, сформированы этапы, которые соответствуют технологическому прогрессу. По мере развития технологий авиационная отрасль будет

становиться все более востребованной, а доля участия человека все меньше, но не исчезнет в абсолютном понимании.

#### Список использованных источников

1. Кайдалов Л. Человеческий фактор в авиации - реальность и мифы // Aviation EXplorer 19.12.2018 г.
2. Евстигнеев Д.А. Авиационная психология и человеческий фактор// г. Ульяновск 2005 г.
3. Баранова М.В. - Методы борьбы с монотонностью труда // Вестник университета: Белорусский национальный технический университет //г. Минск
4. Григорий Кшеминский. Жизненный цикл технологии. Информация с сайта: <https://4brain.ru/blog> // 2017 г.
5. Innovation Cat. Будущее авиации. Перспективные проекты самолетов и вертолетов 2016 г. Информация с сайта: <https://habr.com/ru/post/395979/>
6. Садыханова Г.А. Теоретические основы концепции открытых инноваций.// Вестник КазНУ №6 (112). 2015г. С 133-137.
7. Хаматова А.М. Готовность к промышленному внедрению как индикатор выбора приоритетных технологических направлений 2016 г.
8. Cooperative Development of Operational Safety and Continuing Airworthiness - “Master Minimum Equipment List/ Minimum Equipment List Policy and Procedures Manual”.
9. Надежда Микова, Анна Соколова. Мониторинг глобальных технологических трендов: теоретические основы и лучшие практики // Форсайт. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-globalnyh-tehnologicheskikh-trendov-teoreticheskie-osnovy-i-luchshie-praktiki> (дата обращения: 29.09.2020).
10. Maverick. Композиционные материалы в авиастроении: Зарубежное военное обозрение - 2014 г.
11. Замула Г., Нестеренко Г. Безопасность в небе рождается на земле// М: Наука и жизнь - 2008 г.

УДК 629.7.064:331.363

Ч.Сюй<sup>1</sup>

Научный руководитель: К.Т. Кошекков  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

#### Повышение качества ТО и Р авиатехники за счет периодического повышения квалификации технического персонала, обслуживающего ВС

*В статье рассматриваются повышение качества технического обслуживания и ремонта авиационной техники за счет периодического повышения квалификации технического персонала, обслуживающего ВС.*

**Ключевые слова:** *повышения, техническое обслуживание и ремонт, инженерно-технический персонал, квалификация.*

*The article discusses the improvement of the quality of maintenance and repair of aviation equipment through periodic training of technical personnel serving the aircraft.*

**Key words:** *upgrades, maintenance and repair, engineering and technical personnel, qualifications.*

*Мақалада әуе кемесіне қызмет көрсететін техникалық персоналды мерзімді оқыту арқылы авиациялық жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу сапасын арттыру туралы айтылады.*

**Түйін сөздер:** *жаңарту, техникалық қызмет көрсету және жөндеу - инженерлік-техникалық персонал, біліктілік.*

### **Введение**

Воздушный транспорт является частным случаем сферы повышенной опасности, потому что летный аппарат, который является центром авиационной транспортной системы, также вид транспорта с повышенным риском применения. В связи с этим полное обеспечение безопасности полета и наиболее эффективности эксплуатации летного аппарата по прямому назначению рассматривает в качестве основного элемента поддержания летной годности ЛА посредством качественного технического обслуживания авиационной техники и его своевременным ремонтом.

Основной частью, показывающей качество выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту, эффективность эксплуатации технического летного аппарата в целом, является профессиональная степень подготовки ИТП. Для того чтобы авиационный персонал отвечал высоким стандартам профессионального мастерства, а также их специфическая работа предусматривает ряд особенностей при эксплуатации летного аппарата:

1. Наличием факторов случайности при различных событиях, с которыми вынужден столкнуться авиационный специалист;

2. Динамичностью процессов технического использования летного аппарата, имеющей прямое отношение как с интенсивностью использования парка летного аппарата, так и с изменением технического состояния каждого экземпляра по отдельности;

3. Необходимостью присутствия специально-обусловленной инженерной эрудицией, а также аналитическим складом ума и мышления для решения конкретно-поставленных задач:

- Анализа большого объема информации, принятия оперативных решений на их основе в условиях ограниченного времени;

- принятия с наибольшей вероятностью безошибочного решения с учетом ограниченных возможностей его исправления;

- одновременного выполнения разнообразных функций по обеспечению необходимых условий для решения производственных задач и по оперативному управлению собственно производством.

4. Необходимостью своевременного повышения квалификации, не только с развитием непосредственно самой авиационной техникой, но и в целом научно-техническим прогрессом гражданской авиации;

5. Введением на регулярной основе системы аттестации авиационного персонала, деятельность которого является обеспечение безопасности полетов.

### **Основная часть**

Первоначальная подготовка инженерно-технического персонала для технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов проводится в высших и средних специальных учебных заведениях гражданской авиации.

В настоящее время качество подготовки первоначальных профессиональных специалистов приобрело новое качество.

Авиационно-техническая подготовка инженерно-технического персонала организаций по техническому обслуживанию предусматривает:

1. Порядок допуска инженерно-технического персонала к техническому обслуживанию данных типов летательного аппарата, систем их функционалов, оборудования, а также отдельных изделий

2. Порядок повышения квалификации инженерно-технического персонала Основными общими задачами АТП ИТП являются:

- детальное изучение конструкции, профессиональный подход к выработке навыков по техническому обслуживанию и эксплуатации летательного аппарата, поиску причин отказов и повреждений авиационной техники, освоению на должном уровне умения не только их устранения, но и предупреждения;

- систематическое повышение теоретических знаний, практических умений инженерно-технического персонала, для обеспечения профессионального уровня безопасности и регулярности полетов, высоко-эффективного использования летательных аппаратов по прямому назначению и улучшения качественных показателей работы авиапредприятий – эксплуатантов.

Допуск инженерно-технического персонала к техническому обслуживанию авиационной техники:

Порядок допуска ИТП к ТО авиационной техники регламентирован действующими в ГА РК нормативно-техническими документами и предусматривает:

1. Детальное изучение обновленной авиационной техники и новых технологий;

2. Практическое освоение технического обслуживания летательных аппаратов (стажировку);

3. Своевременную аттестацию инженерно-технического персонала по техническому обслуживанию летательных аппаратов конкретного типа (виду специальных работ);

4. Получение инженерно-технического персонала свидетельств и допусков к техническому обслуживанию летательных аппаратов.

Повышение квалификации инженерно-технического персонала.

Основными формами повышения квалификации инженерно-технического персонала являются:

- техническая подготовка;

- своевременная сезонная подготовка;

- конференции, лекции и семинары;

- курсы повышения квалификации авиационных техников (механиков);

- курсы повышения квалификации инженерного состава;

- курсы повышения квалификации руководящего состава и подготовка резерва кадров;

- постоянная самоподготовка.

Текущие технические подготовки проводятся в авиапредприятиях (Организациях по ТО АТ), эксплуатирующих гражданскую АТ и предусматривает следующие аспекты:

– оперативное изучение своевременно поступающих нормативно-технических и руководящих документов, регламентирующих деятельность ИАС ГА; детальное изучение конструктивных изменений АТ по бюллетеням промышленности и порядка их выполнения;

– систематическое изучение самых ответственных и сложных систем, узлов, агрегатов и изделий авиационной техники, правил их эксплуатации и технического обслуживания;

– углубленное изучение причин повреждений и отказов авиационной техники, методов их выявления, устранения, а также своевременного предупреждения;

– приобретение практических навыков по выполнению новых видов работ и операций, предусмотренных вновь поступившей документацией.

Объем подготовки составляет 6 часов в месяц, при необходимости - до 10...12 часов в месяц.

Сезонная техническая подготовка проводится два раза в год из расчета 8... 10 часов в месяц:

- при подготовке к осенне-зимнему периоду - в течение августа - октября;
- при подготовке к весенне-летнему периоду - в течение февраля - апреля.

Сезонная подготовка предусматривает:

- своевременное изучение необходимых документов, регламентирующих подготовку и правила эксплуатации авиационной техники и наземного оборудования в соответствующем периоде;

- детальный анализ и углубленное изучение опыта эксплуатации летательного аппарата данного предприятия и в целом гражданской авиации за соответствующие периоды прошлых лет;

- периодическое повторение правил охраны труда и пожарной безопасности при техническом обслуживании и эксплуатации авиационной техники;

- систематическое проведение технических конференций по обмену опытом, а также эксплуатации авиационной техники;

- своевременное участие в летно-технических конференциях авиапредприятия (авиакомпаний).

В данные периоды сезонная и текущая учеба совмещается по общему плану и не превышает 10 часов в месяц. Указанные виды подготовки в обязательном порядке проводятся по типовым программам, утвержденным ФАВТ. К проведению занятий приглашаются более подготовленный командно-руководящий и инженерный состав.

Конференции и семинары проводятся, в первую очередь, для анализа и обобщения опыта эксплуатации летного-аппарата и определения мер по повышению их надежности, а также для изучения прогрессивных форм труда и обмена передовым опытом.

Курсы повышения квалификации для авиатехников (механиков) организуются при АУЦ (допускается непосредственно в авиапредприятиях):

- с трехнедельным сроком обучения для специалистов, обслуживающих летного-аппарата второго класса;

- с двухнедельным - третьего и четвертого классов.

В свою очередь, каждый авиатехник (авиамеханик) должен проходить указанные курсы не реже одного раза в три года.

Своевременное повышение квалификации инженерного состава проводится при АУЦ (вузах) ГА с месячным сроком обучения и периодичностью не реже одного раза в шесть лет.

Руководящий состав ИАС проходит курсы повышения квалификации при вузах ГА со сроком обучения до двух месяцев не реже одного раза в шесть лет.

Самоподготовка является одной из основных форм повышения профессиональной подготовки авиаспециалистов и проводится как по личным планам, так и по индивидуальным планам непосредственных руководителей. Ответственность за состояние и организацию авиационно-технической подготовки ИТП возлагается на руководителей предприятий (Организаций по ТО АТ).

### **Выводы**

Таким образом мы выявили что в настоящее время качество подготовки первоначальных профессиональных специалистов приобрело новое качество. Основными формами повышения квалификации инженерно-технического персонала. Текущие

технические подготовки проводятся в авиапредприятиях (Организациях по ТО АТ), эксплуатирующих гражданскую АТ. Узнали что, повышение качества технического обслуживания и ремонта авиационной техники за счет периодического повышения квалификации технического персонала обслуживающего ВС.

#### Список использованных источников

1. Айдаркин К.К., Акопов Г.Л., Ступаков В.Я. и др. Гражданская авиация: воздушные суда, двигатели, информационные технологии. Ростовна-дону.2012.
2. Акопов Г.Л., Биндус В.А. Техническая эксплуатация воздушных судов как фактор авиационной безопасности. Проблемы и перспективы развития гражданской авиации России (АВИАТРАНС – 2014) Материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 45-летию со дня основания Ростовского филиала Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2014.
3. Чинючин Ю.М. Далецкий С.В. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА И АТТЕСТАЦИЯ АВИАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА ИАС ГА.2017.

#### УДК 629.7.017.1

*А.Е. Бейсенов<sup>1</sup>, Х.Р. Анарматов<sup>1</sup>  
Академия гражданской авиации*

#### **Применение программ технического обслуживания и ремонта авиационной техники как основного документа по поддержанию летной годности воздушных судов**

*В статье рассматриваются принципы построения и применимость программ технического обслуживания, как основной документ планирования периодического технического обслуживания.*

**Ключевые слова:** авиация, воздушное судно, техническое обслуживание, летная годность, логический анализ, программа технического обслуживания.

*Мақалада мерзімді техникалық қызмет көрсетуді жоспарлаудың негізгі құжаты ретінде техникалық қызмет көрсету бағдарламаларын құру және қолдану принциптері қарастырылады.*

**Түйін сөздер:** авиация, әуе кемесі, техникалық қызмет көрсету, ұшуға жарамдылық, логикалық талдау, техникалық қызмет көрсету бағдарламасы.

*The article discusses the principles of construction and applicability of maintenance programs as the main document for planning periodic maintenance.*

**Keywords:** aviation, aircraft, maintenance, airworthiness, logical analysis, maintenance program.

Состояние проблем обеспечения безопасности полетов определяется эффективностью действующей системы поддержания летной годности воздушных судов. Задачи улучшения данной системы решались на всех этапах становления и развития авиационной промышленности, начиная с проектирования самого первого летательного аппарата. Соблюдение правил летной, технической эксплуатации и технического обслуживания гражданских ВС возлагаются на эксплуатанта, обеспечения соответствия требованиям

летной годности типа ВС – на разработчика, соответствие экземпляра ВС – на производителя, а государственный контроль за летной годностью на всех этапах жизненного цикла ВС – на уполномоченный орган в сфере ГА [1].

Условия конкуренции рынка авиаперевозок подразумевают разработку максимально эффективной Программы технического обслуживания (Aircraft Maintenance Program) и ремонта (ТО и Р) ВС, способствующая оптимизации различных методов и эксплуатации, а также режимов ТО и Р одной из главных целей которых является снижение затрат при эксплуатации и поддержания летной годности, считается важным элементом обеспечения конкурентоспособности мировых концернов современной гражданской авиации. Указанные принципы получили в мировой практике название (Reliability-Centered Maintenance), то есть «ТО и Р, ориентированные на поддержание показателей надежности».

Настоящий пункт 83 части I Приложения 6 к Чикагской Конвенции возлагает на эксплуатанта обязательство обеспечить присутствие утвержденной государством регистрации программы ТО и Р для применения в качестве основного руководящего документа техническим персоналом служб технической эксплуатации и обеспечения полетов в соответствии с данной программой ТО и Р. Документ Программы ТО и Р должен включать в себя следующие моменты: перечень работ по ТО и периодичность их выполнения с учетом предполагаемого использования ВС, программу сохранения целостности конструкции, процедуры изменения методов эксплуатации, описание процедур контроля состояния и программы контроля надежности систем, агрегатов и силовых установок ВС. В "Руководстве по летной годности" Doc 9760 AN/967 ICAO содержатся требования к "Программе контроля уровня надежности", в том числе: к критериям программы, к схеме организации работ, к системе сбора данных, анализу и представлению данных, к контрольному уровню надежности, к статистическим методам установления контрольных значений, к корректировке сроков ТО и Р [2].

Внедрение эффективной Программы ТО и Р является инструментом реализации наиважнейших принципов. Ключевыми составляющими характеристиками, определяющие качество структуры технического обслуживания, являются объем и периодичность выполнения работ по техническому обслуживанию, оказывающее прямое воздействие на эксплуатационные расходы и интенсивность эксплуатации ВС. Приложением также являются конструктивные особенности ЛА, нормативные и методические требования, качество выполнения работ, параметры эксплуатации, а также ряд других факторов.

Зарубежные опыт широко применяет совместный методический документ авиакомпаний-операторов и заводов-изготовителей авиационной техники – MSG-3, как средство разработки первоначальной Программы ТО. Впервые он был издан в 1968 г. (MSG-1), затем неоднократно пересматривался. Последние изменения в него были внесены в сентябре 1993 г. В настоящее время он известен под названием MSG-3 «Основные положения по разработке Программы ТОиР». Серия документов MSG была выпущена как результат сотрудничества эксплуатантов, поставщиков ВС и полномочных авиационных органов. Изменения этого документа также проводятся в рамках такого сотрудничества.

Эффективность программы ПЛГ ВС определяется степенью ее приспособленности к выполнению функций по поддержанию и восстановлению исправности самолетов, планированию ее использования по налету часов с определенными затратами времени, труда и материальных средств. Программа ПЛГ ВС призвана обеспечить: безотказность изделий в полете, требуемую для поддержания безопасности полетов; минимальное количество задержек вылетов из-за простоев по техническим причинам; исправность самолетов, требуемую для выполнения заданных полетов; приемлемые трудовые и материальные затраты. Мировые стандарты направления разработки сводятся к применению требований АТА (Aviation Transport Association), как к спецификации самолета, так и к разработке

планового ТО для него. Основой процесса построения регламента технического обслуживания согласно АТА [3] является MSG-3 (Maintenance Steering Group – 3rd Task Force – группы руководства техническим обслуживанием) анализ.

Эксплуатант, осуществляющий управление летной годностью ВС иностранного производства, обязан разработать программу, руководствуясь Методическими рекомендациями по разработке Программы технического обслуживания самолетов иностранного производства. Программа разрабатывается на основании документов, представляемыми Авиационными властями и Производителем ВС, одобряется Авиационными властями страны регистрации ВС. [4]

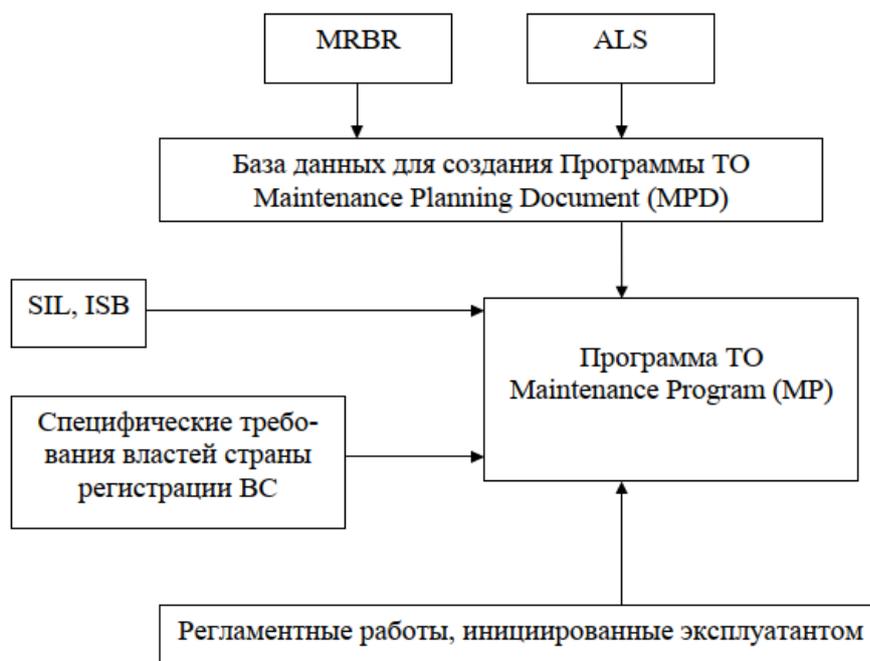


Рис. 1. Общая схема разработки Программы ТО ВС иностранного производства

Документ, как элемент структуры планирования ТО, должен содержать первоначальный минимум работ (по мере накопления опыта эксплуатации типа, перечень работ и интервалы будут изменяться, чтобы улучшить экономичность ТО и сократить простои) для отдельного типа воздушного судна и для его двигателей без съема с ЛА. Работы по техническому обслуживанию двигателей после съема их с самолета в отчете MRBR не рассматриваются, а регламентируются отдельными документами. Несмотря на то, что программы у разных авиакомпаний могут сильно отличаться, первоначальные требования для конкретного типа ВС являются одинаковыми для всех. Для того, чтобы программа ТО, разработанная на основе отчета MRBR эксплуатантом, стала применима к конкретным ВС, она должна быть также утверждена авиационными властями страны регистрации данного ВС. После утверждения документ используется как основа для разработки уникальной программы ТО ВС каждым пользователем ВС.

### Вывод

На основе отчета MRB и согласованной программы ТО и Р, производитель самолета издает документ по планированию ТОиР (MPD - Maintenance Planning Document) и готовит раздел Руководства по эксплуатации «Ограничения летной годности». Этот раздел также утверждается авиационными властями и является основным документом, ограничивающим ресурсы и сроки службы компонентов и агрегатов планера исходя из их отказобезопасности

и влияния на летную годность. На основании МРД документа строится уникальная программа технического обслуживания операторов воздушных судов.

### Список использованной литературы

1. Чинючин Ю.М., Смирнов Н.Н., Кирдюшкин В.С. Проблемы совершенствования системы поддержания летной годности воздушных судов. М.: Научный вестник МГТУ ГА № 178(4), 2012. стр. 1–6.
2. Ицкович А.А., И.А. Файнбург – Обобщение опыта применения эффективности поддержания летной годности воздушных судов в центрах технического обслуживания и ремонта авиационной техники – М.: Научный вестник МГТУ ГА № 173, 2011.
3. Аверьянов А.Б., Чичков Б.А. – Особенности организации процедуры MRB. – М.: Научный вестник МГТУ ГА № 134, 2008. стр. 1–5.
4. Громов М.С., Шапкин В.С. Проблемы поддержания летной годности воздушных судов //Научный Вестник МГТУ ГА, серия Аэродинамика и прочность, поддержание летной годности воздушных судов. - 2004.- № 73(2).

УДК 629.7.064

*Ш.Б. Базарбай<sup>1</sup>*

*Научный руководитель: Т.И. Омаров<sup>1</sup>*

*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

### Стратегия технического обслуживания и ремонта ВС

*Данная статья является обзорной частью диссертационной работы "Совершенствование программы технического обслуживания и ремонта Boeing 737". В нем дается описание существующих стратегии ТОиР современных ВС.*

**Ключевые слова:** *ТОиР (техническое обслуживание и ремонт), ремонт после отказа, ППР (планово-предупредительный ремонт), ремонт по фактическому состоянию, проактивное обслуживание, программа технического обслуживания и ремонта.*

*Бұл мақала "Boeing 737 техникалық қызмет көрсету және жөндеу бағдарламасын жетілдіру" диссертациялық жұмыстың шолу бөлігі болып табылады. Онда қазіргі заманғы ӘК ТҚКЖ стратегиясының сипаттамасы берілген.*

**Түйін сөздер:** *ТҚКЖ (техникалық қызмет көрсету және жөндеу), істен шыққаннан кейінгі жөндеу, ЖАЖ (жоспарлы-алдын ала жөндеу), нақты жағдайы бойынша жөндеу, проактивті қызмет көрсету, техникалық қызмет көрсету және жөндеу бағдарламасы.*

*This article is a review part of the dissertation "Improvement of the Boeing 737 maintenance and repair program". It describes existing maintenance and repair strategies for modern aircraft. New and promising technologies and technical solutions are considered to improve the quality and reliability of maintenance and repair work.*

**Keywords:** *Maintenance and Repair, Run to Failure, Time Based Maintenance, Condition Based Maintenance, Predictive Maintenance.*

### Введение

Система технического обслуживания и ремонта (ТОиР) является системой управления техническим состоянием изделия в заданных условиях эксплуатации. Управляющие воздействия в этой системе формируются в зависимости от значений принятого признака технического состояния изделия, т. е. в соответствии с принятыми стратегиями ТОиР, и выражаются в проведении тех или иных операций ТОиР. Признаком технического состояния изделия (изделий) может быть значение наработки, показателя надежности или диагностического параметра. При всех стратегиях ТОиР мероприятия по повышению надежности изделий, корректировка объемов и периодичности технических обслуживаний и ремонтов осуществляются на основе анализа информации о всех признаках технического состояния изделий и эффективности системы ТОиР. Однако методы анализа и использования различных видов информации зависят от стратегий ТОиР. Один из видов информации является основным при принятии решений о необходимом перечне операций ТОиР и периодичности их выполнения. Остальные данные используются для корректировки принимаемых решений с целью повышения их эффективности.

Каждая стратегия ТО(Р) определяет техническую политику и затраты на ТО или ремонт изделия и предъявляет определенные требования ко всем элементам системы ТОиР, т. е. к объектам, средствам, исполнителям ТОиР и к связям между этими элементами, установленным в документации.

Стратегию ТО(Р) данного типа изделия авиационной техники выбирают на основе анализа надежности изделия, влияния его отказа на безопасность и регулярность полетов, зависимости безотказности от наработки, эксплуатационной технологичности, прежде всего контроле пригодности изделия, технической возможности и экономической целесообразности применения той или иной стратегии.

### Основная часть

Эффективность процесса технического обслуживания (ТО), а, следовательно, и его качество всегда было тесно взаимосвязано с надежностью обеспечения безотказной работы как воздушного судна (ВС) в целом, так и его систем в отдельности, и зачастую определялось особенностями действующей стратегии ТО.

С учетом возможных сочетаний времени и источников получения информации различают четыре вида стратегий ТО (см. таблицу 1):

Т а б л и ц а 1 – Виды стратегий ТО ВС:

| По источнику   | По времени   |  |
|----------------|--|--|
|                | Априорная  | Апостериорная  |
| Обобщенная     | 1. По наработке для всех однотипных объектов, находящихся в эксплуатации (ТОНАР <sub>о</sub> ) | 3. По состоянию с контролем надежности всех объектов, находящихся в эксплуатации (ТОСКН) |
| Индивидуальная | 2. По наработке индивидуально для каждого объекта (ТОНА <sub>Ри</sub> )                        | 4. По состоянию с контролем параметров ТС каждого объекта (ТОСКП)                        |

Стратегии ТО по состоянию (ТОСКН, ТОСКП) отличаются от стратегий по наработке (ТОНАР) как по структуре, так и по распределению материально-технических ресурсов, связанных с их реализацией. Стратегии по состоянию предполагают комплексное развитие материально-технической базы эксплуатационных предприятий (АТБ), проведение мероприятий по повышению эксплуатационной технологичности и контролепригодности ВС. Стратегии по наработке базируются на развитой базе ремонтных предприятий, совершенствовании методов и средств установления ресурсов изделий.

Общим признаком для рассматриваемых стратегий является их плано-предупредительный характер. Однако и здесь имеются существенные различия. Так, при реализации стратегий по состоянию планируются (регламентируются) только те мероприятия, которые связаны с определением технического состояния (ТС) ВС, а остальные выполняются по технической необходимости. Ограничения на межремонтные ресурсы изделий при этом отсутствуют.

Стратегия ТОНАР (метод эксплуатации по ресурсу - ТЭР) представляет собой принцип управления, при котором объем и периодичность работ по ТО (режим ТО) устанавливаются в зависимости от наработки ВС с начала эксплуатации или после последнего капитального ремонта. Важнейшим требованием, предъявляемым к системе технической эксплуатации (ТЭ) при ТОНАР, является обеспечение заданного уровня надежности (безотказности) объекта при минимальных эксплуатационных расходах.

Поскольку отказы объектов ТОНАР не поддаются прогнозированию, проверки объектов обычно не увязываются с процессами изменения их ТС и направлены в основном на выявление скрытых производственных дефектов, а также разнообразных эксплуатационных повреждений. Требуемый уровень надежности (безотказности) объектов ТОНАР при этом обеспечивается за счет ограничения сроков их эксплуатации (ресурсов).

Стратегия ТОСКН (метод ТЭ до отказа - ТЭО) представляет собой принцип управления ПТЭ, при котором объем и периодичность работ по ТО устанавливаются в зависимости от уровня надежности (безотказности) всех однотипных изделий, находящихся в эксплуатации. Важнейшим требованием, предъявляемым к режиму ТО при ТОСКН, является поддержание заданного уровня надежности (безотказности) объекта при минимальных эксплуатационных расходах.

Стратегия ТОСКП (метод ТЭ по параметрам - ТЭП) представляет собой принцип управления ПТЭ, при котором объем и периодичность работ по ТО устанавливается с учетом положения текущих значений контролируемых параметров ВС относительно границ допусков.

Важнейшим требованием, предъявляемым режиму ТО, при этом является поддержание заданного уровня надежности (безотказности) объектов между проверками при минимальных эксплуатационных расходах.

К объектам ТОСКП относится большая группа изделий ВС, для которых характерны постепенные отказы, оказывающие сильное влияние на безопасность полетов, процесс развития которых доступен для наблюдения существующими средствами ТД. К их числу относятся силовые элементы конструкций, подверженные усталостным разрушениям, источники давления (насосы), фильтры, узлы трения и т.д. Вероятность отказа объектов

ТОСКП в значительной степени зависит от их наработки с начала эксплуатации, режима работы, качества ТО, ГСМ и т.д.

Период развития отказов объектов ТОСКП имеет протяженность во времени, соизмеримую с отдельными этапами эксплуатации ВС ( формами ТО, капитальными ремонтами и т.д.). В силу этого при проведении проверок удается своевременно выявить и заменить (восстановить) объекты, находящиеся в предотказном состоянии, предупредив тем самым возникновение отказов. Таким образом, объекты ТОСКП эксплуатируются до момента возникновения предотказного состояния, а ограничения на межремонтные ресурсы при этом отменяются. Проверки проводятся с определенной периодичностью, которая устанавливается с учетом требований к безотказности объекта, "живучести" его конструкции, а также надежности контроля.

В виду постоянного развития информатизационных технологий многие компании рассматривают возможность использования мобильной технологии для трансформации производственных процессов и получения конкурентных преимуществ. Мобильная технология изменила способы коммуникации между людьми, доставки товаров, мониторинга оборудования и даже основные принципы управления производственными процессами. Удаленный мониторинг ресурсов и инструменты диагностики позволяют существенно снизить эксплуатационные расходы и сократить простои оборудования, имеющие критическое значение для многих компаний. Стоимость "упреждающей" эксплуатации, достигаемой в процессе мониторинга, составляет лишь 1/10 от стоимости "корректирующей" эксплуатации и 1/5 от стоимости "профилактической" эксплуатации.

Сегодня большинство авиакомпаний осознают потребность в оптимизации деятельности служб и специалистов, работающих вне офиса (аэродрома базирования). Схема упреждающего технического обслуживания (УТО) позволяет сократить время простоев ВС и непосредственно влияет на итоговую прибыль компании. Встроенные бортовые устройства регистрации информации на самолетах последнего поколения позволяют не только осуществить удаленный мониторинг ТС, но и реализовать механизм упреждающего обслуживания с помощью дополнительной диагностики.

Учитывая тот факт, что доля рынка, принадлежащая компании, зависит не только от качества предоставляемой клиенту услуги, но также и от качества поддержания уровня безопасности полетов, удаленный мониторинг ТС является ключевым отличительным свойством компании, дающим ей серьезные конкурентные преимущества.

Мобильность обслуживающего персонала, работающего в "полевых" условиях, обеспечивает интегрированный, всеобъемлющий подход, позволяющий предсказать возникновение проблемы и заблаговременно направить сервисных специалистов для принятия упреждающих мер. Обладая возможностями беспроводной связи, специалист, работающий в "полевых" условиях, может получить доступ к целому ряду необходимой для него информации:

- общие сведения: бортовой номер, заводской номер, дата выпуска и пр.;
- ремонтные данные;
- удостоверения и свидетельства;
- ресурсы и наработки;
- выполнение регламентных работ;

- история изменения ресурсов основных изделий (ОИ) ВС;
- движение ОИ в эксплуатации;
- справки за рейс;
- наработка ОИ по месяцам;
- выполнение бюллетеней и указаний;
- работы и текущий ремонт;
- история комплектации борта двигателями и ВСУ, что позволяет повысить продуктивность его работы и эффективность производственного процесса в целом.

Удаленный мониторинг встроенных устройств ("умных" машин) в сочетании с мобильными инструментами, позволяющими повысить качество сервиса в полевых условиях, помогает компаниям выгодно отличаться на рынке, высоким уровнем сервиса для клиентов и их лояльностью.

Преимущество предлагаемого удаленного мониторинга ТС и диагностики для авиакомпаний заключается в том, что появляется возможность повысить надежность работы систем ВС, уменьшить время простоев, более эффективно организовать работу специалистов на удаленных площадках, снизить текущие затраты и риски.

Повышение безопасности полетов достигается благодаря возможности доступа в реальном времени к удаленным и распределенным ресурсам и встроенным датчикам, "ответственным" за мониторинг параметров основных систем ВС.

Более эффективное использование человеческих ресурсов достигается за счет уменьшения потребности в непосредственном осмотре удаленного оборудования и датчиков на местах.

Таким образом, за счет "упреждающей" эксплуатации достигается максимальное время бесперебойной работы оборудования и систем ВС в целом.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений является разработка технологии упреждающего анализа (Predictive Analytics) технического состояния систем для улучшения эффективности работы и сокращения эксплуатационных затрат. Основанная на сборе и обработке информации технология, позволяющая прогнозировать дальнейшее развитие событий, реализуется в пакете Macsea Dexter, который может осуществлять автоматический мониторинг и диагностику состояния любого оборудования. Система производит непрерывный анализ и обработку данных, оповещая оператора о появившихся или возможных проблемах, анализирует работу каждого компонента оборудования в реальном времени и прогнозирует его состояние и производительность в будущем.

Благодаря хорошей окупаемости технологий и методов упреждающего обслуживания, они стали новой ступенью развития в сфере технической поддержки. За последние тридцать лет подход к техническому обслуживанию значительно изменился, пройдя путь от обслуживания по необходимости (RM) к профилактическому (PM), а затем и к упреждающему обслуживанию (PdM).

Эффективность и окупаемость технологий PdM зависит от компании и отрасли промышленности. Быстро определить преимущества данного подхода очень сложно. В целом методы PdM обеспечивают большую экономию, чем технологии PM и RM. Исследования компании Emerson Process Management показывают, что расходы на профилактическое обслуживание будут в 5 раз выше, а на обслуживание при необходимости

- в 15 раз выше, чем в случае упреждающего подхода. Экономия средств также достигается благодаря сокращению времени вынужденного простоя.

В среднем незапланированное время простоя для типичного технологического процесса может стоить 1- 3% дохода и 30-40% прибыли в год. Другой источник дохода - это отказ от ненужного профилактического обслуживания и связанных с ним расходов на материалы, трудовых ресурсов, а самое главное - это сокращение объемов запасного оборудования и сопутствующих затрат на его содержание, которые могут составлять 25% стоимости.

По данным независимых опросов, средние показатели производственной экономии, достигнутые благодаря применению упреждающего подхода PdM составляют:

Рентабельность инвестиций: 10%.

Сокращение расходов на обслуживание: 25-30%.

Сокращение количества аварий: 70 - 75%.

Уменьшение времени простоя: 35 - 45%.

Увеличение производительности: 20 - 25%.

Прибыль может оказаться гораздо больше из-за значительной экономии от сокращения/устранения повреждений вторичного оборудования благодаря упреждающему подходу. Технологии PdM сокращают затраты на ненужную техническую поддержку. Расходы трудовых ресурсов могут быть уменьшены благодаря сокращению количества заказов на обслуживание. Страховые взносы также могут быть уменьшены с помощью PdM. Кроме этого, такой подход дает преимущества с точки зрения безопасности работы персонала, что положительно влияет на моральное состояние сотрудников, производительней качество продукции и т.д. Благодаря этому удается сэкономить еще 10-30 %.

### **Заключение**

Выбор той или иной стратегии ТОиР ВС и его компонентов зависит от многих факторов, среди которых основными являются технологичность производства и обслуживания изделия, способы контроля их состояния и надежности, цена производства, замены и ремонта.

Не редкий случай, когда в процессе активной эксплуатации ВС выявляются проблемы с обеспечением безопасности, а вместе с ним надежности изделия. Если в случае нахождения проблемы на этапе разработки можно достичь высоких показателей эффективности, то в случае их нахождения в процессе эксплуатации по цепной реакции возникают проблемы с поиском решения и его проверкой, планированием и организацией модификации, временной приостановкой эксплуатации и т.д.

Своевременное нахождение проблем и его корректировка в процессе эксплуатации ВС во многом зависит от заранее выбранной стратегии. Немалую роль в этом играет постоянная взаимосвязь производителя и эксплуатанта в лице инженерно-технического состава. Причем эта связь с развитием современных информационных и коммуникационных технологий дошла до каждодневного диалога с высокой скоростью обмена данными.

**Список использованных источников**

1. Сидоров Владимир Анатольевич. Лекции по деталям машин. Лекция 3. Стратегии и виды технического обслуживания и ремонта. URL: <https://eam.su/lekcija-3-strategii-i-vidy-technicheskogo-obsluzhivaniya-i-remonta.html>
2. ГОСТ 24212-80 Система технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Термины и определения. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ. Москва. Фонд депозитарного хранения. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 мая 1980 г. № 2409
3. Проектирование самолетов: Учебник для вузов/ С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. Под ред. С.М. Егера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
4. About Boeing commercial airplanes. URL: <http://www.boeing.com/company/about-bca/>
5. Обеспечение летной годности воздушных судов гражданской авиации по условиям прочности: учебник / С.В. Бутушин и др. – М.: МГТУ ГА, 2013. – 772 с.: 92 табл., 366 рис., лит.: 353 наим. ISBN 978-5-86311-898-7

**УДК 629.13.662.75**

*К.К. Байсакалова<sup>1</sup>*  
*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

**Оценка надежности топливной системы самолета Boeing**

*Рассматриваются оценка топливной эффективности гражданских самолетов при эксплуатации, основанные на уменьшении времени наземной работы двигателей самолетов, снижении взлетной массы самолета, выборе оптимальных режимов пилотирования. Приводятся экспериментальные данные и результаты оценки экономической эффективности новых топливосберегающих методов.*

**Ключевые слова:** *топливная система, методы повышения, оценка топливной системы, надежность, эффективность, безотказность.*

*An assessment of the fuel efficiency of civil aircraft during operation is considered, based on a decrease in the time of ground operation of aircraft engines, a decrease in the take-off weight of an aircraft, and the choice of optimal flight modes. Experimental data and results of evaluating the economic efficiency of new fuel-saving methods are presented.*

**Key words:** *fuel system, enhancement methods, assessment of the fuel system, reliability, efficiency, reliability.*

*Азаматтық әуе кемесінің пайдалану кезіндегі жанармай тиімділігін бағалау әуе кемелерінің қозғалтқыштарын жердегі пайдалану уақытының төмендеуіне, әуе кемесінің ұшу салмағының төмендеуіне және ұшудың оңтайлы режимдерін таңдауға негізделген. Тәжірибелік деректер мен отын үнемдеудің жаңа әдістерінің экономикалық тиімділігін бағалау нәтижелері келтірілген.*

**Түйін сөздер:** *отын жүйесі, жетілдіру әдістері, отын жүйесін бағалау, сенімділік, тиімділік, сенімділік.*

### Введение

Топливная система самолета является одной из важнейших систем, предназначенная для размещения необходимого запаса топлива и бесперебойной подачи его к двигателям. Для того чтобы данная система функционировала безотказно, необходимо поддерживать надежность топливной системы на всех этапах ее эксплуатации.

Целью статьи является оценка надежности топливной системы самолета Boeing и ее основных отказных агрегатов. Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

- сбор и обработка статистических данных;
- выбор метода определения надежности функциональных систем;
- расчет надежности;
- анализ полученных результатов.

Эксплуатации топливной системы самолета Boeing 737 показал, что в ней присутствуют 13 отказных элементов.

Надежность в процессе эксплуатации изделия определяется использованием одним из известных методов, таких как метод логических схем, табличным методом, методом структурных схем. Используя метод структурных схем, выполняем расчеты надежности элементов топливной системы, руководствуясь требованиями и условиями. Данный метод предусматривает преобразование принципиальной схемы в структурную, состоящей из последовательно и параллельно соединенных элементов.

Для выполнения расчета надежности в соответствии с методом структурных схем используем формулы надежности:

- средняя наработка на отказ

$$T_{cp} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + \dots + T_n}{n}$$

- интенсивность отказов

$$t = \frac{1}{T}$$

- вероятность безотказной работы

$$P(t) = e^{-\int_0^t \theta(t) dt}$$

В соответствии с формулами надежности были записаны математические выражения с учетом параллельного и последовательного соединений для расчета вероятности безотказной работы элементов топливной системы. На основании полученных математических выражений были произведены расчеты вероятности безотказной работы элементов, подблоков и блоков, системы в целом.

Выполненная работа показала, что наибольшее количество отказов приходится на топливные центробежные насосы и перекрывающие клапаны. Их вероятности отказов составляют от 0,04 до 0,22, а вероятность безотказной работы топливной системы самолета Boeing равна 0,84. Так как вероятность безотказной работы систем должна быть приближена к 1, модернизация топливной системы путем дополнительного резервирования самых часто отказываемых элементов системы помогла бы снизить вероятность их отказов, тем самым увеличивая вероятность безотказной работы системы в целом.

Повышения топливной эффективности самолетов вызвана ограниченными ресурсами нефтепродуктов (авиатоплива) на планете. Во второй половине двадцатого века, в связи с топливным кризисом, когда цены на углеводороды резко выросли, процент затрат на авиатопливо достиг 60 - 65% от суммарных затрат на эксплуатацию пассажирских самолетов, вместо 30 - 35%. В этой связи, самолеты авиакомпаний становятся менее

эффективными, что отражается на росте цен авиабилетов и, как следствие, снижении пассажиропотока. Решение проблемы можно рассматривать по двум направлениям. Первое - это совершенствование проектно-конструкторских технологий, обеспечивающих создание новой более экономичной авиационной техники, и модификация серийной техники с целью экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Вторым путем - это снижение затрат на авиатопливо в условиях массовой эксплуатации самолетов.

В данной статье рассматриваются некоторые пути и методы снижения затрат на авиатопливо в реальных условиях эксплуатации гражданских самолетов.

Снижение продолжительности работы авиадвигателей на земле

Расход авиатоплива на руление к взлетно-посадочной полосе (ВВП) перед взлетом и на за-руливание самолетов после приземления составляют в среднем 2-4 % от общего расхода топлива или около 22 мин. Эта цифра больше для ближнемагистральных самолетов, которые меньше времени проводят в воздухе и чаще задерживаются в загруженных аэропортах, при этом выключение двигателей не всегда оправдано, поскольку можно не уложиться в отведенный слот. Существенно сократив время работы двигателей на земле, можно сохранить ресурс двигателя за счет снижения степени его износа и меньшей вероятности попадания в газоздушный тракт двигателя посторонних предметов.

### Заключение

В какой-то мере проблема может решаться путем применения тягачей для буксировки самолетов. Буксировка самолета требуется при разных ситуациях: внутренние и международные рейсы распределены по разным терминалам, при этом прибытие самолета может осуществляться к одному терминалу, а взлет - с другого; по прилету самолета ему возможно требуется продолжительная по времени форма ТО и в этом случае самолет необходимо отбуксировывать на специальную стоянку; необходимость буксировки при выкатывании самолета с полосы на вязкий грунт и другие ситуации.

Довольно перспективным решением проблемы в таких случаях является установка специального привода на стойки шасси, прежде всего на носовую.

По мнению производителя, использование устройства на узкофюзеляжных лайнерах в масштабах аэропорта Франкфурта, где проводились испытания, дало уменьшение расхода топлива на 44 т в день.

### Список использованной литературы

1. Анцелиович Л. Л. Надежность безопасность и живучесть самолета. М. : Машиностроение
2. Светлицкий В. А. Статистическая механика и теория надежности. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана,
3. Boeing 737 Next-Generation [Электронный ресурс]. URL: <http://www.boeing.com/>
4. Самолет едет, двигатели стоят [Электронный ресурс]. URL: <http://aviaglobus.ru/2013/01/05/5144>
5. Doc 10013. Эксплуатационные возможности уменьшения расхода топлива и эмиссии. 1-е изд. Монреаль: ИКАО, 2014.

## УДК 629.7.002.2(075)

*Е.Ж. Жаркынбеков*  
*Научный руководитель: Сейнасинова А.А.*  
*Академия гражданской авиации*

**Эксплуатационная технологичность как важнейшая часть авиационной техники.**

Статья является обзорным материалом для решение задач совершенствования организации технического обслуживания и улучшения технико-экономических показателей. Совершенствование методов обеспечения доступности, легкосъемности, взаимозаменяемости и контролепригодности воздушных судов.

**Ключевые слова:** эксплуатационная технологичность, унификация, взаимозаменяемость, преемственность, легкосъемность, контролепригодность.

*The article is a review material for solving problems of improving the organization of maintenance and improving technical and economic indicators. Improving methods for ensuring the availability, ease of removal, interchangeability and controllability of aircraft.*

**Keywords:** operational manufacturability, unification, interchangeability, continuity, ease of use, controllability.

*Мақала техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыруды жетілдіру және техникалық-экономикалық көрсеткіштерді жақсарту міндеттерін шешу үшін шолу материалы болып табылады. Әуе кемелерінің қолжетімділігін, жеңіл алынуын, өзара алмастырылуын және бақылауға жарамдылығын қамтамасыз ету әдістерін жетілдіру.*

**Түйін сөздер:** пайдалану технологиялылығы, біріздендіру, өзара алмастырушылық, сабақтастық, оңай түсіру, бақылау жарамдылығы.

**Введение**

Воздушное судно из века веков совершенствуется и становится более безопасным, комфортным и технологически совершенствованным. Для достижения всех этих целей немало важную роль играет эксплуатационная технологичность воздушного судна. В книгах Смирнова описано таким образом:

«Под эксплуатационной технологичностью ЛА понимают совокупность свойств его конструкции, характеризующих приспособленность к выполнению всех видов работ по ТОиР с использованием наиболее экономичных технологических процессов.» По стандартам США технологичность описана как: «Относительная непринужденность и экономия времени и ресурсов, с которыми изделие может быть сохранено или восстановлено к указанному состоянию, когда обслуживание выполнено квалифицированным персоналом, используя предписанные процедуры и ресурсы, на каждом предписанном уровне обслуживания и ремонта, Как мы знаем эксплуатационная технологичность нацелен на уменьшение времени обслуживания и ремонта. Цель ЭТ состоит в том, чтобы при обслуживаний воздушного судна уменьшит время, трудовые затраты и другие ресурсы а также упрощению обслуживания и ремонта воздушного судна. При эксплуатационной технологичности воздушного судно проявляется конструкций к выполнению операций технического осмотра и ремонта, в том числе по устранению отказов и повреждений. Актуальным вопросом у эксплуатационников является спроектировать воздушное судно экономичным, простым и конечно же безопасным.

Улучшение эксплуатационной технологичности как самостоятельная проблема возникла главным образом в связи со значительным усложнением конструкций ВС и усилением требований в отношении эффективности их использования. Обеспечения эксплуатационной технологичности является одной из важных и сложных задач рассматриваемой проблемы. При ее решении следует иметь в виду, что обеспечение высокого уровня эксплуатационной технологичности ВС часто влечет за собой усложнение их конструкции. Дополнительная индексация, встроенный контроль, автоматизация поиска отказов и повреждений, обеспечение доступности, легкосъемности, взаимозаменяемости и контролепригодности изделий ВС обычно усложняют конструкцию ВС, приводят к увеличению его массы и стоимости. Однако без осуществления этого эффективная эксплуатация ВС становится невозможной.

### **Основная часть**

Улучшение эксплуатационной технологичности конструкций летательных аппаратов способствует повышению надежности их работы и безопасности полетов.

В процессе эксплуатации ВС происходит изменения его технических состояний. Сложные процессы, происходящие в материалах, изменяют свойства деталей, узлов, блоков и условия их работы. Прежние отказы со временем уменьшаются и вместо них появляются другие повреждения.

Конструкции современных ВС, как и всяких сложных машин и технических устройств, не являются равнопрочными. Поэтому замены их агрегатов, узлов, блоков по отработке ресурса и при внезапных отказах производятся в разное время, на разных формах технического обслуживания и этапах подготовки ВС к использованию.

При технической обслуживаний ВС стремятся к максимальному сокращению объемов ТОиР без ущерба, конечно, для показателей безотказности. Однако не везде и не всегда это получается. Наиболее удачные результаты достигаются там, где обеспечен высокий уровень эксплуатационной технологичности конструкций ВС, позволяющий запланированные объемы технического обслуживания и текущий ремонт выполнять при наименьших затратах времени, труда и средств.

#### **Характеристика требований эксплуатационной технологичности.**

В практике работы конструкторских организаций имеются хорошие примеры, когда монтажи систем выполняют в отсеках, на съемных панелях гидравлические, газовые и электрорадио проводки по фюзеляжу и крылу прокладывают в специальных коллекторах, что предохраняет их от повреждений, устраняет возможность короткого замыкания, обеспечивает удобство для технического обслуживания и ремонта. Большое влияние при создании новых типов летательных аппаратов уделяется вопросам унификации и стандартизации агрегатов и узлов. Однако конструкции некоторых типов летательных аппаратов все еще недостаточно совершенны с точки зрения их эксплуатационной технологичности.

В настоящее время разработаны общие требования к обеспечению эксплуатационной технологичности конструкций вновь создаваемых типов летательных аппаратов, которые включают требуемые значения показателей эксплуатационной технологичности, требования к конструкции по приспособленности к прогрессивным методам выполнения технического обслуживания и ремонта, требования к конструкции в части выполнения смазочных, контрольно-крепёжных, контрольно-регулируемых, заправочных и других видов операций, а также требования к конструктивному выполнению и размещению на летательном аппарате отдельных систем, узлов, их унификации и стандартизации.

В конструкциях новых летательных аппаратов должна предусматриваться возможность широкого применения при эксплуатации методов агрегатно-узлового ремонта, замены и

ремонта агрегатов по фактическому техническому состоянию, периодической проверки параметров агрегатов и блоков без их демонтажа с летательного аппарата.

Агрегаты летательного аппарата должны быть контроле пригодными иметь встроенные датчики и присоединительные места для периодической проверки их технического состояния с помощью средств контроля.

Требования к смазочным, контрольно-крепежным, контрольно-регулирующим работам сводятся к следующему:

1. Минимизация количества смазок и унификация типов применяемых масленок и других устройств для смазки трущихся поверхностей;

2. Обеспечение легкого доступа к резьбовым соединениям, требующим проверки момента затяжки болтов, сокращение количества типоразмеров крепежных деталей, унификация размеров под ключ головок болтов и гаек;

3. Размещение встроенных датчиков и выводных устройств в агрегатах, изделиях, блоках для замера диагностических параметров при техническом обслуживании без их демонтажа с летательного аппарата, а также унификация устройств для подсоединения к летательному аппарату контрольно-измерительной аппаратуры. Размещение на летательном аппарате отдельных систем, агрегатов и узлов должно обеспечить доступность, легкоъемность и взаимозаменяемость агрегатов, узлов, блоков при их техническом обслуживании и ремонта, а также группировку съемных агрегатов и блоков в крупные монтажные узлы (панели) и расположение их в специализированных отсеках.

Обеспечения взаимозаменяемости в самолетостроении

Наибольший объем подгоночных работ выполняется при замене агрегатов и узлов летательных аппаратов, стыкуемых по конструктивно-эксплуатационным разъемам. В эту группу входят основные агрегаты и узлы планера, силовой установки, шасси и управления самолетом.

Успешным следует считать применение фланцевого разъема частей крыла. Применение конструктивной компенсации в виде разницы диаметров отверстия и болта в стыке, равной 0,1—0,3 мм, обеспечивает полную взаимозаменяемость отъемных частей крыла по фланцевым разъемам при техническом обслуживании и ремонте.

Для обеспечения взаимозаменяемости рулей и элеронов выполняемая навеска их по типу «ухо—вилка» с применением конструктивной компенсации в элементах разъема является наиболее целесообразной.

Для створок шасси из двух применяемых на практике типов узлов навески (петлевая и узловая) предпочтительней является узловая навеска с подшипниками скольжения.

Зализы являются геометрически сложными конструкциями, имеющими кривизну в нескольких плоскостях. Подгонка их по месту сложная и трудоемкая работа, требующая специалистов высокой квалификации.

Целесообразно зализ крыла с фюзеляжем выполнять неразъемным, а стык средней части крыла с фюзеляжем закрывать стыковочной лентой, подгонку которой осуществить намного проще, чем зализы.

#### **Некоторые способы и примеры обеспечения доступности, легкоъемности и взаимозаменяемости.**

Задача обеспечения доступности агрегатов, узлов и блоков при создании новых типов летательных аппаратов на практике решается главным образом по линии панелирования и агрегатирования монтажей, оптимального размещения оборудования на летательном аппарате, применения быстросъемных панелей, крышек люков, капотов. Панелирование

монтажей заключается в рациональном размещении на общих зональных панелях аппаратуры и коммуникаций, относящихся к одной или нескольким системам. Например, сотни элементов электросистем можно собрать в несколько коммуникационных блоков. Это позволяет значительно улучшить подходы к агрегатам, уменьшить число разъемов, упорядочить монтажи, сократить длину коммуникаций. Создание же зональных, монтажных панелей позволяет совершенно по-новому организовать технологический процесс производства, а также технического обслуживания и ремонта. При этом создаются условия для механизации монтажных работ, которые до его времени механизированы меньше, чем какие либо другие операции.

### **Выводы**

Таким образом мы выявили что применение фланцевого разъема обеспечивает полную взаимозаменяемость отъемных частей крыла. Успешное обеспечение эксплуатационной технологичности воздушного судна в основном заключается доступности, взаимозаменяемости и успешное распределение ресурсов и агрегатов. Узнали что создание зональных и монтажных панелей позволяет организовать техническое обслуживания дает преимущество для механизаций монтажных работ.

### **Список использованных источников**

1. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. М.: Транспорт, 1987. 272 с.
2. Смирнов Н.Н., Мулкиджанов И.К. Эксплуатационная технологичность транспортных самолетов. М.: Транспорт, 1972. 208 с.
3. Далецкий С.В. Формирование эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации. М.: Транспорт, 2005. 416 с.
- 4 AMCP 706-134 Engineering Design Handbook: Maintainability Guide for Design / Washington, D.C., 1972, 176 p.
5. Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов. М.: Транспорт, 1994. 256 с.

**УДК 629.735.083(045)**

*А.С. Қожахмет<sup>1</sup>,*

*Научный руководитель: Сейнасинова А.А., ассоц.профессор*

*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

### **Контроль состояния авиационной техники и качества ее технического обслуживания**

*Время для авиационной техники течет очень быстро, а проблема обеспечения авиационной безопасности, при контроле состояния авиационной техники и качества ее технического обслуживания, также является очень большой темой. В данной статье рассмотрены виды контроля состоянием авиационной техники и их качества, а также документация о техническом обслуживанию и ремонта авиационной техники. Так же рассмотрены план выполнения технического обслуживания и ремонта.*

**Ключевые слова:** *авиационная техника, техническое состояние, авиапредприятие, техническое обслуживание, ремонт.*

*Әуе кемелерінің технологиясы өте тез дамиды және авиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселесі авиациялық техника жағдайын бақылауда және техникалық*

қызмет көрсету сапасын бақылауда өте үлкен тақырып болып табылады. Бұл мақалада авиациялық техниканың жағдайын және оның сапасын бақылау түрлері, сонымен қатар авиациялық техникаға қызмет көрсету мен жөндеу жөнінде құжаттама сипатталған. Сондай-ақ техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің орындалу жоспары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** авиациялық техника, техникалық жағдайы, авиамекеме, техникалық қызмет көрсету, жөндеу.

*Time for aviation technology flows very quickly, and the problem of ensuring aviation security, while monitoring the state of aviation technology and the quality of its maintenance, is also a very big topic. This article discusses the types of control over the state of aviation equipment and their quality, as well as documentation on maintenance and repair of aircraft. A plan for the maintenance and repair is also considered.*

**Key words:** aviation technology, technical condition, aviation enterprise, technical service, renovation.

Авиационная техника — совокупность летательных аппаратов, их бортового оборудования и агрегатов, двигателей, авиационного вооружения и авиационных средств спасения. Помимо собственно АТ, к авиационной технике относится всё съёмное оборудование ЛА — контейнеры, кассеты, бункеры, баки, лебёдки и другое оборудование. Наземное оборудование включает средства наземного обслуживания СНО, средства аэродромно-технического обеспечения АТО, контрольно-проверочную аппаратуру КПА, контрольно-измерительные приборы общего применения (КИП), инструменты и приспособления.

В понятие «авиационная техника» также могут включаться тренажеры, наземные средства управления воздушным движением, навигации, посадки и связи, а также средства наземного обслуживания летательных аппаратов. Нормальное функционирование авиационной техники обеспечивает использование технических средств обслуживания, контроля и специальных средств, а также высокая квалификация инженерно-технических и лётных кадров.[1]

**Контроль технического состояния** — это проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния. Например, если в результате оценки технического состояния делается заключение о том, что объект исправен или неисправен.

Техническое состояние АТ и качество ее ТО определяют:

- визуально и по органолептическим признакам (шумы, запахи и т.п.);
- проверкой в действии (функциональный контроль);
- средствами инструментального контроля (автоматическими, ручными, комбинированными);
- проверкой полноты выполнения регламентных работ (последнее относится к контролю качества ТО и является принципиальной частью его оценки).

Целью контроля является определение исправности АТ, работоспособности и правильности функционирования систем и изделий, предупреждения отказов, неисправностей и нарушений правил технической эксплуатации.

Контроль состояния АТ производится в соответствии с требованиями ЭРД. Ответственность за его осуществление в авиапредприятии возлагается на ИАС авиапредприятия, экипажи ВС (в объеме РЛЭ), на других участников ТЭ авиационной техники, в пределах обеспечиваемых ими задач и функций.

Ответственность за полноту и качество ТОиР (при оперативном и периодическом ТО, а также при производстве ремонта АТ), за обеспечение в процессе их выполнения контроля состояния АТ несут непосредственные исполнители работ. Контроль полноты и качества оперативного и периодического ТО, а также ремонта организуется в соответствии с

требованиями ЭРД и внутренней документации авиапредприятия, регламентирующей вопросы обеспечения качества ТОиР авиационной техники.

Контроль состояния АТ в полете осуществляет экипаж в соответствии с требованиями руководства по летной эксплуатации. О неисправностях, выявленных в полете, экипаж записывает в бортовом журнале. [2]

"Руководство по деятельности организации ТОиР" означает считающиеся утверждением документ или документы, содержащие сведения по объему работ, а также по путям и способам, посредством которых организация намеревается соблюдать постановления настоящей Части. Организация представляет в компетентный орган руководство по деятельности организации ТОиР, содержащее следующие данные:

1. Подписанное ответственным менеджером заявление, подтверждающее, что в руководстве по деятельности организации ТОиР и любые связанные руководства определяют соблюдение организацией постановлений настоящей Части в настоящем и будущем. Если ответственный менеджер не является главным исполнительным директором организации, то главный исполнительный директор подписывает заявление;

2. Политику в области безопасности и контроля качества организации в соответствии с 145.A.65;

3. Должность (и) и имя (имена) лиц, назначенных в соответствии с 145.A.30(b)

4. Обязанности и зона ответственности лиц, назначенных в соответствии с 145.A.30(b), включая перечень вопросов для непосредственного обращения в компетентный орган от имени организации;

5. Схема организации, на которой отображено распределение ответственности между лицами, назначенными в соответствии с 145.A.30(b);

6. Список сертифицирующего персонала и вспомогательного персонала категории В1 и В2;

7. Общее описание человеческих ресурсов;

8. Общее описание производственных помещений, с помещением, расположенным по каждому адресу, указанному в свидетельстве об утверждении организации;

9. Спецификацию объема работ организации с учетом объема утверждения;

10. Процедуру извещения об изменениях в организации в соответствии с 145.A.85;

11. Процедуру внесения поправок в руководство по деятельности организации ТОиР;

12. Процедуры и система контроля качества, утвержденные в организации в соответствии с 145.A.25 до 145.A.90;

13. Перечень коммерческих эксплуатантов, где применимо, которым организация оказывает услуги по ТОиР;

14. Перечень субподрядных организаций, где применимо, в соответствии с 145.A.75(b);

15. Перечень станций на производственных участках, где применимо, в соответствии с 145.A.75(d);

16. Перечень организаций, с которыми заключены договора, где применимо.

(a) В руководство по деятельности при необходимости вносятся поправки с целью его обновления. Руководство по деятельности и любая последующая поправка утверждаются уполномоченным органом.

(b) Вопреки установленному параграфом (b) несущественные поправки к руководству по деятельности могут быть утверждены посредством процедуры изменения описания (далее, косвенное утверждение).

Согласно руководству по деятельности, организация уполномочивается на выполнение следующих задач:

Проводить ТОиР любого ВС и (или) компонента ВС, что утверждено к исполнению в местах, указанных в сертификате утверждения и в описании;

(а) Приглашать к участию в ТОиР любого ВС или компонента ВС, на что имеется утверждение, стороннюю организацию, действующую в системе качества организации, Это относится к работам, выполняемым организацией, не имеющей утверждение на выполнение такого рода ТОиР в соответствии с настоящей Частью и ограниченной объемом работ, утвержденным в соответствии с процедурами 145.А.65(б). Указанный объем работ не включает базовую проверку ТОиР ВС или полную проверку мастерской ТОиР или детальный осмотр двигателя или модуля двигателя;

(б) Проводить ТОиР любого ВС или компонента ВС, на что имеется утверждение, в любом месте, приспособленном для ТОиР, как по причине непригодности ВС к эксплуатации или необходимости проведения ТОиР на производственном участке, при условии соблюдения условий настоящего описания;

(в) Проводить ТОиР любого ВС или компонента ВС, на что имеется утверждение, в месте, указанном в качестве места размещения производственного участка ТОиР, приспособленного для проведения незначительных работ по ТОиР и только в том случае, если в описании организации есть как разрешение на осуществление такой деятельности, так и перечень таких мест;

(д) Выдавать сертификаты о допуске к службе по завершении ТОиР в соответствии с 145.А.50.

Организация проводит ТОиР любого ВС или компонента ВС, на что имеется утверждение, исключительно в том случае, если обладает всеми необходимыми производственными мощностями, оборудованием, инструментарием, материалами, данными по ТОиР и сертифицирующим персоналом. [3]

#### Список использованных источников

1.Авиационная техника гражданского назначения.

URL:<https://kartaslov.ru/aviatsionnaya-technica/pdf>

2.Контроль технического состояния авиационной техники

URL:<https://sudact.ru/law/prikaz-mintransa-rf-ot-20061994-n-dv-58/nastavlenie-po-tekhnicheskoi-ekspluatatsii-i-glava-10/10.6/> <https://sudact.ru/law/prikaz-mintransa-rf-ot-20061994-n-dv-58/nastavlenie-po-tekhnicheskoi-ekspluatatsii-i-glava-10/10.6/>

3.Контроль качества технического обслуживания авиационной техники

URL:<http://ooobskspetsavia.ru/2015/10/06/kontrol-kachestva-obsluživaniya-a-t-v-organizacijax-po-to-i-rat/>

4.Руководства по техническому обслуживанию и ремонта авиационной техники [https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/approvals-and-standardisation-docs-syllabi-Syllabus Part145 Detailed 081027.pdf](https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/approvals-and-standardisation-docs-syllabi-Syllabus%20Part145%20Detailed%20081027.pdf)

УДК.629.7(075)

*Ж.С. Жумадилов<sup>1</sup>*

*Научный руководитель: С.Ж. Карипбаев<sup>1</sup>*

*Академии гражданской авиации<sup>1</sup>*

#### Усовершенствование технологии ремонтно-восстановительных работ агрегатов воздушного судна

*В условиях эксплуатации ремонтно-восстановительных работ изделий авиационного оборудования, в основном сводится к их техническому диагностированию, то есть к определению технического состояния с определенной точностью. Основным способом*

*технического диагностирования работоспособности изделия авиационного оборудования является их лабораторная проверка с целью определения основных параметров. Совершенствование состоит в разработке и внедрении в практику эксплуатации и ремонта методов обслуживания авиационной техники по состоянию, сущность которых заключается в проведении непрерывного или периодического контроля и измерения параметров, определяющих техническое состояние изделий. Предлагается технология выполнения ремонтно-восстановительных работ авиационного оборудования воздушных судов.*

**Ключевые слова:** *дефектация, диагностирование, назначение ресурсов, межремонтные ресурсы. статическая вероятность безотказной работы, статическая вероятность появления ложного сигнала, статическая вероятность не обнаружения неисправности, эксплуатационная документация.*

*Әуе кемелерінің жабдықтарын жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарының жұмыс жағдайында бұл негізінен олардың техникалық диагнозына дейін, яғни техникалық жағдайды белгілі бір дәлдікпен анықтауға дейін жүреді. Әуе кемелері жабдықтарының техникалық жарамдылығын диагностикалаудың негізгі әдісі - негізгі параметрлерді анықтау үшін оларды зертханалық тексеру. Жетілдіру дегеніміз әуе кемелеріне техникалық қызмет көрсету әдістерін әзірлеу және қолданысқа енгізу, олардың мәні өнімнің техникалық жай-күйін анықтайтын параметрлерді тұрақты немесе мерзімді бақылау және өлшеу жүргізу болып табылады. Ұшақ жабдықтарын жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарының технологиясы ұсынылған.*

**Түйін сөздер:** *ақау табу, диагностикалау, ресурстардың мақсаты, жөндеу аралық ресурстар. жұмыс істемей қалудың статикалық ықтималдығы, жалған сигналдың пайда болуының статикалық ықтималдығы, ақаулықты анықтамаудың статикалық ықтималдығы, пайдалану құжаттамасы.*

*Under the operating conditions of repair and restoration works of aircraft equipment products, it basically boils down to their technical diagnosis, that is, to determining the technical condition with a certain accuracy.*

*The main method for technical diagnosing the operability of an aircraft equipment product is their laboratory verification in order to determine the main parameters. Improvement consists in developing and introducing into practice the operation and repair of maintenance methods for aircraft as they are, the essence of which is to conduct continuous or periodic monitoring and measurement of parameters that determine the technical condition of products. The technology of repair and restoration work of aircraft equipment is proposed*

**Keywords:** *fault detection, diagnostics, resource assignment, inter-repair resources. static probability of failure-free operation, static probability of false alarm, static probability of failure detection, operational documentation.*

## **Введение**

Мировая практика эксплуатации парка воздушного судна (ВС), особенно последних десятилетий, поставила перед создателями авиационной техники (АТ) ряд новых проблем, среди которых одной из главных является проблема эксплуатации "стареющего" парка ВС. Значительные запасы неизрасходованных ресурсных возможностей конструкции ВС (полных расчетных ресурсов), наряду со значительным ростом цены новых самолетов заставили по новому взглянуть на стратегию проектирования и эксплуатации, а также на место ремонта (в том числе и капитального) в этой стратегии.

Летательный аппарат (ЛА) гражданской авиации относятся к классу восстанавливаемых сложных машин. Процесс их эксплуатации сопровождается

непрерывным изменением технического состояния. Необратимые процессы, происходящие в материалах, изменяют свойства деталей различных агрегатов и условия работы. Вероятность безотказной работы последних со временем уменьшается, появляются неисправности и отказы. Из года в год усложняются требования к конструкции многочисленных агрегатов и узлов ЛА в части: повышения интенсивности работы, скоростей перемещения, протекания процессов, увеличения разнообразия условий работы (расширение интервала температур, давлений, климатических условий и т.д.; повышение точности характеристик при работе. Растет разнообразие функций, выполняемых системами ЛА, в связи, с чем резко возрастают трудности обеспечения их надежной работой.

В последние годы рост количества комплектующих элементов ЛА (рост сложности конструкций) в ряде случаев опережает рост показателей безотказности этих элементов, что приводит к увеличению времени и средств на проведение, как текущего ремонта, так и профилактических мероприятий.

С ростом сложности конструкций значительно возрастают объемы технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта, затрудняется контроль параметров из-за многообразия, усложняется процесс обнаружения и устранения возникающих отказов и неисправностей, увеличивается вероятность появления послеремонтных отказов в связи с проведением сложных трудоемких форм ТО и ремонта (Р).

Из года в год усложняются требования к конструкции многочисленных агрегатов и узлов ЛА в части: повышения интенсивности работы, скоростей перемещения, протекания процессов, увеличения разнообразия условий работы (расширение интервала температур, давлений, климатических условий и т.д.; повышение точности характеристик при работе. Растет разнообразие функций, выполняемых системами ЛА, в связи, с чем резко возрастают трудности обеспечения их надежной работой.

В последние годы рост количества комплектующих элементов ЛА (рост сложности конструкций) в ряде случаев опережает рост показателей безотказности этих элементов, что приводит к увеличению времени и средств на проведение, как текущего ремонта, так и профилактических мероприятий.

С ростом сложности конструкций значительно возрастают объемы ТО и текущего ремонта, затрудняется контроль параметров из-за многообразия, усложняется процесс обнаружения и устранения возникающих отказов и неисправностей, увеличивается вероятность появления послеремонтных отказов в связи с проведением сложных трудоемких форм ТО и Р.

Большое влияние на показатели безотказности и использования оказывают мероприятия, выполняемые при ТЭ ЛА (техническая эксплуатация летательных аппаратов) и связанные в основном с предупреждением отказов и неисправностей, работы по обнаружению и устранению внезапных отказов и неисправностей (текущий ремонт).

Между этими группами работ по практике могут существовать различные соотношения в зависимости от принятых критериев оптимальности и метода проведения технического обслуживания (ТО). Но в любом случае основное требование, предъявляемое к процессу технического обслуживания (ТЭ) в целом, состоит в том, чтобы при ограниченных затратах труда обеспечить наибольшую вероятность того, что в необходимый момент времени ЛА окажется исправным и выполнит поставленную задачу. Применительно к ЛА гражданской авиации (ГА) при разработке методов ТО и Р (ремонта) основное внимание уделяется плановым профилактическим работам.

Профилактические работы составляют наибольшую часть объема ТО и Р ЛА. Они преследуют цель обеспечить безотказную эксплуатацию ЛА в межпрофилактические периоды путем предупреждения неисправностей и отказов узлов и агрегатов и поддержания их технических характеристик в пределах установленных допусков.

Условия эксплуатации изменяются в широких пределах по соображениям безопасности полетов для агрегатов, подверженных изнашиванию и старению, устанавливается межремонтный ресурс  $t_p$  при изменении плотности времени безотказной работы  $f(t)$  по закону нормального распределения меньше среднего значения времени наработки на отказ  $T_0$  в лучшем случае на величину  $3\delta$ . Это значит, что в подавляющем большинстве случаев (~99,865%) замена агрегатов окажется преждевременной (до выработки или индивидуальных ресурсов), а в 0,135% случаев могут происходить отказы агрегатов и их досрочная замена. Следовательно, строгое соблюдение установленного межремонтного ресурса для всех без исключения агрегатов независимо от фактического



График определения межремонтного ресурса агрегата ( $t_p$ ) технического состояния каждого из них, не исключает возможности появления отказов и приводит к преждевременной замене или ремонту большей части агрегатов систем ЛА.

### Основная часть

Для тех агрегатов, которые при эксплуатации не подвержены изнашиванию и старению, параметр потока отказов является величиной постоянной на протяжении всего срока эксплуатации. Это свидетельствует о том, что однозначного технического ресурса до ремонта для таких агрегатов вообще не может быть установлено. В связи с этим назрела необходимость дальнейшего совершенствования метода ТО и Р ЛА по наработке.

Совершенствование состоит в разработке и внедрении в практику эксплуатации и ремонта методов обслуживания АТ по состоянию, сущность которых заключается в проведении непрерывного или периодического контроля и измерения параметров, определяющих техническое состояние изделий.

Сегодня зарубежные фирмы вместо установленных ранее критериев контроля ресурса (число летных часов, полетов, календарный срок службы) рекомендуют использовать один интегральный экономический критерий, учитывающий затраты на техническое обслуживание и ремонт конструкции с целью поддержания требуемого уровня надежности.

Техническое обслуживание воздушного судна и их ремонт за рубежом выполняют авиационные компании – владельцы воздушного судна. При этом завод – изготовители воздушного судна, авиационных двигателей, готовых изделий оказывают авиационным

компаниям помощь. Ремонтно-восстановительные работы это упрощенный вариант капитального ремонта с установлением межремонтного ресурса, как и после капремонта в пределах назначенного ресурса.

В условиях эксплуатации ремонтно-восстановительных работ изделий авиационного оборудования, в основном сводится к их техническому диагностированию, то есть к определению технического состояния с определенной точностью. Основным способом технического диагностирования работоспособности изделия авиационного оборудования является их лабораторная проверка с целью определения основных параметров.

Процесс ремонтно-восстановительных работ изделий авиационного оборудования состоит из следующих этапов:

- входной контроль;
- демонтаж с воздушным судном агрегатов авиационного оборудования согласно карте ремонта;
- дефектация;
- диагностирование;
- назначение ресурсов, межремонтные ресурсы устанавливаются в пределах назначенного ресурса;
- оформление технической документации;
- монтаж;

Проверка работоспособности агрегата;

- облет, летное испытание совместно с предприятиями разработчика.

В свою очередь диагностирование включает :

- изучение технической документации;
- изучение замечаний летного и технического состава;
- лабораторная проверка параметров изделий;
- статическая обработка данных;
- установление ресурса (определение надежности).

Основной целью диагностирования является определение технического состояния изделия контроля.

Показатель достоверности определения технического состояния изделия контроля определяется формулой:

$$P(\bar{D}) = P_0 P_{\Lambda 0} + (1 - P_0) P_{H0}$$

где  $P_0$  – статическая вероятность безотказной работы объекта контроля в течении заданного времени;

$P_{\Lambda 0}$  – статическая вероятность появления ложного сигнала;

$P_{H0}$  – статическая вероятность не обнаружения неисправности.

Величины  $P_{\Lambda 0}$  и  $P_{H0}$  определяются по формулам:

$$P_{\Lambda 0} = \frac{1 - P_0}{P_0} \frac{\sum_{v=1}^m d_{\Lambda 0v}}{\sum_{v=1}^m d_{\Lambda 0v} + \sum_{v=1}^m d_{npv}};$$

$$P_{H0} = \frac{\sum_{v=1}^m d_{H0v}}{\sum_{v=1}^m d_{H0v} + \sum_{v=1}^m d_{npv}},$$

где m-число интервалов наблюдений;

$d_{\Lambda 0v}$ ;  $d_{H0v}$ ;  $d_{npv}$  – соответственно число ложных, необнаруженных и обнаруженных неисправностей в интервале наблюдений.

### Заклучение

Необходимо иметь в виду, что основные и важные изделия авиационного оборудования резервируются и отказ одного из них не приводит к нарушению безопасности полетов.

Агрегаты авиационного оборудования отработанные ресурсы заменяются на ресурсные.

Ремонт авиационного оборудования производят специализированные подразделения авиапредприятия или отдельно назначаемые специалисты, имеющие соответствующую подготовку. Ответственность за качество ремонтных услуг несут их исполнители и специалисты, на которых возложены функции контроля. Ремонт выполняют в соответствии с требованиями общей и типовой эксплуатационной документации (ЭД) или по технологиям, разрабатываемым авиапредприятием в случае отсутствия в ЭД необходимых технических условий. При необходимости разработанные авиапредприятием технологии ремонта согласовывают с компетентными предприятиями, организациями и органами.

### Список использованных источников

1.Челпаченко В.И., Землянский А.Г. Учебное пособие по дисциплине «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и авиадвигателей» Алматы, Академия гражданской авиации, 2008 г.

2. Житомирский, Г.И. «Конструкция самолетов»: учебник /–Москва : Машиностроение, 2005. – 406 с.

3.Елисеев Ю.С. и др. «Технология эксплуатации, диагностики и ремонта газотурбинных двигателей»: учебник/ Москва : Высшая школа, 2002. – 355 с.

**УДК 629.735.017.083**

*Е. А. Усеинов<sup>1</sup>*

*Академия гражданской авиации<sup>1</sup>*

### **Разработка мероприятий по повышению эффективности эксплуатации самолетов Airbus320.**

*Цель написания работы: анализ существующего технического обслуживания и ремонта самолетов Airbus320 в компании Эйр Астана*

**Ключевые слова:** *работы эффективность, ремонт, техническое обслуживание, стоимость, затраты.*

*Purpose of writing the work: analysis of existing maintenance and repair of Airbus320 aircraft at Air Astana company.*

**Keywords:** *efficiency, repairs, maintenance, cost, expenses.*

*Зерттеу тақырыбы: Эйр Астана әуекомпаниясында қолданыстағы Airbus320 әуе кемесіне техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді талдау.*

**Түйін сөздер:** *тиімділігі, жөндеу, техникалық қызмет көрсету, құны, шығындар.*

### **Введение**

Актуальность исследования заключается в том, что настоящее время в Республике Казахстан авиакомпании эксплуатируют авиационную технику европейского производства. С увеличением частоты полетов воздушных судов, остро обстоит вопрос о ТО и Р (техническом обслуживании и ремонте). Авиационные ремонтные предприятия которые в РК могут выполнять ТО и Р воздушных судов российского производства. Целью моей работы является разработка методических основ и положений, построение комплексной модели формирования издержек на ТО Р современных воздушных судов и разработка рекомендаций.

### **Основная часть**

В соответствии с целью исследования в работе сформулированы и решены следующие задачи:

- проанализировать организационно-правовые аспекты процессов ТО и Р;
- проанализировать требования к системе ТО и Р, накладываемые производителем авиационной техники (АТ) и авиационными властями;
- провести анализ принципов технического обслуживания и ремонта современных самолетов;
- на основании выполненного анализа разработать модель формирования издержек на ТО и Р с учетом специфики их эксплуатации ;
  1. Уменьшения трудозатрат на техническое обслуживание, путем:
    - применения выборочного выполнения пунктов программы ТО на части парка с наибольшей наработкой, сокращение количества регламентных работ;
    - запрета выполнения работ, явным образом не оказывающих влияния на безопасность полетов, по причине особенностей условий эксплуатации ВС;
    - увеличения точности планирования простоев для выполнения форм ТО, путем сокращения "недолетов" до пороговой наработки до формы;
    - увеличения производительности труда, достигаемого организационно-технологическими методами и передачей части вспомогательных операций по ТО и Р персоналу с более низкой квалификацией;
  2. Уменьшения стоимости трудовых ресурсов и сокращением уровня их избыточности.
  3. Уменьшения количества запасных частей и расходных материалов, используемых при выполнении ТОиР, путем применения практики нормирования расхода материалов на выполнение рутинных работ по ТО и Р.
  4. Снижением стоимости запасных частей и материалов, достигаемой за счет использования агрегатов бу.
  5. Увеличения межремонтного налета двигателя, достигаемого выполнением периодической мойки, использованием программы перестановок .
  6. Уменьшения издержек на ТО и Р компонентов, путем перехода на самостоятельное ТО и Р компонентов, при достижении определенного внутреннего спроса на ремонт, а так же за счет применения универсальных тестовых стендов для сокращения количества случаев отправки в ремонт исправных агрегатов.
  7. Уменьшения расходов на инструментальное обеспечение процессов ТО и Р, за счет самостоятельного производства дорогостоящего специализированного инструмента и технологической оснастки, а также выполнением самостоятельной поверки части калиброванного инструмента, либо передачей работ по поверке организациям.
  8. Реорганизацией по критерию стоимости косвенных издержек на материальное обеспечение процессов ТО и Р за счет:

- применения вероятностных методов расчета номенклатуры и объема склада запасных частей, на основе применения достоверных статистических данных;
- выбора оптимальной схемы финансирования склада.

Кроме того, выявлены пути сокращения производственных издержек, косвенным образом связанных с процессами ТО и Р, таких как топливные расходы и расходы, возникающие вследствие задержек вылетов ВС.

Оптимизация издержек на ТО и Р по критерию стоимости должна выполняться при строгом соблюдении правил и норма поддержания летной годности и уровня безопасности полетов, в рамках возможностей, предусмотренных авиационным законодательством.

В компании в случае отказа изделий мы меняем его, в компании нет базы для ремонта изделий. Мы ремонтируем аккумуляторные батареи, кухонное оборудование, колеса и тормоза. Для ремонта двигателей, ВСУ, шасси необходимо строить специальные цеха, закупать оборудование, обучать специалистов. Для осуществления этих целей нужны денежные средства. Ремонт самолетов компания осуществляет в других странах. ТО и Р авиационной техники очень дорого, примерно С чек на Airbus320 стоит около 2 млн долларов, ремонт двигателей около 2 млн долларов. Через 25 лет прямые затраты на ТО и Р самолета Airbus320, составляют такую же сумму, как стоимость нового самолета.

В 2020 году технический персонал получил допуск на проведение 1С чека. Под руководством компании S7 из России были выполнены работы на самолете Airbus A320 на базе авиакомпании Air Astana в Алматы.

Самолеты Airbus A320, 321 эксплуатируются в РК только в компании Air Astana. В компании эксплуатируются самолеты с двигателями IAE (International Aero Engines V2500) и новым поколением двигателей NEO (New Engines Options). IAE V2500 – двухконтурный турбовентиляторный двигатель. Год производства – 1980-е.

Самолеты с двигателями NEO, очень экономичны в плане расхода топлива. Экономия топлива 10-15 % горючего за час полета.

Air Astana начала эксплуатацию самолетов семейства Airbus A321 LR. Повышенной дальности полета, это успешный проект, т. к. при меньшем расходе топлива, этот самолет пролетает большие расстояния. Этот фактор позволяет компании заменить старые Boeing 757 на новые Airbus A320 LR. При технической эксплуатации А-320 используются различные виды обслуживания (проверки) в зависимости, от налета часов самолета, от количества циклов (взлетов и посадок), от времени эксплуатации в годах или часах. Например, в компании Эйр-Астана, С-Check (ТО и Р) проводятся через 36 месяцев или 12 000 часов наработки или 8000 циклов (взлетов и посадок). А-Check (ТО и Р) проводится через 4 месяца или 750 часов налета на самолете или 750 циклов. Daily Check (проверка самолета) проводится за 48 часов перед вылетом самолета но может увеличиться до 72 часов. ТО и Р включает в себя большой объем работ по проверке всех систем планера при отказе какого либо оборудования или прибора, оно отправляется на ремонт, если это оборудование подлежит ремонту, если это не подлежит ремонту, оно списывается. Двигателям, ВСУ и шасси, отдельно делают ремонт в других странах, т. к. в Казахстане не ремонтируется. Для выполнения ремонта оборудования и деталей, необходимо закупка универсальных тестовых стендов, в дальнейшем при их эксплуатации, необходима загрузка этих стендов, что не возможно в данный момент, т. к. в стране, нет такого количества самолетов подлежащих ремонту. Повышение эффективности эксплуатации авиационной техники можно рассмотреть в 3 аспектах: 1 технический; в уменьшении простоев по различным причинам авиационной техники, уменьшения времени ТО и Р, 2 экономический; выбор стоимости ремонта деталей и агрегатов, уменьшение затрат на содержание авиационной техники, выбор стоимости закупа деталей и агрегатов, 3 организационный;

изменение графика работы технического состава. Большое значение имеет для ТО и Р, объем склада запасных частей, оптимальная схема финансирования этого склада, т. к. от этого зависит и время простоев самолетов в случае отказа оборудования или агрегатов

Стоимость запасных частей и агрегатов на складе в финансовом выражении может варьировать от 1 до 10 млн долларов

### Выводы

Техническое обслуживание и ремонт самолетов Эйрбас 320, дорогостоящий и трудоемкий процесс, требующий от компании больших денежных средств. Он требует углубленного изучения не только в компании, но и в стране. Думаю, для дальнейшего развития авиационной отрасли в стране, подготовки высококвалифицированных специалистов, было бы экономичнее, создать в стране свой центр по ремонту самолетов и двигателей Эйрбас320.

### Список использованных источников

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft\\_maintenance\\_checks](https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft_maintenance_checks)
2. Aircraft maintenance program Airbus320,321 Эйр Астана
3. 2006 Airbus annual maintenance cost benchmarking report
4. A320 Airworthiness limitation items. Issue 7, 2005.

УДК 004.81

Қ.Т. Қайырхан<sup>1</sup>

Научный руководитель: Т.А. Садыкбек, д.т.н., профессор  
Академия гражданской авиации<sup>1</sup>

### Совершенствование обработки данных на основе когнитивных систем связи

Қазіргі уақытта когнитивті радио байланыста көбірек қолданылады. Ол қалаған мақсаттарына жету үшін бағдарламаланатын радиотехнологияны қолданады. Когнитивті радионың басты артықшылығы - өз жұмысының сипаттамалары туралы мәліметтер алу. Алынған мәліметтер негізінде ол жұмыс параметрлерін өзгерте алады және реттей алады. Бұл мақалада когнитивті жүйелер мен байланыстар, сондай-ақ когнитивті процестер және олардың қалай жұмыс істейтіні қарастырылады.

**Түйін сөздер:** когнитивті байланыс жүйелері, өзін-өзі ұйымдастыратын сымсыз желілер, когнитивті радио, когнитивті радио байланыс.

Данное время когнитивное радио все шире используется в организации связи. Она использует технологии радиосвязи с программируемыми параметрами для достижения желаемых целей. Главное преимущество когнитивного радио – получать данные об особенностях собственной работы. На основе полученных данных, она может изменять и корректировать свои параметры работы. В данной статье рассмотрены когнитивные системы и связи, а также когнитивные процессы и принцип работы.

**Ключевые слова:** когнитивные системы связи, самоорганизующееся беспроводные сети, когнитивное радио, когнитивная радиосвязь.

At this time, cognitive radio is increasingly used in communication. It uses programmable radio technology to achieve its desired goals. The main advantage of cognitive radio is to receive data on the characteristics of one's own work. Based on the data received, it can change and adjust

work parameters. This article examines cognitive systems and connections, as well as cognitive processes and how they work.

**Key words:** cognitive communication systems, self-organizing wireless network, cognitive radio, cognitive radio communication.

Развитие микропроцессорных и информационных технологий повлияло на совершенствование телекоммуникационных технологий. Повышение скорости обработки данных в процессорах и каналах, увеличение объемов памяти открывают возможности по созданию и развитию алгоритмов обработки информации на уровне сетевых технологий, а также отдельных устройств.

Развитие отдельных технологий приспособленных к конкретным условиям обработки информации сменилось разработкой адаптивных алгоритмов, которые показали свою эффективность в системах с относительно стабильным набором характеристик. В таких системах адаптация осуществляется за определенное время  $T_A$ , которое включает в себя время анализа достижения целевой функции  $F\{\bullet\}$  в  $i$ -х условиях и в случае отрицательного результата анализа параметров  $F\{\bullet\}$  осуществляет выбор нового значения  $i$  из заданного набора режимов. Кроме того необходимо учитывать время поиска нового оптимального (по критериям  $F\{\bullet\}$ ) режима, время обмена преамбулами информационных пакетов (время синхронизации), время оценки продуктивности выбранного  $i$ -го режима [1, 2, 3, 4]. Современный опыт эксплуатации систем АЭСВ показывает, что продуктивность адаптивных систем в диапазоне ВЧ оставляет желать лучшего. Это связано с быстрыми и многочисленными изменениями характеристик каналов связи, которые существенно зависят не только от выбранного диапазона, но и от многочисленных геофизических факторов связанных с распространением радиоволн, зависящих от состояния отражающих их слоев ионосферы. Учитывая, что большинство расчетов коротковолновых радиолиний связи выполняется в условиях, когда передатчик и приемник (в системе сдвоенного или счетверенного приема - несколько приемников) являются стационарными. Кроме того, на ВС находящимся в полете отсутствует возможность оптимизации в процедуре выбора типа передающей антенны, поскольку подобные антенны являются встроенными, отвечают заданным, как правило фиксированным техническим условиям на тип ВС [5, 6, 7, 8].

На основе получения информации об географической и электромагнитной обстановке устройства когнитивного радио изменяют свои параметры. Устройства КР распознают сигналы первичных радиоэлектронных средств (РЭС), когда РЭС не работают используют частоты. Структура когнитивных систем связи представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1. Структура когнитивных систем связи

Учитывая сложные условия организации связи с ВС на организацию радиоканала и на подбор соответствующих режимов кодеков необходимо распространить принципы когнитивного подхода. В случае применения многомерных произведения кодов необходимо изменять выбор пространства организации кодового слова (кадра), конфигурацию устройств кодер-декодер помехоустойчивого кода, мягкие-жесткие методы декодирования выбранных избыточных кодов и перемежитель-деперемежитель.

Повышение эффективности использования коммуникационных ресурсов и увеличение производительности линии связи, оконечных устройств и коммутаторов являются основной целью создания когнитивных систем связи.

Состав сети более стабилен и ограничен заданным числом режимов в устройствах связи и в когнитивных сетях. Таким требованиям отвечают беспроводные самоорганизующиеся сети (БСС), однако в системе авиационной электросвязи целесообразно использовать возможности оконечных устройств обработки данных и возможности сетевых ресурсов. В данный момент это не выполняются.

Когнитивные технологии требуется для беспроводным самоорганизующеемся сетям, так как, такая сеть должна понимать задачи приложения, а приложение, соответственно, способно понять возможности сети в любой момент времени. Это позволило бы сети использовать новые возможности и выбирать протоколы сети посредством изучения основных требований приложения.

Примером управления маршрутизацией в когнитивной БСС сети, представлен сеанс передачи данных, в качестве процесса адаптации всей системы в самоорганизующейся сети между исходящим узлом S1 и узлом назначения D1, как показано на рисунке 1.2. Узел S1 не овладевает достаточной мощностью для прямой передачи данных в D1. Поэтому этот узел должен передать данные только через промежуточные узлы (R1 и R2).

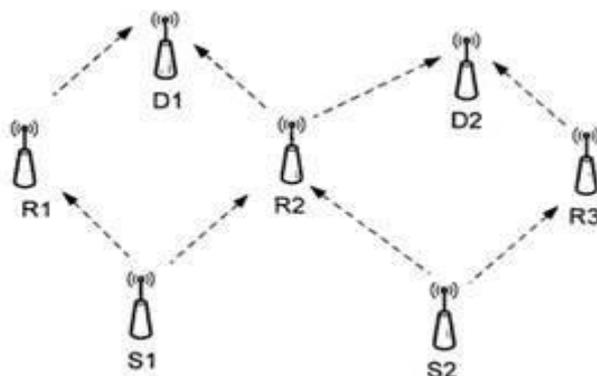


Рисунок 1.2. Управление маршрутизацией в когнитивной Ad-Нос сети

Предполагается, что из источника до назначения цепь имеет высокую вероятность успешной передачи. Уровень маршрутизации, на основе минимального количества промежуточных узлов (R1 и R2), будет определять маршруты. На основе отношения сигнала к шуму и наименьшей вероятности нарушения связи, адаптацию канального уровня для R1 или R2 выполняет узел S1. Когнитивная сеть использует полную информацию от всех узлов для расчета полной вероятности нарушения связи на пути от узла S1 до D1 через узлы R1 и R2. Данная способность показывает преимущество более глобального подхода. Когнитивная сеть также имеет другое преимущество, это способность к обучению.

Применительно к транспортной сфере технологии получения новых знаний находят применение в рамках создания когнитивных (автономных) транспортных средств (воздушных судов) и глобальных транспортных магистралей (воздушных трассах) [9, 10, 11].

Когнитивные процессы включают в себя несколько циклов, представленных на рисунке 1.3: наблюдения, ориентации, принятия решения и осуществление действий.

Бесконфликтность и эффективность взаимодействия различных элементов когнитивной воздушной трассы может быть обеспечена, благодаря использованию общего информационного и интеллектуального пространства, которые могут опираться на сетевые инфраструктуры [12].



Рисунок 1.3. Когнитивный цикл воздушной трассы.

Когнитивная радиосвязь позволяет увеличить эффективность использования диапазона декаметрового диапазона за счет передачи не занятых в данный момент частотах. При этом не создается помех приоритетным пользователям. В активном режиме когнитивная электросвязь исследует окружающую радиообстановку и адаптирует параметры передачи в соответствии с результатами измерений. Среди методов измерения диапазона можно выделить несколько преобразований (энергии, параметров, согласованных фильтров и т. д.). В современной авиационной электросвязи для пропускной способности применяются адаптивные методы выбора канала, алгоритмы передачи на несколько несущих, приемных и передающих антенн. В когнитивных сетях связи используются механизмы устранения интерференции, предотвращаются перехваты сигнала, повышается эффективность использования диапазона и других ресурсов. В когнитивной авиационной сети сочетаются все виды устройств передачи: проводные линии, наземные станции беспроводной связи, спутниковая связь. При преобразовании помех когнитивная связь осуществляет скачкообразное переключение канала, а выбор канала, в свою очередь производится адаптивно [14].

Таким образом, данная работа показывает, что использование когнитивных систем связи обеспечивает более качественную и быструю обработку данных. Передавая

информацию по разным маршрутам и сетям, данная система дотавляет данные в конечную точку незамедлительно и надежно. Также, исследуя окружающую радиообстановку адаптирует параметры передачи данных, тем самым, обеспечивая надежные и корректные данные.

### Список использованной литературы

1. Березкин, А. А. Введение в нейро-цифровые инфокоммуникационные технологии / А.А. Берёзкин, В.И. Комашинский // XI Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика-2008» (РИ- 2008) : материалы / СПб. :, СПОАСУ 2008. С. 76.
2. Васильев, К.К. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие /К.К. Васильев, М.Н, Служивый. - Ульяновск: УлГТУ, 2008. - 168 с.
3. Гладких А. А. Применение метода гиперкодирования в системах передачи данных // Автоматизация процессов управления. - 2011. - № 2 (24). - С. 77-81.
4. Горячкин, О. В. Методы слепой обработки сигналов и их приложения в системах радиотехники и связи / О. В. Горячкин. М. : Радио и связь, 2003. - 230 с.
5. Быховский, М. А. Многочастотные широкополосные сигналы открывают путь к 4G, / М. А. Быховский // Мобильные системы. - 2007. - № 3. - С. 12-15.
6. Васильев, К. К. Математическое моделирование систем связи / К. К. Васильев, М. Н. Служивый. - Ульяновск : УлГТУ, 2010. - 128 с.
7. Гладилин, В. А. Средства моделирования вычислительных сетей: Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011-128 с.
8. Карташевский, В. Г. Помехоустойчивость приема сигналов ФМ-4 в канале с памятью / В. Г. Карташевский // Радиотехника. № 9, 2012. - С.103 - 111.
9. Комарович, В. Ф. Случайные радиопомехи и надежность КВ связи / В. Ф. Комарович, В. Н. Сосунов. - М.: Связь, 1977. - 136 с.
10. Комашинский, В.И. От телекоммуникационной к когнитивной инфокоммуникационной системе / В.И. Комашинский, Н.С. Мардер, А.И. Парамонов // Технологии и средства связи. 2011. № 4. С. 52-54.,
11. Назаров, С. Н. Шумоподобные сигналы при дистанционном управлении радиостанцией по каналам дальней связи / С. Н. Назаров, А. А. Шагарова, А. И. Пятаков // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. Академика М.Ф. Решетнева, Выпуск, Красноярск 2011с. 53-56
12. Комашинский В.И., ИТКС и ГЛОНАСС для решения транспортных проблем в крупных и средних городах / В.И. Комашинский, А.И. Парамонов, Л. Юрасова // Технологии и средства связи. 2012. № 1. С. 16-17.
13. Комашинский, В. И. Пространственно-частотная адаптация в сетях связи с подвижными объектами. / В.И. Комашинский, А.В. Максимов, О.П. Стратонов // Радиотехника, 1997, №2. - с. 3-7
14. Макаров, С. Б. Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания / С.Б. Макаров, И.А. Цикин. - М.: Радио и связь, 1988. - 304 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

|    |                     |   |
|----|---------------------|---|
| 1  | Стрельцов А.В.      | Доктор PhD, профессор инженерной физики кафедры «Естественных наук», Флорида, США                                 |
| 2  | Кошеков К.Т.        | д.т.н, профессор, проректор по НМС, АГА   |
| 3  | Савостин А.А.       | к.т.н., СКГУ им. М. Козыбаева   |
| 4  | Анаятова Р.К.       | докторант каф. «Авиационная техника и технологии» АГА   |
| 5  | Бимагамбетов М.А.   | к.т.н., профессор кафедры «Авиационная техника и технологии» АГА  |
| 6  | Луценко Н.С.        | магистр, ст.преподаватель каф. «АТТ» АГА  |
| 7  | Тоймухамбетова Ф.Б. | магистр, ст.преподаватель каф. «АТТ» АГА  |
| 8  | Касымова Р.М.       | магистр, ст.преподаватель каф. «АТТ» АГА  |
| 9  | Алдамжаров К.Б.     | д.т.н., профессор, АГА  |
| 10 | Костюченко В.М.     | к.т.н., профессор, АГА  |
| 11 | Жандильдинова К.М.  | магистр, ст.преподаватель каф. «АТТ» АГА  |
| 12 | Темирбекова Б.Б.    | магистр, ст.преподаватель каф. «АТТ» АГА  |
| 13 | Зуев Д.В.           | магистр, ст.преподаватель каф. «АТТ» АГА  |
| 14 | Тулешова Р.Ж.       | Зав.каф. «Авиационная техника и технологии», АГА  |
| 15 | Кошанова Ш.К.       | магистр, зам.декана по ВР, АГА  |
| 16 | Акылбаева Р.С.      | магистр, преподаватель «Организация авиационных перевозок и логистики» АГА  |
| 17 | Манарбеккызы Б.     | преподаватель кафедры «Организация авиационных перевозок и логистики» АГА   |
| 18 | Жәрдемқызы С.       | преподаватель кафедры «Организация авиационных перевозок и логистики» АГА   |
| 19 | Акбаева А.Н.        | к. философ. н., ассоц. профессор кафедры «Социально-гуманитарных дисциплин», АГА                                  |
| 20 | Акбаева Л.Н.        | к. философ. н., доцент кафедры «Социально-гуманитарных дисциплин» Казахской академии труда и социальных отношений |
| 21 | Мухабаев Н.Ж.       | преп.каф. «Социально-гуманитарных дисциплин»  |
| 22 | Вихнин А.Г.         | Системный аналитик и постановщик задач ОсОО «ЦРПО «АЗИУМ», Кыргызская Республика, г. Бишкек                       |
| 23 | Сакипов Н.З         | к.ф.-м.н., ассоциированный профессор кафедры «Общенаучные дисциплины», АГА  |
| 24 | Пирманов И.         | докторант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА  |
| 25 | Керибаева Т.Б.      | докторант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА  |
| 26 | Лекерова Ф.Л.       | докторант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА  |
| 27 | Тастанкул А.А.      | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 28 | Қайсарбек С.        | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 29 | Булатова Н          | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 30 | Кеншимбаева А.Б.    | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 31 | Сүй Ч.              | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 32 | Бейсенов А.Е.       | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 33 | Анарматов Х.Р.      | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 34 | Базарбай Ш.Б.       | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 35 | Байсакалова К.К.    | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 36 | Жаркынбеков Е.Ж.    | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 37 | Қожахмет А.С.       | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 38 | Жумадилов Ж.С.      | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 39 | Усеинов Е.А.        | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |
| 40 | Қайырхан Қ.Т.       | магистрант каф. «Авиационная техника и технологии», АГА   |

**Азаматтық авиация академиясының Жаршысы» журналының  
авторларына арналған Ережелер**

**Мақалаларды дайындаған кезде редакция жарияланымға беретін материалдарды рәсімдеуде төменде келтірілген ережелер мен талаптарды басшылыққа алуды сұрайды:**

1. Жарияланым үшін ұсынылатын мақалалар жаңа, бұрын баспа және электрондық басылымдарында жарияланбаған болу керек. Мақаланың мазмұны тематикалық бағыт және журналдың ғылыми деңгейіне, айқындалған жаңалық танытушы болып, авиация саласының ғылыми қызметкерлері, оқытушылары мен мамандарының мүдделеріне сәйкес болу керек. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде жарияланады.

2. Мақаланың көлемі: докторлар мен ғылым кандидаттары, Phd докторлары үшін – А-4 көлемдегі 10 беттен (5 мың сөз); докторанттар, магистранттар үшін – А-4 көлемдегі 7 беттен (3 мың сөз); оқытушылар, ғалымдар мен практиктер үшін А4 көлемдегі 7 бетке дейін, жас ғалымдар мен студенттер үшін А4 көлемдегі 7 бетке дейін болуы керек. Материал бір интервал аралықта 14 өлшемнің WORD мәтін редакторымен, Times New Roman қарібін қолданып, терілген болу керек. Кестелер, диаграммалар, суреттер және өзге графикалық материалдар ақ-қара нұсқада WORD (2003 жылғы нұсқадан ескі болмауы керек) мәтіндік редактордың құралдарымен орындалған, немесе векторлық жазу-сызудың (Adobe Illustrator, Corel Draw) бағдарламаларында және міндетті түрде электрондық редакциялау мүмкіндігі болу керек. Графикалық материалдардың және кестелердің мәтіннің ішінде сілтемелері, реттік саны және атауы болу керек. Әр кестенің астында міндетті түрде дереккөзге сілтеме жасалады. Формулалар Math Type бағдарламасында немесе MS Office қосымшасында теріледі және мақала бойы бір стильді ұстанады.

3. Мақаланың басында жоғарыда сол жақта ЭОЖ жіктегіш индексі көрсетіледі. Бұдан әрі беттің ортасында бас әріптермен (көлбеумен) - инициалдар (аты, әкесінің аты немесе өзінің, әкесінің, фамилиясының бірінші әріптері) және авторлардың фамилиялары, лауазымы, дәрежесі, содан кейін ортасында кіші әріптермен - жұмыс орындалған ұйымның (ұйымдардың) атауы, және қаласы, төменде дәл солай ортасында бас әріптермен (қаралау қаріппен) – мақаланың атауы.

4. Аңдатпа жұмыстың мақсатын, әдісі немесе жұмысты жасау методологиясын, қысқа 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 кілт сөздер аңдатпа тілінде кіші әріптермен, үтір арқылы 5 сөзден кем болмауы керек.

5. 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.

6. Мақаланың соңында «Пайдаланылған дереккөздердің тізімі» келтіріледі (5 кем емес). Мәтіндегі сілтемелер - шаршы жақшаларында. Дереккөздер мәтінде дәйексөз алу тәртібінде көрсетіледі. Мәтінде әдебиеттің тізбесінен барлық дереккөздерге сілтемелер болуы керек. Пайдаланылған дереккөздер тізбесі "Библиографиялық сілтеме" МЕМСТ 7.05-2008 сәйкес рәсімделеді.

7. Мақалаға жеке файлда авторлар туралы: сурет және ақпараттар, мақаланың атауы, фамилиясы, аты және әкесінің аты (қазақ, орыс, ағылшын тілдерде), ғылыми дәрежесі және атағы, жұмыс орнының – ұйымның мекенжайы толық атауы, (индексі қоса берілген), лауазымы, контактілі телефоны, электрондық поштаның мекенжайы қоса беріледі. Көрсетілген талаптарға сай келмейтін қолжазбалар, редакциямен қарастырылмайды және қайтарылмайды. Мақала қабылданбаған жағдайда, редакция қайырудың себептері бойынша пікірталастарды жүргізбеу құқығын өзінде сақтайды.

8. Қабылданған мақалалар антиплагиаттық сараптаудан, ғылыми және әдеби редакциялаудан өтеді. Редакцияланған мақала авторға жөндеуге және бұрыштама қоюға жіберіледі. Жазып бітірген мақаланы редакцияға жіберу керек.

9. Редакцияның ұсынған реквизииттері бойынша мақала нөмірге алынған жағдайда төлемақысы өндіріледі. Құнына бір авторлық данасы енгізіледі.

10. Мақалалар электронды және баспа нұсқаларында – пошталық жіберілім, мына e-mail-дерге: [almatakeeva@mail.ru](mailto:almatakeeva@mail.ru) немесе мына мекенжайға: Алматы қ., Ахметова - 44 үй, Азаматтық авиация академиясы, 224 каб.

11. Мақаланың мазмұнына автор жауапты.

**Правила для авторов  
журнала «Вестник Академии гражданской авиации»**

*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.

2. Размер статьи не должен превышать: для докторов и кандидатов науки, докторов Phd до 10 стр. формата А4; докторантов, магистрантов до 7 стр. формата А4.; преподавателей, ученых и практиков до 7 стр. формата А4; молодых ученых и студентов до 7 стр. формата А4. 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 (не старше версии 2003), или в программах векторной графики (Adobe Illustrator, Corel Draw) и обязательно допускать электронное редактирование. Графические материалы и таблицы должны содержать ссылки в тексте, порядковый номер и название. Под каждой таблицей обязательно помещается ссылка на источник. Формулы набираются в программе Math Type или в приложении MS Office и придерживаются одного стиля на протяжении всей статьи.

3. В начале статьи вверху слева следует указать индекс УДК. Далее по середине страницы прописными буквами (курсивом) – 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.

4. 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.

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

6. 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 ГОСТР 7.05-2008 «Библиографическая ссылка».

7. В отдельном файле к статье прилагаются фотографии и 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 (включая индекс), занимаемая должность, контактный телефон, адрес электронной почты.

8. Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, редакцией не рассматриваются и не возвращаются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Принятые статьи проходят антиплагиат, рецензирование, научное литературное редактирование. Отредактированная статья отправляется автору на доработку и визирование. Доработанная рукопись должна быть представлена в редакцию. За статью несет ответственность автор.

9. Оплата производится, когда статья отобрана в номер, по представленным редакцией реквизитам. В стоимость включается один авторский экземпляр.

10. Статьи принимаются в электронном и печатном вариантах – почтовым отправлением, на e-mail: [almatakeeva@mail.ru](mailto:almatakeeva@mail.ru) или по адресу: г. Алматы, ул. Ахметова - 44, Академия гражданской авиации, каб.224.

11. Ответственность за содержание статьи несут авторы.

**Requirements for article's writing to be published in the journal:**

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

2. The amount of the paper should not exceed: for doctors and candidates of science, Phd doctors up to 10 pp. format A 4, for doctoral students, undergraduates up to 7 pp, format A4, for teachers, scientists, and practice up to 7 pp. The material should be typed in text editor WORD with the Times New Roman font, size 14, single-spaced. Schemes, graphs, diagrams, drawings and other graphic materials can be made in black and white by means of a text editor WORD (not older than 2003 version) or vector graphics programs (Adobe Illustrator, Corel Draw) and be sure to allow electronic editing. Graphics and tables should contain references in the text, serial number and the names. Each table is required a link to the data source. Formulas are typed in the program Mach Type or application MC Office and adhere to one style throughout the paper.

3. There should be indicated UDC (Universal Decimal Classification) at the beginning of the left top corner. Initials and names of the authors in capital letters are in the middle of the page, in the middle of lowercase letters there are title, degree and the name of the organization (s) and city the work is done, the name of the article with capital letters (bold) is below in the middle of the paper.

4. The abstract should reflect the purpose of the work, method, or methodology of work, summary results, the scope of the results, conclusions. The size of the summary should be at least 1/3 of the page. Regardless of language annotations are to be written in Kazakh, Russian and English languages. After the summary there are keywords, not less than 5 words in lowercase, separated by commas.

5. The text of the article should be structured as "Introduction", "Main part", "Conclusion and Proposal". If necessary additional special section titles are allowed.

6. "List of references" (at least 5) is at the end of the article. References in the text are in square brackets. Sources in the text should be indicated in the order of citation. All sources from the list of references should be cited in the text. List of references are made in accordance with 7.05-2008 "Bibliographic References" State Standard

7. Photos and information about the author as the name of the article, name and patronymic name (in Kazakh, Russian and English), academic degree and rank, full name and address of the organization, the place of work (including zip code), position, telephone number, e-mail address are attached to the article in a separate file.

8. The manuscripts do not meet these requirements are not considered and returned. If the article is rejected, the editors reserve the right not to have a discussion based on the deviation.

Accepted articles are reviewed, pass antiplagiat, scientific literary editing. The edited article is sent to the author for the modification and the sighting. The finished manuscript must be represented into the editorial staff.

9. Payment is made when the article is selected by the editorial staff. The price includes one author's copy.

10. Articles are received in electronic and printed versions on e-mail [almamakeeva@mail.ru](mailto:almamakeeva@mail.ru) or at 44 Akhmetova Str., Almaty, Academy of Civil Aviation, room 224.

11. The authors are responsible for the content of the article.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ИНВЕСТИЦИЯЛАР ЖӘНЕ ДАМУ  
МИНИСТРЛІГІНІҢ  
АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ КОМИТЕТІ  
РЕСПУБЛИКАЛЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК  
МЕКЕМЕСІ

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
REPUBLIC STATE AUTHORITY  
MINISTRY OF INVESTMENTS AND  
DEVELOPMENT  
CIVIL AVIATION COMMITTEE

**Комитет гражданской авиации  
Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстана**

**Сертификат  
авиационного учебного центра  
№ АУЦ 02-15**

*Республика Казахстан, 050039, г. Алматы, Турксибский район,  
ул. Закарпатская 44.*

Выдан: «23» апреля 2015 года

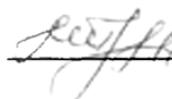
Настоящий Сертификат удостоверяет, что Авиационный учебный центр ТОО «Training center Part-FCL» соответствуют требованиям, установленными Республикой Казахстан, стандартами и рекомендуемой практикой ИКАО относительно области действий авиационного учебного центра, указанных в приложении к настоящему Сертификату.

Сертификат выдан на основании акта сертификационного обследования от 17 марта 2015 года и акта контрольного сертификационного обследования Авиационного учебного центра ТОО «Training center Part-FCL» от 18 апреля 2015 года Комитета гражданской авиации Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.

Инспекционный контроль осуществляет: Комитет гражданской авиации Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.



**Руководитель Управления по  
организации выдачи свидетельств  
авиационного персонала и медицине  
Комитета гражданской авиации**

 **Д. Тұраахметов**  
(подпись)



**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-кәсіпшілік

**Тарату аумағы:** Қазақстан Республикасы

**Төрағаның орынбасары**  **Т. Қазанпау**

**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. Қазанпау**

|  |   |
|--|---|
| <p>НАЦИОНАЛЬНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ КНИЖНАЯ ПАЛАТА<br/>РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН</p> <p>НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ISSN</p> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">СЕРТИФИКАТ</p> <p style="text-align: center;"><i>Журнал</i><br/>«Вестник Академии гражданской авиации»</p> <p style="text-align: center;">АО «Академия гражданской авиации»<br/>(город Алматы)</p> <p>зарегистрирован в Международном центре по регистрации серийных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и имеет присвоенный международный номер</p> <p style="text-align: center;">ISSN 2413 – 8614</p> <p style="font-size: 8px;">(использовать стандарты ИСО 3297-98 "Информация и документация. международный стандартный формат сведений об изданиях (ISSN)", международный стандарт ГОСТ 7.56-2002 "Международный стандарт идентификации серийных изданий")</p> <p>Директор  <b>Ж. Сейдуманов</b></p> <p style="text-align: center;">«29» октября 2015 год</p> | <p>ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ<br/>ҰЛТТЫҚ МӘМЛЕКЕТТІК КІТАП ПАЛАТАСЫ</p> <p>ISSN ҰЛТТЫҚ ОРТАЛЫҒЫ</p> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">СЕРТИФИКАТ</p> <p style="text-align: center;"><i>Журнал</i><br/>«Азаматтық авиация академиясының жаршысы» журналы</p> <p style="text-align: center;">«Азаматтық авиация академиясы» АҚ<br/>(Алматы қаласы)</p> <p>ЮНЕСКО, Франция, Париж к.і сериялық басылмаларды тіркелген ISSN халықаралық орталығымен тіркелген және халықаралық номер берілген</p> <p style="text-align: center;">ISSN 2413 8614</p> <p style="font-size: 8px;">использовать стандарты ИСО 3297-98 "Актуальная және құрылыстық ISSN) сериялық басылмалардың идентификация стандарты мәліметі", международный стандарт ГОСТ 7.56-2002 "Серийные басылмалардың идентификация стандартының нөмірі"</p> <p>Директор  <b>Ж. Сейдуманов</b></p> <p style="text-align: center;">«29» октябрь 2015 жыл</p> |
|--|---|

**АО «Академия Гражданской Авиации»  
050039 г. Алматы, ул.Закарпатская,44  
agakaz.kz**