

# Февральские Чтения



## МАТЕРИАЛЫ

V Международной научно-практической  
молодежной конференции  
ТВОРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ  
МОЛОДЕЖИ В РЕШЕНИИ  
АВИАКОСМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ



БАКУ  
3-5 февраля  
2020

[naa.az/fr2020](http://naa.az/fr2020)  
[fr2020@naa.az](mailto:fr2020@naa.az)  
[#februaryreadings](https://twitter.com/februaryreadings)



**Министерство Образования Азербайджанской Республики  
ЗАО «Азербайджан Хава Йоллары»  
Национальная Академия Авиации  
Азербайджанская Инженерная Академия  
ОАО «Азеркосмос»**

## **МАТЕРИАЛЫ**

**V Международной научно-практической  
молодежной конференции  
«Февральские чтения - 2020: Творческий  
потенциал молодежи в решении  
авиакосмических проблем»**

**Баку, 03-05 февраля 2020 г.**

**Национальная Академия Авиации**

УДК 629.7

Редактор  
Х.И. Абдуллаев

Материалы V Международной научно-практической молодежной конференции «Февральские чтения - 2020: Творческий потенциал молодежи в решении авиакосмических проблем». Баку, Азербайджан, 03-05 февраля 2020 г. Центр Полиграфии ЗАО «Азербайджан Хава Йоллары».

**Председатель конференции**  
**Сопредседатель конференции**

академик ***Р.З. Сагдеев***  
академик ***А.М. Пашаев***

**Организационный  
комитет**

*А.С. Самедов*  
*Ф.И. Гурбанов*  
*Р.Н. Набиев*  
*П.В. Кесеменский*  
*А.Х. Джанахмедов*  
*Р.А. Гасанов*  
*А.А. Исмаилов*  
*Р.К. Имамгулиев*  
*А.М. Рамазанзаде*  
*Ф.Г. Гусейнова*  
*Н.В. Годжаева*  
*А.Н. Казимова*  
*Л.С. Алескерова*  
*Б.Э. Гусейн-заде*  
*С.Н. Джабиев*

**Программный  
комитет**

*А.Р. Гасанов*  
*Ф.Г. Дадашев*  
*Х.И. Абдуллаев*  
*И.М. Исмаилов*  
*А.З. Меликов*  
*С.Я. Муслумов*  
*П.Ш. Абдуллаев*  
*Р.М. Мухтаров*  
*Н.Т. Нагиев*  
*Э.М. Наджафов*  
*А.Н. Бадалова*  
*С.Х. Агаева*  
*Ф.А. Махмудлу*  
*Дж.Б. Меликова*

**Международный  
комитет**

*Э.Т. Газарханов (Азербайджан)*  
*М.А. Эфендиев (Германия)*  
*А.Дж. Рустамов (Германия)*  
*Н.Б. Суворов (Россия)*  
*А.А. Иголкин (Россия)*  
*А.И. Сафин (Россия)*  
*Н.В. Нечипорук (Украина)*  
*С.В. Епифанов (Украина)*  
*А.Т. Исмаил-заде (Франция)*  
*А.Е. Кемелбекова (Казахстан)*  
*М.С. Рубин (Россия)*  
*О.И. Даварашвили (Грузия)*

**Отв. секретари конференции:** *Хагани Абдуллаев, Фуад Дадашев*

## СОДЕРЖАНИЕ

**Секция 1. Перспективные авиационные и космические технологии**

1. Сафин А.И., Иголкин А.А., Прокофьев А.Б. Использование различных пористых металлов в качестве элементов звукопоглощающих конструкций для газотурбинных двигателей .....	6
2. Алиев А.А. Оценка прочности лакокрасочного покрытия к абразивному истиранию с помощью индентирования .....	8
3. Сафин А.И., Кузнецов А.В., Иголкин А.А. Исследование звукопоглощающих характеристик пенополиуретана, применяемого в ракетно-космической отрасли .....	10
4. Pirmanov I.A. Adaptive control algorithm for the manipulator providing airworthiness of aircraft under conditions of vibration resistance of aircraft engines .....	13
5. Тагиров Т.А., Самедов А.С., Абдуллаев П.Ш., Абдуллаев Е.А., Юсифов Н.Ш. Проектирование микротурбореактивного двигателя .....	15
6. Əskərov Ə.A., Səmədov Ə.S. Turbovintli mühərrikin yağlama sisteminin modelləşdirilməsi .....	18
7. Quliyev T.R., Babayev H.B. SID və STAR sxemlərində risklərin modelləşdirilməsi .....	20
8. Mütəllimzadə M.Ş., Abdullayev P.Ş. Maye yanacaq raket mühərrikinin kamerasında yanma və axma prosesinin modeli .....	22
9. Hüseynov F.H., Manafov E.K. Müasir vericilər vasitəsilə dartı elektrik mühərriklərində səsə və vibrasiyaya nəzarət .....	25
10. Маликова А.Н., Мамедов А.М., Абасов Р.К. Влияние скорости аудиомоторных реакций и среднеквадратических отклонений при восприятии слуховой информации диспетчером на пропускную способность воздушного пространства .....	28
11. Абдуллаев Р.Ф., Самедов А.С. Моделирование нагружения композитного головного обтекателя ракеты-носителя .....	30
12. Рашидов М.А. Моделирование работы автоматической системы охлаждения тяговых электродвигателей .....	33
13. Рамазанова Ф.Н. Проблемы проектирования современного авиационного двигателя .....	36
14. Mirzəyev T.İ., Abdullayev P.Ş. Turboventilyatorlu mühərrikin yağlama sisteminin modelləşdirilməsi .....	38
15. Seyidov H.M., Həzərhanov Ə.T., Dadaşov F.H. Virtual trenajorda tələbə-pilotun fəaliyyətini ekspress təhlil edən ekspert məsləhət sistemi .....	40
16. Ярыева М.И., Абдуллаев Х.И. Оптимальное расположение глиссадного радиомаяка как способ увеличения пропускной способности ВПП-17 Международного Аэропорта Гейдар Алиев .....	42
17. Ярыев А.И., Бабаев Г.Б. Особенности применения системы связи "диспетчер-пилот" по линии передачи данных .....	44
18. Abdulla N.P., Sereda V.A., Abdullayev P.Sh. Implementation of generalized tensor model for numerical investigation of combustion thermogasdynamics considering recombination and disassociation reactions .....	47

**Секция 2. ИКТ в решении авиакосмических проблем**

19. Wijesundare J.S.S., Hajiyev Y.M. Detection of Vampire attacks on smart homes using restricted Boltzmann machines .....	53
20. Асланова Р.Н., Гасымов В.А. Технологии обеспечения кибербезопасности криптовалют .....	56
21. Binnətəliyeva T.V., İsmayilov İ.M. Uçuş aparatının uçuş verilənlərinin intellektual analizi alqoritmi .....	58
22. Amanov R.Ş., Əhmədov L.N. İnformasiya sistemlərinin monitorinqində proqnozlaşdırma üsulu və onun proqram realizasiyası .....	60

23. <b>Qarayeva P.V., Əhmədov L.N.</b> Big Data təhsil sektorunu necə formalaşdırır .....	62
24. <b>Vağırılı H.R., İsmayılov B.Q.</b> Bulud texnologiyalarında yüklənmənin balanslaşdırılmasının tətbiqi .....	65
<b>Секция 3. Авиационная радиоэлектроника</b>	
25. <b>Abbaslı F.A., Eynullayev V.S.</b> Mikropeyklərin elektrik qida parametrlərinə telemetrik nəzarət sisteminin işlənməsi .....	68
26. <b>Vayramova G.İ., İsgəndərov İ.Ə.</b> Nanopeyk üçün optoelektron səmtləşdirmə və stabilləşdirmə sisteminin struktur modeli .....	70
27. <b>Əhmədzadə M.Ə., İsgəndərov İ.Ə.</b> Uçuş aparatlarının hava verilənləri sistemi üçün optoelektron vericilərin analiz və sintezi .....	73
28. <b>Гасанлы Г.М., Ибрагимов Р.А.</b> Локальный коммутатор бортовой радиотелеметрической системы .....	77
29. <b>Həsənov R.A., Əliyeva İ.N.</b> Stabilitron əsasında tam təsadüfi rəqəm formalaşdırıcısı .....	79
30. <b>İsrafilov S.M.</b> Mikrokontroller əsasında avtonom hündürlükölçənin işlənməsi .....	82
31. <b>Həsənov S.E.</b> Helikopterin uçuş-texniki parametrlərinə məsafədən nəzarət sisteminin modeli .....	83
32. <b>Джабраилзаде В.М.</b> Повышение надёжности работы щёточно-коллекторного узла тяговых электродвигателей .....	85
<b>Секция 4. Аэрокосмический мониторинг</b>	
33. <b>Maharramov T.S., Huseynzade R.A., Guliyeva Kh.B.</b> Developing various scenarios and complex oil spill response operation in Azerbaijan .....	87
34. <b>Кулиева С.Г., Бадалова А.Н.</b> Метод слияния спутниковых изображений Azersky и Sentinel-2B для мониторинга сельскохозяйственных полей .....	89
35. <b>Qaragözov T.E.</b> Azərbaycanın qərb ərazilərində baş vermiş temperatur dəyişmələrinin dolu hadisələrinə təsiri .....	92
36. <b>Xəlilova Y.B., İsmayılov K.X.</b> Dəniz suyunda xlorofilin konsentrasiyasının məsafədən ölçmə üsulunun təkmilləşdirilməsi .....	94
37. <b>Qəribli Z.Q., Əzizov B.M.</b> Bitki örtüyünün tədqiqində hiperspektral məlumatların tətbiqi .....	97
38. <b>Юсубова Н.А., Исмагова Х.Р.</b> Создание геоинформационной системы морского нефтепромысла с помощью ГИС-технологий (на примере о. Пираллахи) .....	99
39. <b>Şükürov T.S.</b> Azərbaycanda təhlükəli hidrometeoroloji hadisələrin statistik təhlili .....	101
<b>Секция 5. Физико-химические технологии</b>	
40. <b>Агаева Ф.Э., Садыгов А.З.</b> Определение основных параметров фотодиода типа MAPD .....	103
41. <b>Məmmədov R.M., Holik M., Əhmədov Q.S., Əhmədov F.İ., Nuriyev S.M., Əkbərov R.Ə., Mora Y., Zich J., Pridal P., Sadiqov A.Z., Berikov D.</b> İonlaşdırıcı şüa qeydediciləri üçün kompakt qeydetmə modulu .....	105
42. <b>Abbaszadə N.N., Əhmədov Q.S., Holik M., Əhmədov F.İ., Sadiqov A.Z., Nuriyev S.M., Əkbərov R.A.</b> ΔE-E zərrəcik teleskoplarının enerjiyə görə kalibrlənməsi .....	107
43. <b>Guliyev J.A., Gurbanov I.I., Kerimova A.Kh., Mammadov F.E.</b> Fabrication of Indium tin oxide (ITO) thin films for alcohol and gas sensors application .....	109
44. <b>Abdullayeva S.H.</b> TiO <sub>2</sub> təbəqələrinin anodda oksidləşdirmə yolu ilə alınması .....	111
45. <b>Насирова М.М.</b> Термофрикционная стабильность полимерных материалов для транспортных средств .....	113
<b>Секция 6. Логистические проблемы в транспорте</b>	
46. <b>Məmmədov A.A.</b> Hava nəqliyyatının multimodal daşımalarda rolu .....	116

47. <b>Nəcəfli F.E., Nəcəfov E.M.</b> Ümumdünya sərnəşin aviadaşımaları bazarının liberallaşdırılması haqqında .....	118
48. <b>Həsənlı O.N., Nəcəfov E.M.</b> Logistik autorsinq xidmətlərinin dəyərləndirilməsi metodu .....	119
49. <b>Гафарзаде Р.А.</b> К вопросу о стандартизации обработки запросов контакт-центрами .....	122
50. <b>Ağayev N.F., Əliyev S.İ.</b> The making of CRRC logistic system .....	124
51. <b>Qasımov V.E.</b> Azərbaycan Respublikasında “Yaşıl kart” sistemi: problemlər və perspektivlər .....	125
52. <b>İsmayilov P.İ., Ələkbərova G.C.</b> Təhlükəli yüklərin emalında informasiya texnologiyalarının rolu .....	127
53. <b>Turabov H.Y., Nəcəfov E.M.</b> Logistik xidmət sisteminin üstünlüyü və minimal daşıma xərcləri baxımından müqayisəli əsaslandırılması .....	129
<b>Секция 7. Актуальные проблемы авиационной безопасности</b>	
54. <b>Нуриева Ш.П.</b> Исследование термина «инсайдерская угроза» в гражданской авиации .....	132
55. <b>Xəlilova S.T.</b> Aviayüklərin daşınmasında aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri .....	136
56. <b>Səlimova N.A., Nağıyev N.T.</b> Hava limanının aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri .....	138
57. <b>Лобода Д.И., Халыгов Н.Б.</b> Анализ методов защиты гражданских воздушных судов от переносных зенитных ракетных комплексов .....	140
58. <b>Abdullayeva N.A., Muxtarov R.M.</b> Əldəqayırma partlayıcı maddələrin kimyəvi tərkibinin təhlili .....	143
59. <b>Həsənov A.C., Əliyeva L.R.</b> Qanunsuz müdaxilə aktlarının statistik təhlili .....	145
<b>Секция 8. Экономические, правовые и гуманитарные проблемы транспорта</b>	
60. <b>Ramazanov M.V.</b> Regulation of entry of foreign investment: EU FDI screening regulation and Azerbaijani legislation ....	148
61. <b>Nuriyev A.A.</b> MDB ölkələrinin konstitusiyalarında müəyyən edilmiş beynəlxalq aktların hüquqi qüvvəsi .....	151
62. <b>Əhmədzadə S.V.</b> Dəniz nəqliyyatında baş verən qəzaların araşdırılması üzrə beynəlxalq hüquq normalarının inkişafı .....	154
63. <b>Эстрова С.Т.</b> Применение различных стилей эмоционального лидерства в деятельности инструктора-диспетчера УВД .....	156
64. <b>Xəlilov Z.Z.</b> Beynəlxalq kosmos hüququnun sisteminə yeni yanaşma .....	159
65. <b>Dadaşova J.B.</b> Müasir dövrdə beynəlxalq ticarətin inkişaf perspektivləri .....	161



### Использование различных пористых металлов в качестве элементов звукопоглощающих конструкций для газотурбинных двигателей

*Сафин А.И., Иголкин А.А., Прокофьев А.Б.*  
Самарский Университет, г. Самара, Россия  
artursafin1988@gmail.com

#### Аннотация

Рассматривается возможность применения пористых металлов в качестве элемента звукопоглощающей конструкции. Описаны преимущества и свойства пористых металлов. Исследован коэффициент звукопоглощения пористых металлов.

#### Введение

Для снижения шума в газотурбинном двигателе (ГТД) широко используются резонансные звукопоглощающие конструкции (ЗПК). Их недостатком является то, что они эффективны в достаточно узком частотном диапазоне [1,2]. Такого недостатка лишены ЗПК, в которых в роли основного звукопоглощающего элемента выступают пористые металлы.

#### Метод

Для расширения частотного диапазона ЗПК можно использовать пористые металлы, но в условиях эксплуатации ГТД необходимы пористые металлы, выдерживающие высокие температуры, вибрацию, загрязнение продуктами сгорания и при этом сохраняющие свои акустические характеристики. К данным условиям эксплуатации подходят пористые металлы, некоторые характеристики которых представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1. Некоторые характеристики пористых металлов для применения в ЗПК ГТД

Основные характеристики	Материал МР	Пористый алюминий	Спеченная бронза
Пористость	0,13...0,95	0,78...0,81	0,26...0,4
Удельный вес	390-6786 кг/м <sup>3</sup>	500-600 кг/м <sup>3</sup>	4680-5772 кг/м <sup>3</sup>
Преимущества	Высокий коэффициент звукопоглощения в широком диапазоне частот	Отсутствие ограничения по размерам, возможность обработки материала	Возможность обработки материала
Недостатки	Низкая технологичность	Узкий температурный диапазон эксплуатации	Низкая технологичность, неустойчив к вибрации

Исследование нормального коэффициента звукопоглощения проводилось в импедансной трубе [4,5]. Акустическое давление в стационарных плоских волнах, создаваемых в импедансной трубе с помощью динамика, измеряется в двух точках, расположенных между собой на расстоянии 0,0288 м и на расстоянии 0,0519 м от исследуемого материала.

Экспериментальные исследования [6] нормального коэффициента звукопоглощения материала МР, пористого Al и спеченной бронзы проводились на образцах толщиной 8-10 мм и пористостью 0,4 и 0,6 в диапазоне частот от 315 до 5000 Гц (Рис. 1).

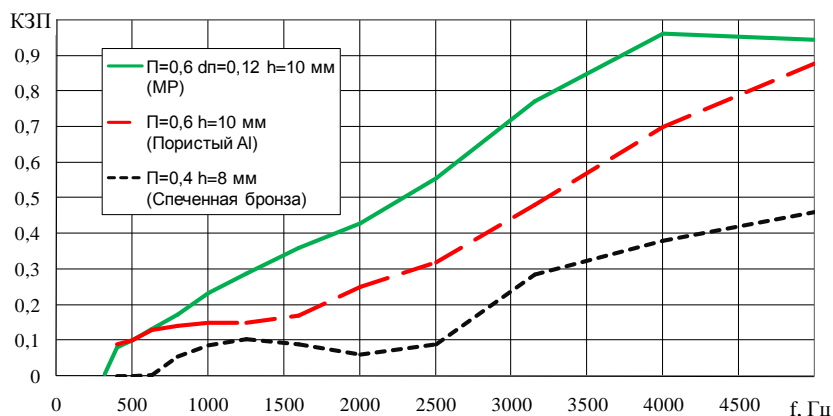


Рис. 1. Частотные зависимости нормального коэффициента звукопоглощения различных пористых металлов

Результаты экспериментальных исследований позволили сделать следующие выводы. При одинаковой толщине и пористости материал МР по сравнению с пористым алюминием имеет более высокий нормальный коэффициент звукопоглощения, но материала МР имеет более высокую массу. Спеченная бронза показала наихудший нормальный коэффициент звукопоглощения, это связано с низкой пористостью материала.

Экспериментальные исследования разработанных ЗПК с МР проводились также методом двух реверберационных камер на стенде У-96Т ЦИАМ. Испытательный стенд У-96Т состоит из двух реверберационных камер соединенных между собой каналом, имеющим в сечении прямоугольную форму, где размещаются плоские образцы звукопоглощающих конструкций, и сиренное устройство с батареей газоструйных излучателей, обладающих уровнем звуковой мощности порядка 160 дБ [7]. На стенде У-96Т ЦИАМ были исследованы как однослойные, так и многослойные ЗПК на базе материала МР. Все исследованные ЗПК имеют длину двух калибров канала. Испытания проводились при числе Маха воздушного потока в канале  $M = 0,35$  [7].

Для экспериментального исследования ЗПК в канале была изготовлена пресс форма, с помощью которой изготовлены образцы МР размерами 250x100x10 мм и 250x100x5 мм.

Экспериментальные исследования показали, что максимальное значение акустической эффективности однослойной ЗПК длиной равной двум калибрам канала составляет около 6...8 дБ. Такую эффективность можно рассматривать как удовлетворительную, учитывая максимальную простоту разработанной и испытанной схем. Кроме того, однослойная ЗПК обеспечивает достаточно ровную акустическую эффективность в широком диапазоне частот.

Пористый материал МР может загрязняться продуктами сгорания авиационного керосина и это влияет на акустическую эффективность ЗПК на его основе. Проведены экспериментальные исследования влияния степени загрязнения образцов из материала МР продуктами сгорания на акустическую эффективность. С целью устранения влияния загрязнения ЗПК с звукопоглощающими элементами из МР предложено использовать в качестве первого слоя перфорированный лист. В такой комбинации первый слой предохраняет до некоторой степени материал МР от загрязнения. Кроме того, перфорированный лист повышает жесткость ЗПК и в определенной мере способствует повышению акустической эффективности ЗПК, т.е. сам выступает как звукопоглощающий элемент.

Разработаны схемы многослойных ЗПК, где слоями звукопоглощающих элементов являются: перфорированный металлический лист, материал МР, сотовая конструкция. Проведены экспериментальные исследования таких конструкций. Использование МР вместо сотового заполнителя повышает акустическую эффективность разработанных ЗПК на 2 - 5 дБ.

### *Благодарность*

Работа выполнена при финансовой поддержке президентского гранта Российской Федерации для молодых кандидатов наук МК-1944.2020.8.

Результаты работы получены с использованием оборудования центра коллективного пользования "Учебно-Научный Производственный Центр "Вибрационная прочность и надежность аэрокосмических изделий" при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № 0777-2020-0019).

### **Литература**

- 1 Мунин, А.Г. Аэродинамические источники шума / А.Г. Мунин, В.М. Кузнецов, Е.А. Леонтьев. – М.: Машиностроение, 1981. – 248 с.
- 2 Мхитарян, А.М. Снижение шума самолетов с реактивными двигателями / А.М. Мхитарян, В.Г. Ененков, Б.Н. Мельников, В.И. Токарев, И.П. Шамаков. – М.: Машиностроение, 1975. – 263 с.
- 3 Изжеуров Е.А. Формирование элементов конструкций гидродинамического тракта энергетических установок из упруго пористого материала МР. Москва: Машиностроение, 2001, 284 с.
- 4 Иголкин А.А., Сафин А.И., Шахматов Е.В. О применении различных типов микрофонов при измерениях в импедансной трубе. Вектор науки ТГУ, 2011 С.49-51
- 5 Delany, M.A. Acoustic properties of fibrous absorbent materials [Текст]/ M.A. Delany, E.N. Bazley // Appl. Acoust. 3, 1970. 105-116.
- 6 ISO 10534-2 – 1998. Acoustics: determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes. Part 2: Transfer – function method.
- 7 Khaletskiy Y. Acoustic response of a fan duct liner including porous material [электронный ресурс] Y. Khaletskiy, Y. Pochkin, A. Igolkin // The 20st International Congress on Sound and Vibration (ICSV 20) July 7 - 11 – Bangkok, Thailand – 2013.

### *Study on acoustic characteristics of various porous metals*

*Safin A.I., Igolkin A.A., Prokofiev A.B.*

*This article studies the possibility of using porous metals as sound-absorbing structure element. Porous metals advantages and properties are described. Porous metals sound absorption coefficient was investigated.*





## Оценка прочности лакокрасочного покрытия к абразивному истиранию с помощью индентирования

Алиев А.А.

Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
akper.aliyev@gmail.com

### Аннотация

Рассмотрено эрозионное воздействие на внешнее лакокрасочное покрытие воздушного судна. Отмечены существующие методы оценки сопротивления полимерных плёнок эрозионному разрушению. Предложена замена испытаний по ГОСТ 20811-75 (метод А) на циклическое вдавливание индентора. На примере полиуретанового лака экспериментально определены зависимости остаточной толщины покрытия от массы абразива и числа циклов индентирующего воздействия. Предложена оценочная формула расчёта прочности к истиранию через параметры индентирования.

### Введение

Внешние лакокрасочные покрытия (ЛКП) воздушных судов (ВС) в процессе эксплуатации подвергаются интенсивному воздействию набегающих потоков, в т. ч. содержащих твёрдые микро-частицы (пыль, песок и пр.) [1,2]. Многократно повторяющиеся удары острых граней абразивных микрочастиц представляют собой акты микрорезания наряду с пластическим отеснением и усталостным выкрашиванием покрытия, вызывающими его ускоренное разрушение, вследствие чего изучение эрозионной стойкости и прогнозирование ресурса работы ЛКП представляются актуальными [3,4]. Несмотря на отсутствие прямых нормативных указаний, регламентирующих износ внешних ЛКП ВС, в целом представляется обоснованным допустить, что до очередной замены (не менее чем через 4 года) [5] его линейная эрозия не должна превышать толщины верхнего (лакового) слоя (~50 мкм) [6].

Известен ряд методик определения различных эрозионных показателей полимерных плёнок [7-11]. Среди них наиболее простыми в реализации являются стандарты [7] и [11], при которых на образец ЛКП непрерывно засыпают кварцевый песок с размерами зёрен  $d=0,3-0,5$  мм, постепенно истирающий слой покрытия. Результатом является определение прочности к истиранию ( $X$ , кг/мкм), выражаемой как отношение массы песка (в кг), необходимой для разрушения единицы толщины покрытия (в мкм):

$$X=M/h, \quad (1)$$

где  $M$  – масса песка, израсходованная на истирание, кг;  $h$  – толщина покрытия, мкм.

Недостатком подобных методов испытаний является необходимость обеспечения больших расходов абразива и наличие закрытого участка для предотвращения загрязнения и запыления, что создаёт предпосылки для разработки альтернативных способов оценки эрозионной стойкости материалов.

Определённое физическое сходство удара абразивной частицы (эродента) с индентированием [12,13], а именно её режущее и давящее воздействие даёт основание создать оценочный метод пересчёта эмпирических характеристик сопротивления периодическому вдавливанию в соответствующие параметры эрозионной стойкости материала [14]. Сущность данного метода заключается в том, что в исследуемое покрытие при заданной нагрузке  $F$  циклически врезаются контртело – жёсткий конический индентор, имитирующий острыми вдавливанием удары и микрорезание от абразивной частицы. Имитация абразивного воздействия может быть описана числом вдавливаний  $N_h$  до достижения остаточной глубины вдавливания  $h$  при заданном напряжении  $\sigma$  в пятне контакта. Основным преимуществом индентирования является отсутствие необходимости создания эрозионных потоков: многочисленные удары эродентов при абразивной бомбардировке поверхности, создающие в ЛКП поле динамических напряжений, условно заменяются циклическим вдавливанием контртела в ограниченном участке ЛКП.

**Целью настоящей работы** является разработка метода расчёта параметров режима циклического индентирования ЛКП эквивалентного условиям испытания по ГОСТ 20811-75 с последующим использованием полученных данных для оценки прочности покрытия к истиранию.

### Материалы и методы

Для разработки режима индентирования, физически сопоставимого с условиями испытаний по методу [7], необходимо воссоздать в схеме нагружения максимально подобное напряжённое состояние, для чего требуется определение соответствующих параметров абразивного воздействия. В качестве основы принимаем условия испытаний с использованием устройства типа ИПП-1 (ТУ 6-10-

1950-84). Исследования других авторов позволяют заключить, что режущие грани эродентов при испытаниях по методу [11] имеют радиус порядка  $\sim 20$  мкм [15]. В качестве объекта абразивных и инденторных испытаний использовали дюралюминиевые пластины  $100 \times 100 \times 2$  мм, покрытые авиационным полиуретановым лаком Aerodur 3002 толщиной 20, 40 и 60 мкм со следующими механическими свойствами:  $E_2=30$  МПа,  $\mu_2=0,35$ . Предварительные расчёты показали, что при единичном ударе кварцевого эродента  $d=500$  мкм (плотность кварца  $\rho=2650$  кг/м<sup>3</sup>, модуль упругости  $E_1=9,6 \times 10^{10}$  Па, коэффициент Пуассона  $\mu_1=0,08$  [16]) при скорости удара  $v=0,19$  м/с напряжение в точке контакта составляет  $\sigma=5,54$  МПа.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты экспериментальной оценки по методике [7] абразивного истирания ЛКП толщиной 20, 40 и 60 мкм выявили, что для полного истирания исследуемых толщин покрытия ушло  $M_{20}=169$  кг,  $M_{40}=368$  кг и  $M_{60}=541$  кг песка соответственно, т. е. средняя истираемость равна  $X=9,0$  кг/мкм. После получения результатов на абразивное истирание определяли *параметры индентирования*, которое предполагается вести на приборе NanoTest 600 в условиях многократного вдавливания алмазным конусом с радиусом острия  $R=20$  мкм (угол при вершине  $90^\circ$ ), модулем упругости первого рода  $E_1=1,143 \times 10^{12}$  Па и коэффициентом Пуассона  $\mu_1=0,0691$  [17]. Расчётная вертикальная нагрузка на индентор, вызывающая в ЛКП напряжения уровня  $\sigma=5,54$  МПа составила  $F_N=3 \times 10^{-4}$  Н (0,3 мН). В процессе испытаний фиксировалась число циклов и остаточная глубина вмятия  $h$  (мкм). По достижению на испытуемом участке критической остаточной глубины индентор перемещали на следующий участок образца на расстоянии 3-5 мм; всего провели испытания на трёх участках. Частота индентирования была принята  $f=1$  Гц. Разрушение покрытия постепенно возрастало с увеличением числа вдавливаний. При каждом цикле наблюдалось квазиупругое восстановление профиля (около 54% максимальной деформации) в виде петель гистерезиса на графике при разгрузке. Характерно, что приращение глубины вмятия увеличивалось практически линейно. Критическая глубина (20, 40 и 60 мкм) была достигнута через  $N_{20}=34$ ,  $N_{40}=67$  и  $N_{60}=105$  циклов соответственно. Сравнивая результаты обоих методик, можно отметить их взаимную пропорциональность и практически линейную зависимость остаточной глубины от интенсивности разрушающего воздействия:

$$M_{20}/20 \approx M_{40}/40 \approx M_{60}/60 \sim N_{20}/20 \approx N_{40}/40 \approx N_{60}/60$$

Это подтверждает предположение о том, что разрушение покрытия при абразивном истирании и индентировании идёт по сходным механизмам, что позволяет вывести взаимную корреляционную зависимость параметров испытаний. Прочность покрытия к истиранию (кг/мкм)  $X$  по методу [7] через параметры индентирования в общем виде можно выразить как:

$$X = M/h = kN_h/h, \quad (2)$$

$N_h$  – число циклов до разрушения покрытия на глубину  $h$ ,  $h=20 \dots 60$  мкм;

$k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от материала ЛКП и условий нагружения; в нашем случае  $k \approx 5,3$  ( $F_N=3 \times 10^{-4}$  Н, алмазный индентор с радиусом острия  $R=20$  мкм,  $f=1$  Гц).

Несмотря на то, что выражение (2) получено при индентировании конкретного лакокрасочного материала, и потому является до некоторой степени условным, его можно применять для ориентировочной оценки прочности полиуретановых ЛКП к истиранию без проведения абразивных испытаний.

#### Заключение

- Рассмотрена проблема разрушения лакокрасочного покрытия воздушного судна при воздействии потоками абразивных микрочастиц и сложность лабораторной реализации подобных испытаний.
- Предложена возможность замены испытаний ЛКП струёй падающего песка на индентирование. Для наглядного сопоставления определены значения механических параметров абразивного и индентирующего нагружения на полиуретановое покрытие.
- Предложена оценочная формула расчёта прочности ЛКП к истиранию на основании инденторных измерений. Введён коэффициент пропорциональности  $k$ , характеризующий соотношение числа циклов до достижения предельной остаточной толщины ЛКП при абразивном и индентирующем воздействии. Для полиуретанового покрытия Aerodur 3002 при нормальной нагрузке  $3 \times 10^{-4}$  Н, радиусе острия индентора 20 мкм и частоте 1 Гц коэффициент составил  $k \approx 5,3$ .

#### Литература

1. В.С.Ерасов, Е.А.Котова. Эрозионная стойкость авиационных материалов к воздействию твердых (пылевых) частиц. Авиационные материалы и технологии, №3, 2011 г., с. 30-36.
2. Кондрашов Э.К., Владимирский В.Н., Бейдер Э.Я. Эрозионностойкие лакокрасочные покрытия. - М.: Химия, 1989 - 136 с.: ил.

3. Н.Ф.Морозов, В.И.Смирнов, Ю.В.Петров. Об эрозионном разрушении твёрдых тел. в кн. Айзикович С.М. и др. Механика контактных взаимодействий. М., Физматлит, 2001 г., С. 640.
4. Тушинский Л.И., Плохов А.В. Исследование структуры и физико-механических свойств покрытий. М., Наука, 1986 г., С. 42.
5. ОСТ 1 00481-83. Покрытия лакокрасочные на основе полиуретановых эмалей для пассажирских самолётов (вертолёт). Показатели и нормы качества. 1986 г., с. 2-3.
6. Hua-Xin Peng. Polyurethane Nanocomposite Coatings for Aeronautical Applications. University of Bristol, 2010, 51 p.
7. ГОСТ 20811-75. Материалы лакокрасочные. Методы испытаний покрытий на истирание (с Изменениями №1, 2, 3), метод А – определение прочности покрытия к истиранию падающим кварцевым песком.
8. ASTM D662 – 93(2019). Standard Test Method for Evaluating Degree of Erosion of Exterior Paints.
9. РТМ 1.2.046-84. Материалы металлические и неметаллические. Метод испытания материалов, защитных покрытий. ВИАМ, 49.025, ГОС 61.
10. Э.С.Привердиев, А.Х.Джанахмедов, А.И.Вольченко, Н.Н.Фидровская, Н.А.Вольченко, В.С.Скрыпник. Узлы трения в машиностроении. Баку, Элм, 2018 г., 440 с., С. 288-292.
11. ASTM Standard G76, Standard Test Method for Conducting Erosion Tests by Solid Particle Impingement Using Gas Jets. West Conshohocken, USA: ASTM International; 2013.
12. W. Brostow, H.E.H. Lobland, M. Narkis. Sliding wear, viscoelasticity and brittleness of polymers. J. Mater. Res. 21 (09) (2006) 2422–2428.
13. W. Brostow, G. Darmarla, J. Howe, D. Pietkiewicz. Determination of wear of surfaces by scratch testing, e-Polym. 4 (1) (2004) 255–262.
14. Пашаев А.М., Джанахмедов А.Х., Алиев А.А. Определение долговечности лакокрасочных покрытий с использованием трибофатических испытаний. Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, т. 9, №1, 2018 г., с. 7-14.
15. Ashrafizadeh H, Mertiny P, McDonald A. Evaluation of the effect of temperature on mechanical properties and wear resistance of polyurethane elastomers. Wear. 2016;368-369:26-38.
16. Петроченков Р.Г. Композиты на минеральных заполнителях. Том 1. Механика строительных композитов. Изд-во МГГУ. М., 2005 г., с. 212.
17. Claude A.Klein, Gregory F.Cardinale. Young's modulus and Poisson's ratio of CVD diamond. Diamond and Related Materials. Volume 2, Issues 5-7, 13 April 1993, Pages 918-923.

***Evaluation of the abrasive strength of a paint coating using indentation***

*Aliev A.A.*

*The erosive effect on the external paint coating of the aircraft was considered. The existing methods for assessing the resistance of polymer films to erosion destruction were noted. The replacement of sandblasting GOST 20811-75 (method A) tests by the cyclic indentation is proposed. Using polyurethane coating as an example, the dependences of the residual coating thickness on the mass of the abrasive and the number of cycles of indentation are experimentally determined. An estimated formula for calculating abrasion resistance through indentation parameters is proposed.*



**Исследование звукопоглощающих характеристик пенополиуретана, применяемого в ракетно-космической отрасли**

***Сафин А.И., Кузнецов А.В., Иголкин А.А.***  
*Самарский Университет, г. Самара, Россия*  
*igolkin97@gmail.com*

**Аннотация**

В данной работе приведено краткое описание экспериментальной установки и проведенных экспериментов, представлены результаты экспериментов по определению коэффициента звукопоглощения материала ППУ-35-08. Указано, что применяемые на практике значения толщин материалов хорошо согласуются с рекомендациями, полученными в результате анализа экспериментальных данных. Полученные результаты необходимы для дальнейшего составления математической модели материала и применения 3D-моделирования с целью оптимизации разрабатываемых конструктивных мероприятий по снижению уровня акустической нагрузки, действующей на космические аппараты на этапе выведения.

**Введение**

При осуществлении запуска ракет-носителей на этапах старта и полёта в зоне максимального скоростного напора на космические аппараты действуют значительные акустические нагрузки. На

рисунке 1 представлены возможные уровни акустического давления, зафиксированные под головным обтекателе (ГО) и в межбаковом отсеке (МБО) ракеты носителя (РН) [1].

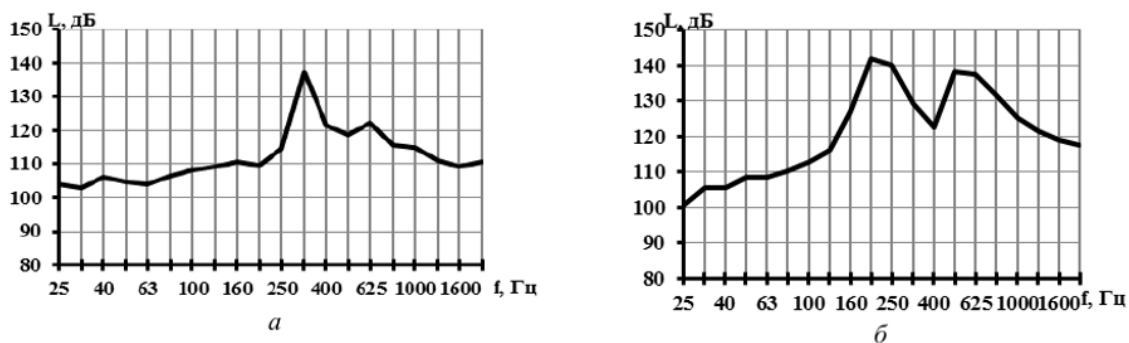


Рис. 1. Уровни акустического давления под ГО (а) и в МБО(б) при полете РН

Существует необходимость производить анализ предполагаемых акустических нагрузок, исследования звукопоглощающих характеристик конструкции материалов и обтекателя в целом, в связи с этим необходимо разрабатывать конструктивные мероприятия по снижению уровня акустического давления [1-3]. Ключевым моментом при этом является экспериментальное определение звукопоглощающих характеристик применяемых материалов. Одним из наиболее распространенных материалов является пенополиуретан (ППУ).

**Метод**

Для определения коэффициента звукопоглощения используется метод измерения в импедансной трубе с двумя микрофонами [4]. Сущность метода измерений: в импедансной трубе с помощью динамика создается акустическое давление в виде плоских волн. Акустическое давление измеряется в двух точках, расположенных между собой на расстоянии  $S$ , и на расстоянии  $L$  от исследуемого материала (рисунок 2).

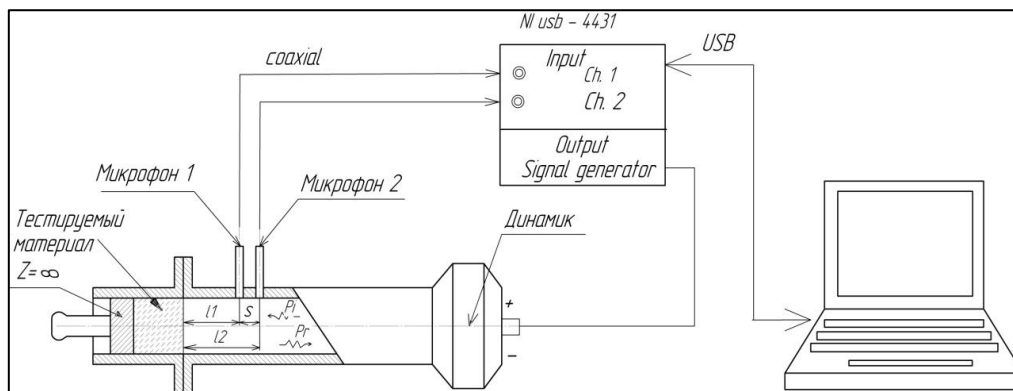


Рис. 2. Экспериментальная установка

На рисунке 3 представлено изменение коэффициентов звукопоглощения в третьооктавном диапазоне частот при различных толщинах материала.

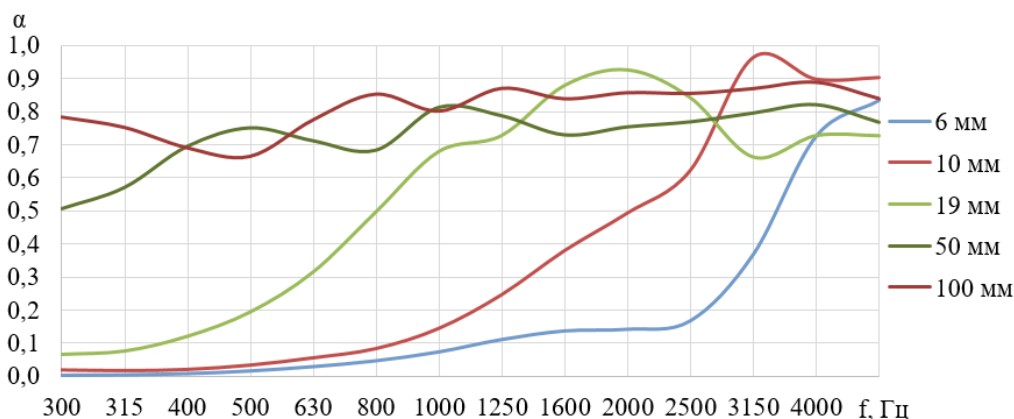


Рис. 3. Коэффициент звукопоглощения для различных толщин материала

Также посчитан индекс звукопоглощения NRC [5]. На рисунке 4 представлена зависимость индекса NRC от толщины для материала ППУ-35-08.

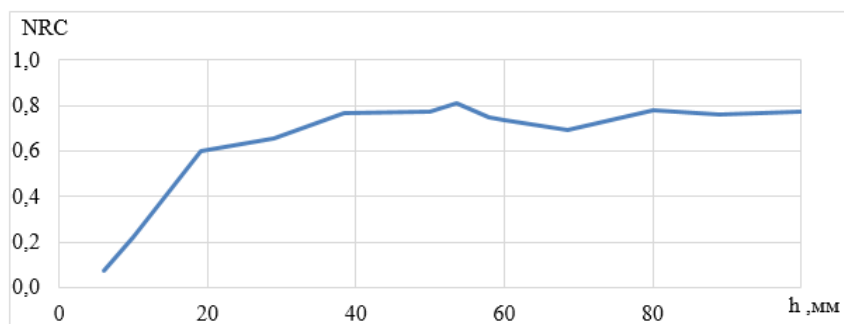


Рис. 4. Индекс звукопоглощения материала ППУ-35-08

Таким образом, в результате анализа экспериментальных данных можно сделать следующие рекомендации:

- увеличение толщины материала свыше 20 мм необходимо только в случае, если область интересующих частот находится ниже 1300Гц;
- увеличение толщины материала свыше 50 мм приводит к незначительному повышению коэффициента звукопоглощения во всем исследуемом диапазоне частот;
- увеличение толщины материала необходимо, если требуется высокий коэффициент звукопоглощения в области низких частот;
- наиболее часто применяемые толщины – 20 и 50 мм, 100 мм и более в случае, когда необходимо обеспечить требования по уровню шума на низких частотах.

#### Выводы

Проведено экспериментальное определение коэффициента звукопоглощения материала ППУ-35-08 для образцов различной толщины и даны рекомендации по применению на практике данных результатов. Экспериментальные данные необходимы для дальнейшей разработки математической модели звукопоглощения материала с целью уменьшения количества экспериментальных исследований и более широкому применению моделирования звукопоглощающих конструкций.

#### Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке президентского гранта Российской Федерации для молодых кандидатов наук МК-1944.2020.8.

Результаты работы получены с использованием оборудования центра коллективного пользования "Учебно-Научный Производственный Центр "Вибрационная прочность и надежность аэрокосмических изделий" при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № 0777-2020-0019).

#### Литература

1. Попов П.А., Синдюков А.А. Конструктивные мероприятия по снижению акустического давления внутри изделия ракетно-космической техники // Вестник СГАУ. - 2014. - №1. - С. 68-79.
2. Липницкий Ю.М., Сафронов А.В. Наземная отработка акустики старта ракет-носителей // Ученые записки ЦАГИ. - 2014. - № 2. - С. 37-49.
3. Экспериментальное определение в акустической камере звукоизоляционных характеристик панелей ГО // НТО, ЦАГИ. - 2004. - 28 с.
4. Звукопоглощение. Методы измерений [Текст]: электрон.учеб. пособие / А.А. Иголкин [и др.]. – Самара: СГАУ, 2010. - 59с.
5. David A. Bies Engineering noise control [Текст] / A. Bies David, Colin H. Hansen – London and New York: Spon Press, 2009, 768 p.

#### *The study on sound-absorbing characteristics of polyurethane foam, used in the rocket and space industry*

*Safin A.I., Kuznetsov A.V., Igolkin A.A.*

*This paper provides a brief description of the experimental setup and the experiments carried out, presents the results of experiments to determine the sound absorption coefficient of the PPU-35-08 material. It is indicated that the material thicknesses used in practice are in good agreement with the recommendations obtained as a result of the analysis of experimental data. The results obtained are necessary for the further compilation of a mathematical model of the material and the use of 3D modeling in order to optimize the design measures being developed to reduce the level of acoustic load acting on spacecraft at the launch stage.*



**Adaptive control algorithm for the manipulator providing airworthiness of aircraft under conditions of vibration resistance of aircraft engines**

*Pirmanov I.A.*

*Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan  
ildar.pirmanov@mail.ru*

**Annotation**

Research and design of adaptive control of doubly linked systems, also determining of the control law for rotational power, an adaptive control algorithm with estimating unknown parameters, under parametric uncertainty, with manipulation of unknown masses, so that the position of the links of the manipulator is accurately tracked, accuracy and convergence of the obtained algorithms, taking into account the influence of nonlinearities are presented. Research and development of an adaptive algorithm of control by doubly linked systems under conditions of parametric interval uncertainty, uncontrolled external limited perturbation, has become the focus and task of this study.

**Main part**

The formulation and solution of the problem for robot-manipulators is not as easy as it may seem, since they are subject to external perturbations that are generally unavailable for measurement due to the nature of the device and time-varying or unknown parameters of the object. These parameters are difficult to calculate or measure for geometrically compound objects, they limit the potential of robots. For effective operation of the facility management system, taking into account these uncertainties is mandatory. It is widely recognized that the accuracy of traditional methods of automatic control is insufficient to solve the problem of developing a high-speed system that does not depend on parameter uncertainties or external oscillations of the system. At the modern stage of development of the principles of control there are methods that can solve such problems.

Two approaches are being actively studied to maintain the performance of manipulators in the presence of parameter of uncertainty: robust and adaptive control. By robust systems we mean control systems that ensure the fulfillment of the set criterion for the quality of the work of the system in the presence of uncertainties in the control object. The selected control structure provides low sensitivity to various kinds of changes in the nominal object model at the stage of the synthesis of the control algorithm. The main goal of adaptive control is to maintain a consistent operation of the system in the presence of uncertainty or an unknown variation in the parameters of an object. The estimation of uncertain parameters occurs in real time based on the measured signals of the system. The advantage of the adaptive approach is that the accuracy of a manipulator carrying unknown loads improves over time (as the adaptation mechanism continues to extract parameter information from tracking errors), so adaptive control potentially maintains consistent work under changing load conditions.

Aspects of implementation and combination with robust control. I want to consider the aspects of implementation, the efficiency of computations, and the combination of adaptation with robustness to certain and other parameters and interference.

1) Aspects of implementation:

a) Since the load is usually fixed relative to the last link, it can be considered as part of the link. As a rule, the parameters of the manipulator itself should be measured or evaluated only once after its installation, possibly using offline assessment methods, since these parameters do not change from task to task. In practice, parameters are evaluated only online using an adaptive controller, therefore, the dynamic parameters of the load are equivalent to the arm of a robot. For example, the implementation of an adaptive controller of a manipulator with six degrees of freedom requires the adaptation of 10 equivalent dynamic parameters corresponding to the mass of the load, its center of mass (three parameters), and its moments of inertia (six parameters, that is,  $I_{xx}, I_{yy}, I_{zz}, I_{xy}, I_{xz}, I_{yz}$ ). If required, Continuum Models of Coulomb and viscous friction can also be included, and the corresponding coefficients can be estimated in a similar way.

b) We can stop the calculation of the unknown parameter when it reaches a priori known limit, and resume the calculation as soon as the corresponding derivative changes a sign. This intuitively motivated procedure can be easily shown to keep track of convergence.

c) The algorithm can be implemented directly in the Cartesian reference system, simply by allowing:

$$\dot{q}_r = J^{-1}[\dot{x}_d + \Lambda(x_d - x)]$$

for a non-redundant manipulator with Jacobian matrix of manipulator,  $x$  and  $x_d$  mean the actual and desired Cartesian positions.

d) In the practical implementation of the aforementioned adaptive controller, the matrices can be updated at a slower rate than the speed used by the expressions  $\dot{q}_r$ ,  $\ddot{q}_r$  and  $s$ , as well as to reduce computations, since error tracking expressions usually differ much faster than the dynamic coefficients of the matrix. Due to the presence of the second part of the control law in  $q_r$ , the controller cannot be implemented directly using the fast recursive Newton-Euler algorithms. The same is true for the matrix in the law of adaptation.

e) The previous analysis becomes invalid in the presence of drive saturation, which occurs when the torque indicated by the algorithm reaches the physical limit of the corresponding drive. Many practical approaches can be used to deal with the saturation of torque. The speed of the desired trajectories can be reduced, thereby reducing the required amount of torque from the actuator, since saturation usually occurs when the load is too high for a given speed and a given torque power. The regulator can also be temporarily changed in the mode of a conservative fixed parameter, when the torque exceeds the known physical limit of the corresponding actuator valve. In fact, the adaptation mechanism, in extracting parameter information from error tracking, cannot calculate differences, be it parameter errors or effect saturation. Estimation of online parameters, which are based solely on prediction errors and, therefore, do not depend on torque saturation, can be included to save estimates of load parameters for later use. The full operation of the adaptive regulator can be resumed when the torques, calculated on the basis of current parameter estimates, are returned to within the limits of acceptable values.

#### 2) Combination of adaptation with robust control:

In practice, the computational efficiency of the algorithm can be improved by not estimating all the unknown parameters. Some parameters, for example, index of friction in a direct driven robot, or transverse moments of inertia  $I_{xy}, I_{xz}, I_{yz}$  for loads with the correct shape, may have relatively little importance in dynamics, in this case, you can choose a robust regulator to the uncertainties of these parameters without estimating them online. Similarly, the center of mass of a load can be estimated with a reasonable degree of accuracy using CAD data. In addition, the regulator must be resistant to residual, time-varying disturbances, such as stickiness or torque ripple.

The torque calculation method is fairly standard approach, the formulation of which can be found in a number of works. In the absence of gravity, the input torque can be written as:

$$\tau = \hat{H}(\ddot{q}_d - K_1\dot{\tilde{q}} - K_2\tilde{q}) + \hat{C}\dot{q}$$

Take  $K_1$  and  $K_2$ , as scalar matrix

$$K_1 = \text{diag}(2\omega_1, 2\omega_2),$$

$$K_2 = \text{diag}(2\omega_1^2, 2\omega_2^2)$$

where,  $\omega_1$  and  $\omega_2$  are two positive numeral constants. With this choice of  $K_1$  and  $K_2$ , critically damped error dynamics will be obtained if exact parameters are used. The choice of  $K_1$  and  $K_2$ , is experimental, as before, the best values of  $w_1$  and  $w_2$  are defined as

$$\omega_1 = 20 \text{rad} \cdot \text{S}^{-1}$$

$$\omega_2 = 30 \text{rad} \cdot \text{S}^{-1}$$

The design parameters of the adaptive controller are the same as earlier, except that  $G$  is doubled, as acceptable initial parameters are already available. The values of the parameters that are used for the torque calculation method and as the initial values of the adaptive control are:

$$a_1 = 0,11 \text{kg} \cdot \text{m}^2,$$

$$a_2 = 0,0285 \text{kg} \cdot \text{m}^2,$$

$$a_3 = 0,033 \text{kg} \cdot \text{m}^2,$$

$$a_4 = 0.$$

### Conclusions

In practice, the user always has some prior knowledge of the parameters of the robots, possibly, by calculation, based on design data. This information can be used to initialize parameter estimates in an adaptive scheme, and temporarily stop adaptation from a parameter if a known limitation is reached. A popular alternative way to use a priori parameter estimates is to use a model based on fixed-parameter regulators, such as a torque calculating method. In this set of experiments, the performance of the torque calculations and the adaptive controller are compared using a priori parameter estimates as nominal parameters in the torque calculations and as the initial parameters of the adaptive controller.

### References

1. Никифоров В.О. Наблюдатели внешних детерминированных возмущений. Объекты с неизвестными параметрами // Автоматика и телемеханика. 2004. №10. с.13-24.
2. Никифоров В.О. Наблюдатели внешних детерминированных возмущений. Объекты с неизвестными параметрами // Автоматика и телемеханика. 2004. №11. с.40-48.

3. Tao G., Ioannou P.A. Model reference adaptive control for plants with unknown relative degree // IEEE Trans. On Automatic Control. 1993. V. 38. N.6., с.976-982.
4. Craig, J., Adaptive Control of Mechanical Manipulators. Reading, MA.: Addison Wesley, 1985. с.190-195.
5. Slotine, J., and W.Li, "Theoretical issues in adaptive control," 5th Yale Workshop on Applications of Adaptive Systems Theory, Yale University, New Haven, CT, 1985(a). с.252-259.
6. Ortega, R., and M.Spong, "Adaptive motion control of rigid robots: a tutorial," Proc. IEEE Conf Decision Control, Austin, TX, 1988.
7. Landau, Y., Adaptive Control: The Model Reference Approach. New York: Marcel Dekker, 1979. с.406.

**Алгоритм адаптивного управления манипулятором, обеспечивающим летную годность летательных аппаратов в условиях виброустойчивости авиационных двигателей**

*Пирманов И.А.*

*Показано исследование и проектирование адаптивного управления двусвязанными системами, а также определение закона управления вращательной силой, и адаптивный алгоритм управления с оценкой неизвестных параметров при параметрической неопределенности, с манипулированием неизвестными массами, чтобы точно отслеживать положение звеньев манипулятора, точность и сходимости полученных алгоритмов с учетом влияния нелинейностей.*



**Проектирование микротурбореактивного двигателя**

***Юсифов Н.Ш., Самедов А.С., Абдуллаев П.Ш., Абдуллаев Е.А., Тагиров Т.А.***

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан*

*a\_parviz@mail.ru*

**Аннотация**

Рассмотрен расчет микротурбореактивного двигателя (МТРД) для установки на беспилотные летательные аппараты (БПЛА). На основании анализа летно-технических характеристик существующих аналогов были подобраны исходные данные, выполнен термогазодинамический расчет, составлена математическая модель и разработан чертеж проектируемого МТРД.

**Метод**

БПЛА могут выполнять различные гражданские и военные миссии, могут быть как автономными, так и управляемыми удаленно. В качестве силовой установки (СУ) БПЛА могут использоваться различные типы двигателей: электродвигатели (ЭД) и двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с приводом на винт для небольших БПЛА, турбовинтовые (ТВД) и турбореактивные (ТРД) для средних и тяжелых БПЛА, а также ракетные двигатели для сверхзвуковых управляемых ракет, которые также относят к БПЛА. На сегодняшний день достаточно широко применяются микротурбореактивные двигатели. Большинство серийно выпускаемых МТРД выполняются по схеме одновального ТРД. Как и большеразмерные ТРД, МТРД имеют в своем составе следующие компоненты: входное устройство (ВхУ), компрессор (К), камеру сгорания (КС), турбину (Т) и сопло (С).

Как известно, основными проблемами создания МТРД являются теплообмен, число Рейнольдса и геометрические ограничения таких типов двигателей. Рассмотрим вкратце эти проблемы:

1. В отличие от крупногабаритных двигателей в микротурбомашинах существует большой теплообмен между горячими и холодными компонентами. При отсутствии теплоизоляции между компонентами, высокотемпературный градиент, который существует между компрессором и камерой сгорания, приводит к дополнительным потерям в эффективности компрессора. Кроме того, возникает проблема невозможности моделирования компрессора как адиабатической машины в процессе проектирования, что еще больше усложняет решения такого типа технической задачи.

2. Существует большая разница в значениях числа Рейнольдса между большими и микрогазотурбинными машинами. Низкое число Рейнольдса является значительным фактором, ограничивающим эффективность ступени компрессора МТРД и общую эффективность двигателя. При числах Рейнольдса  $Re \ll Re_{кр}$  в ступени осевого компрессора происходит быстрое увеличение сопротивления тракта вследствие перехода течения воздуха к ламинарному пограничному слою.

3. Относительная шероховатость поверхности (шероховатость поверхности по сравнению с общей площадью) компонентов в МТРД выше, следовательно больше потерь на трение обшивки. Для конкретных малых значений числа  $Re$  потери, вызванные трением обшивки, увеличиваются с уменьшением размера компонента.



4. Из-за особенностей процесса производства и свойств материалов возникают геометрические ограничения к микротурбинным машинам.

Следовательно, создание таких типов двигателей требует достаточно большого объема исследований с применением CAE и CFD технологий. С учетом вышеизложенного расчет МТРД выполнен в среде программного комплекса GasTurb, в котором можно связать термодинамические параметры, оптимизировать рабочие процессы, выполнять расчет стендовых режимов и высотно-скоростных характеристик, задавать законы регулирования, корректировать характеристики узлов, получать размеры проточной части двигателя в первом приближении. Исходными данными для расчета являлись: заданная тяга двигателя: - 150-250 кгс; топливо - авиационный керосин; отношение тяги к весу двигателя 6:1÷7,5:1; максимальный диаметр - 150÷280 мм; максимальная длина - 500÷600мм.

В качестве прототипа принят микротурбореактивный двигатель ТММ40. Исходные данные и результаты термогазодинамического расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

№	Параметр	Обозначение	Значение	Ед. измерения
1.	Тяга двигателя	$P$	1035	Н
2.	Степень повышения давления в компрессоре	$\pi_k^*$	5	-
3.	Полная температура газа на входе в турбину	$T_t^*$	1200	К
4.	Массовый расход воздуха через двигатель	$G_B$	1.658	кг/сек
5.	Удельный расход топлива часовой	$c_{уд.час}$	0.108	кг/Н.час
6.	Удельный расход топлива секундный	$c_{уд.сек}$	0.111	кг/Н.сек
7.	Относительный расход топлива	$g_T$	0.017	-
8.	Полная температура окружающей среды	$T_0^*$	288.15	К
9.	Полное давление окружающей среды	$p_0^*$	101.325	кПа
10.	Низшая теплотворная способность топлива	$Q_p^H$	43.124	МДж/кг
11.	Обороты двигателя на максимальном режиме	$n_{об}$	62000	об/мин
12.	Полное давление воздуха на входе в компрессор	$p_1^*$	$9.018 \times 10^4$	Па
13.	Полная температура воздуха на входе в компрессор	$T_1^*$	288	К
14.	Полное давление воздуха на выходе из компрессора	$p_2^*$	$4.509 \times 10^5$	Па
15.	Полная температура воздуха на выходе из компрессора	$T_2^*$	498.175	К
16.	Полное давление газа на выходе из камеры сгорания	$p_3^*$	$4.238 \times 10^5$	Па
17.	Полная температура газа на выходе из турбины	$T_4^*$	1021	К
18.	Полное давление газа на выходе из турбины	$p_4^*$	$2.009 \times 10^5$	Па
19.	Количество ступеней компрессора	$z_K$	5	-
20.	Количество ступеней турбины	$z_T$	1	-

Фрагменты расчета и проектирования компрессорной ступени двигателя в среде AxCent (Concepts NREC Suite) представлены на рис. 1.

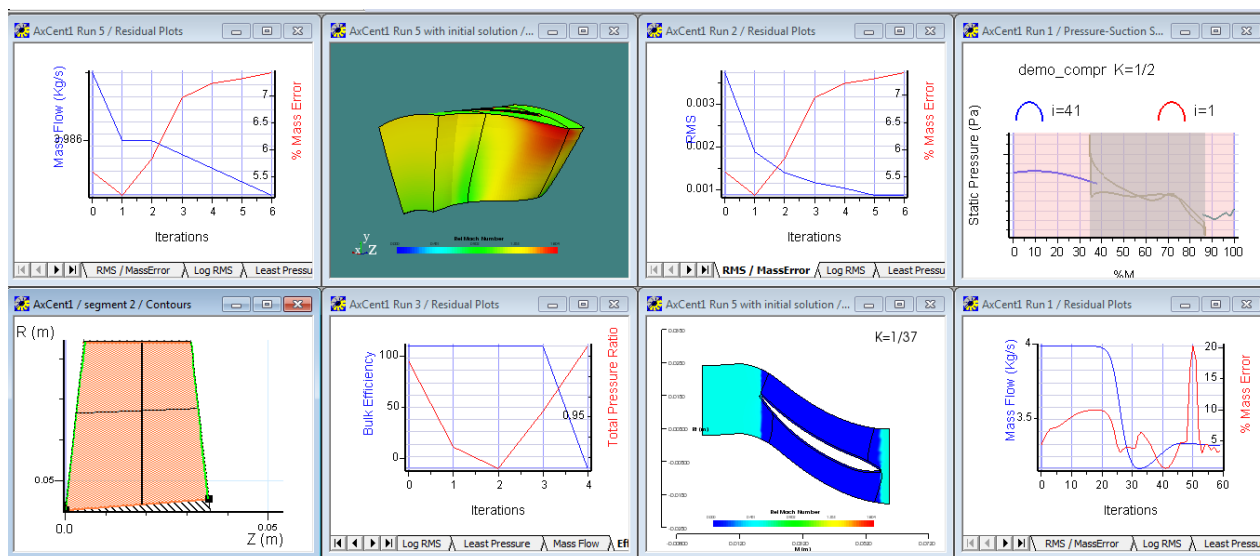


Рис. 1.

Фрагменты расчета ступени газовой турбины двигателя в среде AxCent (Concepts NREC Suite) представлены на рис.2.

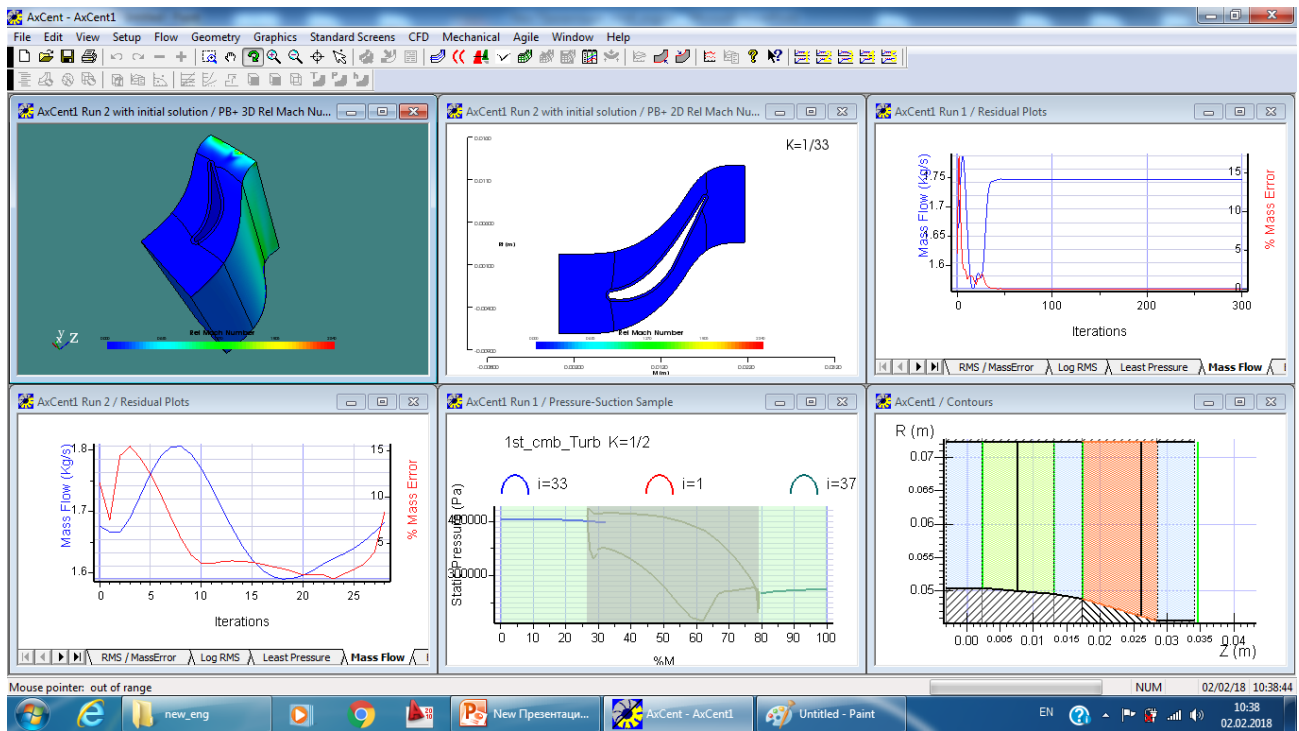


Рис. 2.

На рисунках 3 и 4 представлены некоторые из результатов проектирования компрессора - рабочее колесо и направляющий аппарат первой ступени. На рис. 5 изображено рабочее колесо ступени турбины.

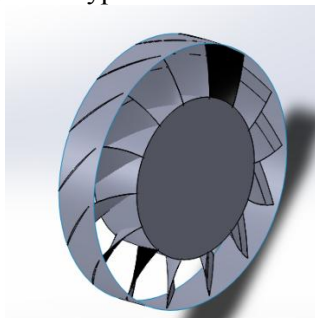


Рис.3. Рабочее колесо первой ступени компрессора

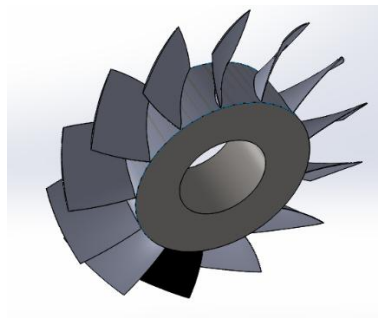


Рис.4. Направляющий аппарат первой ступени компрессора

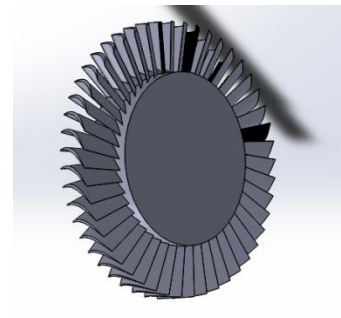


Рис.5. Рабочее колесо ступени турбины

В рамках расчетно-проектных исследований разработан продольный разрез двигателя, который представлен на рис.6.

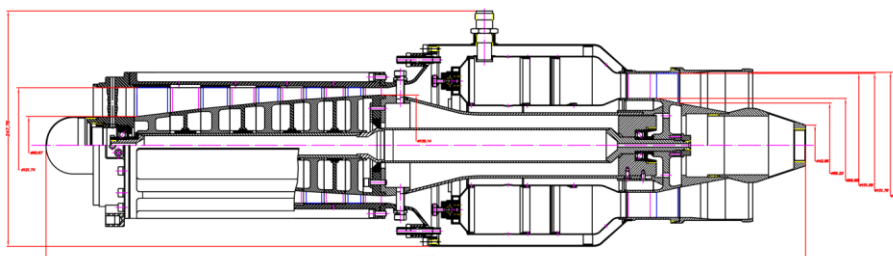


Рис.6. Продольный разрез проектируемого двигателя

Было достигнуто достаточно хорошее согласование между результатами расчета в GasTurb и данными, имеющимися по аналогам, при скорости вращения 66000 об/мин. Тяга в 1035 Н получается при высоте  $H=0$  и скорости  $V=0$ . Расход топлива соответствует экспериментальным данным прототипов-аналогов. Различия в значениях связаны с внешними условиями, а также конструктивными особенностями, которые получены по результатам проектирования.

Дальнейшее проектирование и симуляция элементов МТРД было проведено с использованием САЕ AxCent (Concepts NREC Suite). Анализ результатов проведенных исследований показывает на удовлетворительную сходимость решений задач по определению термогазодинамических параметров газоздушного потока в основных сечениях МТРД.

### Выводы

Анализ полученных результатов по проектированию МТРД и моделированию течений в газоздушном тракте двигателя показывает, что несмотря на существующие проблемы, некоторые САЕ- и CFD-системы позволяют получить удовлетворительные значения необходимых показателей (тяги, удельный расход, тяговооруженность и т.п.).

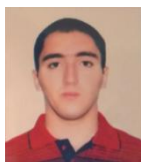
### Литература

1. Жданов И.А., Штаудахер С., Фалалеев С.В. Проблемы и перспективы развития микрогазотурбинных двигателей для беспилотных летательных аппаратов, Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет), № 3-1, 2011, pp. 345-353.
2. Киричков М.А., Еланский А.В., Кравченко И.Ф. Создание семейства малоразмерных газотурбинных двигателей на базе единого газогенератора, Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 10 (107). – С. 37-41.
3. Large, J.; Pesyridis, A. Investigation of Micro Gas Turbine Systems for High Speed Long Loiter Tactical Unmanned Air Systems. Aerospace 2019, 6, 55.
4. GasTurb 13, Design and Off-Design Performance of Gas Turbines, GasTurb GmbH, <https://www.gasturb.de>
5. AXIAL™ User Guide, AxCent, Concepts NREC Suite, <https://www.conceptsnrec.com/solutions/software/computer-aided-engineering/detailed-design/axcent>
6. Soares, C. Microturbines Applications for Distributed Energy Systems; Elsevier/Butterworth-Heinemann: Amsterdam, The Netherlands, 2007.

### Modelling of a microturbojet engine

*Yusifov N.Sh., Samedov A.S., Abdullayev P.Sh., Abdullayev E.A., Tahirov T.A.*

The calculation of a microturbojet engine (MTJE) for installation on unmanned aerial vehicles is considered. Based on the analysis of the flight performance of existing analogs, initial data were selected, a thermogasdynamic calculation was performed, a mathematical model and a drawing of the designed MTJE was developed.



### Turbovintli mühərrikin yağlama sisteminin modelləşdirilməsi

**Əskərov Ə.A., Səmədov Ə.S.**

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
asker\_superhind@mail.ru*

Perspektiv turboventilyatorlu mühərriklərin (TVM) yaradılması istiqamətində aparılan tədqiqatların analizi göstərir ki, mühərriklərin etibarlılığına təsir edən bir çox alt sistemin, o cümlədən, baxılan halda onların yağlama sisteminin riyazi modelləşdirilməsi, layihələndirilməsi, istehsalı, sınaqlarının aparılması və praktikada reallaşdırılması kifayət qədər mürəkkəb, mühəndis yaradıcılığı tələb edən prosesdir.

Qaz turbin mühərriklərində yağlama sisteminin təyinatı mühərrikin sürtünən cütlərinin fasiləsiz və etibarlı yağlanması, sürtünən cütlərdən istiliyin çıxarılması ilə onların soyudulması və yeyilmə məhsullarının yağlanan bölgələrdən xaric edilməsindən ibarətdir. Mühərriklərin yağlama sistemində yağ çəni, vurucu və sovurucu yağ nasoslari, filtrlər, havaayırcılar, suflyorlar, radiatorlar, reduksion-, əks-, maqnit- və digər təyinatlı klapnlar, maqnit tıxaclar, qırıntı siqnalizatorları, borular, birləşmələr, kollektorlar, əks-sifonlar, yağ püsgürdücüləri, vericilər və s. elementlər daxildir. Yağ sistemlərinin göstəriciləri sistemin ümumi həcmi, yağ çəninin həcmi, çəndə yağın minimal və maksimal həcmi, mühərrikin tələbatına görə vahid zamanda sistemdə dövr edən yağın miqdarı (tələb olunan yağ dövrüyyəsi), mühərrikin bir saatlıq yağ sərfiyyatı (yağ itkisi) və digər parametrlərlə xarakterizə olunur. Hər bir mühərrikin yağ sisteminin əsas göstəriciləri mühərrikin növündən, dartı qüvvəsindən və ya gücündən, konstruktiv xüsusiyyətlərindən və s. asılıdır. TRM-dən fərqli olaraq TVM-də yağ sistemi mühərrikin yastıqlarından və intiqallar qutusundan başqa, reduktoru da təmin etməlidir. Bu səbəbdən TVM-in yağ sistemləri TRM-dən daha həcmli və yüklü olur. Statistik məlumatlara əsasən yağ çənlərinin orta xüsusi həcmi TRM-də mühərrikin nominal dartı qüvvəsinin hər 10kN-na (və ya hər 1000kQ-na) 1...4 litr, TVM-də isə mühərrikin nominal gücünün hər 1000 kVt-na (və ya 1358.7 a.g.-nə) 18...22 litr təşkil edir.

Statistik məlumatların analizi göstərir ki, TRM-də və ikikonturlu TRM-də tələb olunan yağ dövriyyəsi mühərrikin hər 1000 kQ stend dartı qüvvəsinə müvafiq olaraq  $(0.50 \div 0.85) \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{san}$  və  $(0.85 \div 1.20) \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{san}$  olduğu halda, TVM-də hər 1000 kVt (və ya 1358.7 a.g.) ekvivalent gücə  $(2.55 \div 5.10) \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{san}$ , turbovintli mühərriklərdə (TVaM) isə hər 1000 kVt-a (və ya 1358.7 a.g.-nə) təqribən  $(1.50 \div 2.50) \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{san}$  təşkil edir.

Digər məlumatlara görə TRM-də hər 1000N stend dartı qüvvəsinə tələb olunan yağ dövriyyəsi  $(5-10) \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{san}$  olduğu halda, TVM-də hər 1000 kVt (və ya 1358.7 a.g.) ekvivalent gücə  $(0.4-0.6) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$  təşkil edir.

TVM-də hava vinti reduktorunun yağ sistemi adətən mühərrikin yağlama sisteminin bir hissəsi olduğundan, yağın dövriyyəsi əsas yağ nasosunun hesabına baş verir. Hava vinti reduktorundan ayrılan  $Q_{red}$  istilik miqdarı sürtünmə qüvvələrinin hesabına yaranan mexaniki itkilərdən asılıdır. TVM-in reduktorunun orta f.i.ə.  $\eta_{red} = 0.97 \div 0.98$ . Reduktorun ötürdüyü gücü bilərək və itkiləri nəzərə alaraq, təxmin etmək olar ki,

$$Q_{ped} \approx 0.21N_{red}.$$

Şəkil 1-də TVM-in yağlama sisteminin prinsipl sxemi göstərilmişdir.

İlkin yaxınlaşmada TVM reduktorunun tələb olunan yağ dövriyyəsinə  $0.006 \text{ kq/kVt} \cdot \text{dəq}$ , helikopter TVaM-da isə  $0.045 \text{ kq/kVt} \cdot \text{dəq}$  qəbul etmək olar. Mühərrikin yağ sərfi (yağ itkisi) isə orta hesabla  $0.3 \dots 1 \text{ kq/saat}$  təşkil edir. Reduktorun yağlanması zamanı magistralda yağın təzyiqi  $0.35 \dots 0.6 \text{ MPa}$  olmalıdır.

Beləliklə, yağlama sisteminin konstruktiv sxeminin qurulması zamanı bir çox parametrləri və şərtləri nəzərə almaq lazımdır. Layihələndirilmə prosesində mexaniki, hidravlik və istilik-keçirmə parametrlərinin daxil edilməsi, məsələn çənin tutumu, yağın təzyiqi və temperaturu, yağın markası, valların və dişli çarxların fırlanma tezliyi, boruların diametri, yastıqların növü və bu kimi bir çox parametrlər nəzərə alınmalıdır.

Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, turbovintli mühərrikin yağlama sisteminin layihələndirilməsi üçün SimulationX, Flowmaster, Flownex, EcosimPro, Simcenter Amesim və s. kimi bir çox avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri (ALS-lər) mövcuddur. Lakin bütün bu mövcud olan sistemlərin qarşıya qoyulan məsələnin layihələndirilməsi zamanı etibarlı və adekvat nəticələr verməsi müəyyən dərəcədə mübahisəlidir.

Bu məqsədlə təqdim olunan tədqiqat işində qarşıya qoyulan başlıca məsələ TVM-in yağlama sisteminin müxtəlif tətbiqi proqram paketlərində simulyasiya məsələlərinə baxılması və nəticələrin dürüslüyünün yoxlanılmasıdır. Bunun üçün Flowmaster V7 və SimulationX proqram paketlərində TVM-in yağ sisteminin layihələndirilməsinə baxılmışdır.

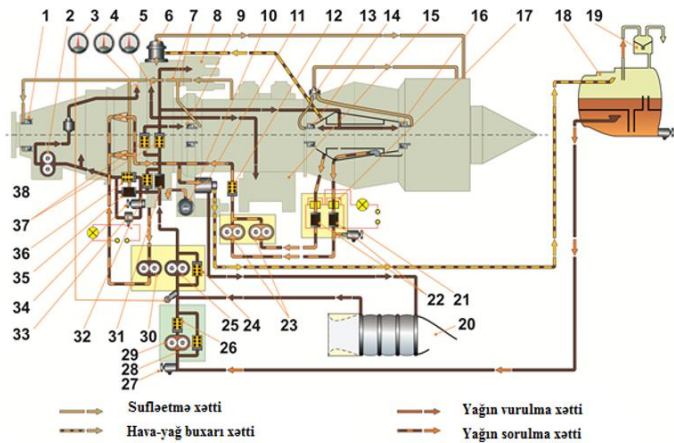
Sadalanan paketlərdə ilkin araşdırma məqsədi ilə TVM-in yağlama sisteminin ekvivalenti olan sadələşdirilmiş sxem qurulmuşdur və sistemin iş prosesinin simulyasiyası aparılmışdır. Məsələnin həllini aşağıda verilən əsas mərhələlərə bölmək olar:

- 1) Mühərrikin yağlama sisteminin qurulması üçün proqram paketinin element bazasının analizi və real sistemdə istifadə olunan elementlərə yaxın olan elementlərin seçilməsi;
- 2) Proqram paketində mühərrikin yağlama sisteminin sadələşdirilmiş sxeminin qurulması;
- 3) Mühərrikin yağlama sisteminin hər bir elementinin müvafiq parametrlərinin təyin və daxil edilməsi;
- 4) Qurulmuş sxem və daxil edilmiş ilkin parametrlər əsasında mühərrikin yağlama sisteminin simulyasiyasının aparılması;
- 5) Proqram paketində aparılan simulyasiyanın nəticələrinin analizi.

Proqram paketinin element bazasında mexanika, elektro-mexanika, pnevmatika, hidravlika, akustika, istilikkeçirmə və s. aid alt bölmələr mövcuddur. Öz növbəsində, bazada verilən hər bir alt bölmənin özünün bir çox alt bölmələri vardır və hər bir element barədə qısa məlumat verilir.

Sistemin strukturunun yığılması zamanı real sistemlərə yaxın sxemin yığılması məqsədə uyğundur. Yığılmış sistemin bir nümunəsi şəkil 2-də verilmişdir.

Sxemin qurulması prosesində elementlər bir-birinin arasında müvafiq əlaqə vasitəsilə birləşdirilir. Qeyd etmək lazımdır ki, element bazasında olan alt bölmələrin hər birinin elementləri arasında özünəməxsus



Şəkil 1. Turbovintli mühərrikin yağlama sisteminin prinsipl sxemi

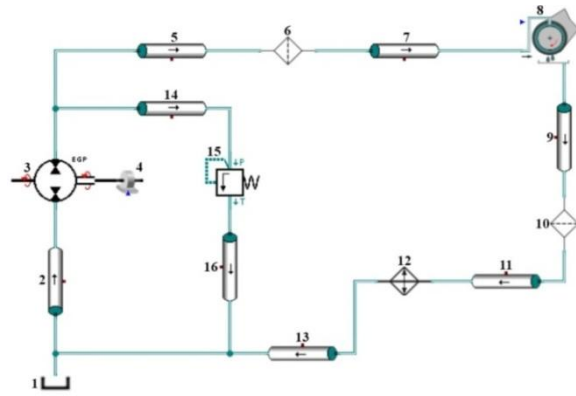
əlaqə tipi vardır və müxtəlif alt bölmələrdən seçilən elementlər öz aralarında uzlaşmaya bilər. Buna görə elementlərin seçimi zamanı onların sxemdə mövcud olacaq digər elementlərlə uzlaşmasına diqqət yetirmək lazımdır.

Proqram paketində sistemin ümumi sxeminin qurulmasından sonra ayrı-ayrılıqda sistemin hər bir elementin parametrlərinin daxil edilməsi zəruridir. Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, müvafiq parametrlərin seçilib, daxil edilməsi zamanı real elementlərin parametrlərini analiz etmək aparılacaq simulyasiyadan alınan nəticələrin daha adekvat olmasını təmin edir.

Növbəti mərhələyə nəzər saldıqda, sistemdə verilən bütün elementlərin parametrlərini daxil etdikdən sonra sistemin proqram paketində simulyasiyası mərhələsinə keçmək olar. Burada da proqram paketi tədqiqatçıya simulyasiyanın ona daha əlverişli üsullarla aparılması üçün geniş imkanlar yaradır. Bunun üçün proqram paketində simulyasiya prosesinin aparılmasına aid müxtəlif dəyişənlər və öncədən təyin olunan parametrlər mövcuddur.

Qurulan sxemin işinin simulyasiya edilməsindən sonra nəticələrin çıxarılması və emalına diqqət yetirək. Bu mərhələdə də proqram paketi nəticələrin emalı və vizualizasiyasının bir neçə üsulla verilməsinə imkan yaradır. Bu da nəticələrin təqdim olunmasının proqram paketində mövcud olan üsullardan tədqiqatçıya daha əlverişli olanının seçilməsinə əlverişli şərait yaradır.

Aparılmış tədqiqatın nəticələrindən bunu qeyd etmək olar ki, texniki nöqteyi-nəzərindən SimulationX proqram paketində turbovintli mühərrikin yağlama sisteminin ümumi simulyasiyası yetərincə dəqiqdir və simulyasiya nəticələrinin emal olunması baxılan digər proqram paketinə nisbətən asandır, yəni bu paketin praktikada istifadəsi daha məqsədəuyğundur.



Şəkil 2. Proqram təminatında yağlama sisteminin qurulması

### Ədəbiyyat

1. SimulationX. User Manual
2. Flowmaster V7. User Training Manual
3. Creating Simulation Models Using SimulationX - <http://www.ni.com/tutorial/12943/>
4. Hydraulic Modelling & Design Using SimulationX - <http://www.fluidmechanics.co.uk/hydraulic-calculations/>
5. Aviation Maintenance Technician Handbook – Powerplant, Volume 2, U.S. DoT FAA

### Modelling of turboprop engine lubrication system

Askerov A.A., Samedov A.S.

The main goal in the research project is modelling of lubrication system of turboprop engine. To achieve this goal we considered the design features of engine lubrication systems in SimulationX, Flowmaster V7, EcosimPro, Simcenter Amesim software packages. The results of the research show that, the design and simulation of the lubrication system in the SimulationX software environment is sufficiently accurate and clear. Therefore, in the present work, a scheme of the system equivalent to the turboprop engine lubrication system has been designed in the SimulationX software.



### SID və STAR sxemlərində risklərin modelləşdirilməsi

**Ouliyev T.R., Babayev H.B.**

Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
turalzadah@inbox.ru

### Xülasə

Məqalədə SID və STAR sxemlərində risklərin modelləşdirilməsi məsələsinə baxılmış və yer-hava radorabitəsinin ikitərəfli sıradan çıxması zamanı hava gəmilərinin təhlükəsiz enməsi üçün sxemlər tərtib edilmişdir. Bu sxemlər əvvəllər radorabitənin sıradan çıxması zamanı tətbiq edilmiş prosedurlarla müqayisə edilmişdir. Tərtib edilmiş yeni sxemlər radorabitənin imtinası zamanı dispetçerin iş yükünü azaldır və hava nəqliyyatının hərəkətinin idarə edilməsinin təhlükəsizlik səviyyəsini artırır.

### Giriş

Radorabitənin imtinası zamanı hava gəmilərinin təhlükəsiz şəkildə müvafiq aerodroma enməyə daxil

olması və enməsi üçün standart enmə sxemlərindən istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Belə hallarda hava nəqliyyatının hərəkətini idarə edən dispetçerin iş yükünü azaltmaq, hava nəqliyyatının hərəkətinin təhlükəsizliyini və səmərəliliyini artırmaq tələb olunur [1].

### Məsələnin qoyuluşu

Aerodrom rayonunda uçuşların effektivliyinin artırılması və hava nəqliyyatının hərəkətinin idarəetmə sisteminin buraxılış qabiliyyətinin yüksəldilməsi üçün bir sıra aeroportlarda aerodroma uçub-gəlmə (STAR – *Standard Arrival*) və aerodromdan uçub-getmənin standart sxemlərindən (SID – *Standard Instrument Departures*) istifadə edilir. Məlum olduğu kimi, aerodroma uçub-gəlmə və aerodromdan uçub-getmənin standart sxemləri bir qayda olaraq nəzarət edilən hava məkanı hüdudunda olmalıdır [1,3]. Bu sxemlər cihazlarla uçuş qaydaları (CUQ) üzrə uçuş yerinə yetirən hava gəmilərinin istifadəsi üçün təyin edilir.

Məlumdur ki, standart sxemlər üzrə hündürlüyün yığılması və aşağı enmə manevri yerinə yetirərkən ekipaj hava gəmisinin xüsusi bort avadanlığından və yerüstü radiotexniki vasitələrdən istifadə edir. Hava nəqliyyatının hərəkətinin idarə edilməsi zamanı pilot və dispetçerlər arasında fasiləsiz, ikitərəfli radorabitə olmalıdır [4]. Əgər radorabitə birtərəfli və yaxud ikitərəfli imtina edərsə, bu uçuşların təhlükəsizlik dərəcəsini aşağı sala bilər [5,6].

Radorabitənin imtinası zamanı hava nəqliyyatının hərəkətini idarə edən dispetçer 121.500 MHz tezliyində hava gəmisinin ekipajı ilə əlaqə qurmağa cəhd etməli, digər hava gəmilərinə radorabitənin itirilmiş olduğu hava gəmisini ilə əlaqə yaratmağa cəhd etmələrinə dair göstəriş verməli, bu barədə qonşu dispetçer məntəqələrinə və uçuş rəhbərinə məlumat verməlidir.

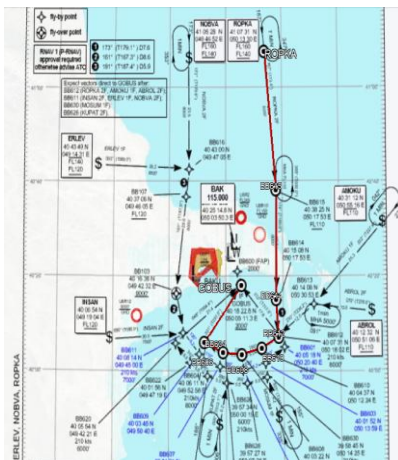
Radorabitənin imtinasını müəyyən etdikdə hava gəmisinin ekipajı 7600 - tanınma kodunu quraşdırmalı, əgər mümkündürsə, “Text mode” (CPDLC – controller-pilot data link communication) vasitəsilə əlaqə yaratmağa çalışmalıdır [7].

### Məsələnin həlli

SID və STAR sxemləri yaxınlaşma zonasının böyük bir hissəsini təşkil edir. Bu sxemlər vasitəsilə hava gəmiləri müəyyən edilmiş hava xətlərində minimal təhlükəsiz hündürlükləri də nəzərə almaqla eniş üçün yaxınlaşmanı yerinə yetirir və yaxud aerodrom rayonundan uzaqlaşır. Hava gəmilərinin bu sxemlər üzrə hərəkəti zamanı hava nəqliyyatının hərəkətini idarə edən dispetçer hava gəmiləri arasında şaquli və üfüqi eşelonaşdırma qaydalarını tətbiq etməlidir [1].

Öncə radorabitənin ikitərəfli sıradan çıxması zamanı standart yaxınlaşma sxemlərinin (STAR) istifadəsinə nəzər yetirək. Şəkil 1-də gördüyümüz ROPKA 2F yaxınlaşma sxemi (AIP Azerbaijan, UBBB AD 2.24.9-7) [2] vasitəsilə hava gəmiləri gündəlik idarəetmə və ya radorabitənin sıradan çıxması zamanı sxem üzrə uçmaqla enməni yerinə yetirə bilərlər.

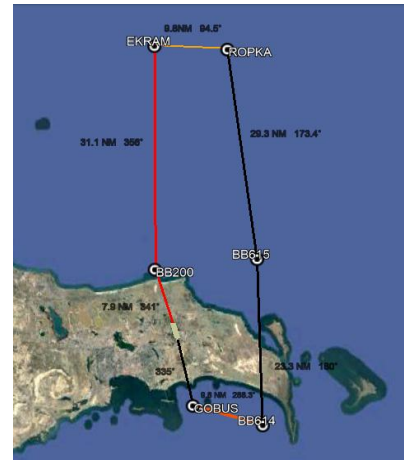
Standart uçub-getmə sxemləri üzrə uçuş yerinə yetirərkən radorabitənin sıradan çıxması hallarında hava gəmisinin aerodroma qayıtması üçün prosedurlardan istifadə olunur [5-8]. Bu zaman hava gəmisini SID sxemindən çıxaraq BAKUV nöqtəsinə doğru uçuşu davam etdirir. BAKUV nöqtəsi üzərində hündürlüyü 2000 feet-ə qədər aşağı salmaqla enməni davam etdirir. Bu halda hava nəqliyyatının hərəkətini idarə edən dispetçer hava gəmisini hansı marşrut üzrə uçuşu davam etdirəcəyinə tam əmin ola bilmir. Buna görə də əlaqəsi itirilmiş hava gəmisinin yol xəttindən digər hava gəmilərini uzaqlaşdırmaqla hava nəqliyyatının hərəkətinin idarə edilməsinin təhlükəsizliyini təmin etməyə çalışır.



Şəkil 1. ROPKA 2F standart enmə sxemi



Şəkil 2. UEZ 34 üçün ROPKA 2F ehtiyat sxemi (Contingency chart)



Şəkil 3. UEZ-34 üçün EKRAM-2B, ROPKA-2F ehtiyat sxemi (Contingency chart)

Contingency STAR üçün verdiyimiz təklif əsasən radiorabitəni itirmiş hava gəmisi müəyyən edilmiş STAR sxemi üzrə hərəkət edərkən, həmin standart yaxınlaşma sxeminin optimal nöqtəsindən enməyə daxil olmanın son mərhələsinin nəzarət nöqtəsinə (FAF – Final Approach Fix) doğru qısa hava marşrutunun çəkilməsi məqsədəuyğundur. Bu hava marşrutu BB614 nöqtəsi ilə GOBUS nöqtəsi arasında yerləşir. Hava marşrutunun uzunluğunun 9,8 dəniz mili (nautical miles) və B614 nöqtəsindən GOBUS nöqtəsinə doğru çıxış üçün kursun 288,3° olması nəzərdə tutulur (Şəkil 2).

Contingency SID sxemi üçün müəyyən edilmiş standart uçub-getmə sxeminin son nöqtəsindən (EKRAM) ona optimal yaxınlıqda olan STAR sxeminin giriş nöqtəsinə (ROPKA) doğru hava marşrutunun çəkilməsi məqsəd uyğundur. Bu hava marşrutunun uzunluğunun 9,8 dəniz mili, EKRAM nöqtəsindən GOBUS nöqtəsinə doğru çıxış kursunun isə 94,5° olmasını təklif edirik (Şəkil 3).

Təklif etdiyimiz STAR ehtiyat sxemləri üzərində yeni nöqtələrin təyin edilməsi və hava gəmilərinin bu nöqtələr üzrə müəyyən edilmiş hündürlüklərdə uçuş yerinə yetirməsi məqsədəuyğundur. Bu ehtiyat sxemlər (contingency charts) üzrə uçuş dispetçerin iş yükünü azaltmaqla bərabər, uçuşların təhlükəsiz yerinə yetirilməsinə də imkan yarada bilər [9,10].

#### **Nəticə**

Radiatorabitənin ikitərəfli imtinası zamanı ehtiyat sxemlər (Contingency SID and STAR charts) təklif edilmiş, sxemlər radiatorabitənin sıradan çıxması zamanı tətbiq edilmiş prosedurlarla müqayisə olunmuşdur.

Hesab edirik ki, sxemlər üzrə təyin edilən yeni marşrutlar və nöqtələr “Yaxınlaşma” zonasında pilotun və dispetçerin iş yükünün azaldılmasına, habelə uçuşların təhlükəsizliyinin artırılmasına gətirib çıxaracaq.

#### **Ədəbiyyat**

1. Optimal design of SIDs/STARs in TMA using simulated annealing, ENAC, MAIAA, F-31055, 12 october 2016. (<https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-01379998/document>)
2. AIP Azerbaijan, UBBB AD 2.24.9-7.
3. Air traffic management contingency plan. (<https://www.icao.int/APAC/Meetings/2015%20RACPTF4/Flimsy%201%20Draft%20Contingency%20Plan%20Template.pdf>)
4. Hava trafik kontrolündə iletişim ve takım çalışması, Havacılık ve Uzay teknolojileri dergisi, Temmuz 2007, cild 3 sayı 2 (56-95)
5. ATM regional contingency plan for ..... CTA/UTA/FIR. (<https://www.icao.int/NACC/Documents/eDOCS/ATM/ATM%20Contingency%20Plan%20Guidelines.pdf>)
6. Contingency plan for Dhaka FIR, second edition. Effective 25 august 2017.
7. ATM contingency plan for air traffic services in Colombo FIR, 01 march 2011. (<https://www.icao.int/apac/meetings/2011b0hrstf6bbacg22/flimsy01.pdf>)
8. CAA standards and procedures (ATCIs) manual – section 9, emergency procedures, 8 February 2013.
9. K. Sundquist Blomdahl, P. Flener, and J. Pearson, “Contingency plans for air traffic management,” in Proceedings of CP’10, the 16th international conference on Constraint Programming, ser. Lecture Notes in Computer Science, vol. 6308, D. Cohen, Ed.
10. ATM contingency plan for international flights – Lahore FIR, AIP supplement S-12/11.

#### ***Modeling of risks in SID and STAR charts***

*Guliev T.R., Babayev H.B.*

*Modeling of risks in SID and STAR charts are reviewed, and charts were developed during the two-way air-ground radio communication failure in order for the aircraft to land safely. Newly developed charts have compared by the same procedures that were used when radio communication failures. Newly developed charts, reduce work load of ATCs and increases safety level of air traffic.*



#### **Maye yanacaq raket mühərrikinin kamerasında yanma və axma prosesinin modeli**

***Mütəllimzadə M.Ş., Abdullayev P.Ş.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
mutallimzade@gmail.com*

#### **Annotasiya**

Tədqiqat işində yanacaq komponentləri metan-oksigen cütü olan maye yanacaq raket mühərriklərinin tarazlıq tərkibinin, yanma kamerası və soplunun çıxışında axının temperaturunun hesablanması üçün riyazi modelin qurulma xüsusiyyətləri və elmi əsasları nəzərdən keçirilmiş, növbəti mərhələdə məsələnin həlli

qeyri-xətti cəbri tənliklər sistemi əsasında təmin olunur. Nəticədə bağlanmış sistemin Nyuton-Rafson üsulundan istifadə etməklə həll edilməsinə şərait yaradılır.

### Metod

Kosmik uçuşların reallaşdırılması müasir və perspektiv raket-kosmik texnikasının, o cümlədən kosmik sektorunun inkişafı, yüksək xüsusi impulsa malik effektiv maye yanacaq raket mühərriklərinin (MYRM) yaradılması məsələsini aktuallaşdırır. Bu istiqamətdə həyata keçirilmiş tədqiqatların nəticəsi onu göstərir ki, MYRM-nin energetik və effektivlik göstəricilərinin yüksəldilməsinə nail olmaq üçün əsas inkişaf perspektivləri sırasına çoxkomponentli yanacaq sistemlərinin və müasir alternativ yanacaq komponentlərinin təhlil edilərək formalaşdırılmasını aid etmək olar.

Müasir dövrdə aparıcı elmi-tədqiqat mərkəzləri tərəfindən MYRM-nin enerji yaratma qabiliyyətini artırmaq istiqamətində çoxşaxəli tədqiqat işləri həyata keçirilir. Bu tədqiqat işlərinin əsas istiqamətlərindən biri effektiv yanacaq cütlərinin müəyyənəşdirilməsi və bu yanacaq cütlərinin kimyəvi tərkibinin zənginləşdirilməsidir.

Qeyd edildiyi kimi, raket-kosmik texnikasının effektivlik parametri yanacaq cütlərinin yaradacağı maksimum xüsusi impulsdur. Nəzəri olaraq xüsusi impuls  $I_{xs}$  - yanma məhsullarının effektiv axma sürətinə bərabərdir ( $I_{xs} = w_{ef}$ ) realda isə bundan fərqlənə bilər.

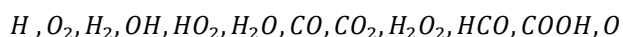
Hazırkı dövrdə MYRM-də tətbiq olunan və ya tətbiqi nəzərdə tutulan hidrogen-oksigen və hidrogen-flüor yanacaq cütləri  $I_{xs} = 476 \text{ san}$  və  $I_{xs} = 412 \text{ san}$  impuls potensialına malikdir. Lakin etibarlı istehsal, istifadə və digər önəmli xüsusiyyətlər (korroziya, saxlanma və s.) nöqtəyi nəzərdən bu tip yanacaq cütlərinin istismarında formalaşan texniki-texnoloji problemlər onların tətbiqini mürəkkəbləşdirir. Yanacaq tipi olaraq Kerosin-oksigen yanacaq cütü ( $I_{xs} = 337 \text{ san}$ ) olan mühərriklərin geniş tətbiqinə baxmayaraq xüsusi impulsunun azlığı alternativ daha səmərəli yanacaq cütlərinin kəşfi zərurəti meydana çıxır.

Aparılmış tədqiqatların, hesabatların və təcrübələrin təhlili onu göstərir ki, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə (eneji yaratma, iqtisadi və s.) görə metan-oksigen yanacaq cütü ( $I_{xs} = 382 \text{ san}$ ) önəmli perspektivə sahibdir. Karbohidrogenli yanacaqlar sırasında metan kimyəvi tərkibinə görə digər yanacaq növləri ilə müqayisədə ən böyük hidrogen payını özündə cəmləşdirir. Metan-oksigen yanacaq cütü xüsusi impuls göstəricisinə və fiziki-kimyəvi xassələrinə görə kerosin-oksigen və hidrogen-oksigen yanacaq cütləri arasında aralıq mövqedə olub aşağıda sadalanan üstünlükləri özündə cəmləşdirir:

- maye metanın iqtisadi səmərəliliyi kerosinlə müqayisədə iki dəfə çoxdur;
- fiziki şərtlər eyni olduqda MYRM-də metan-oksigen yanacaq cütünün xüsusi impulsu kerosin-oksigen yanacaq cütü ilə müqayisədə 20 san. yüksəkdir;
- yanma prosesində metan koks və his yaratmır,
- metanın zəhərliyi daha azdır;
- metan soyutma qabiliyyətinə görə kerosini daha üstündür.

Amma metan tərkibli yanacaqda digər oksidləşdirici elementlərin yanma, energetik xassələri, termodinamik hesablamalar sona qədər tam mənimsənilməmişdir. Buna görə də, yanacaq cütlərindən biri metan olan raket mühərriklərinin termodinamik hesablama, layihələndirilmə və digər məsələlər öz aktuallığını saxlayır.

Aşağıda verilən tənliklər sistemini bütün elementlərini müəyyənəşdirmək və həllini təmin etmək üçün yanma məhsullarının tərkibinə yenidən baxış keçirdək. Seçilmiş yanacaq cütünün termodinamik göstəricilərinin mənimsənilməsi və həllini təmin etmək üçün yanma məhsullarının tərkibini nəzərdən keçirək. Tədqiqatların nəticəsi onu göstərir ki, elementləri  $C, H$  və  $O$  olan iki komponentli yanacaq (metan-oksigen) yandığı zaman (şərti formul  $H_4O_{6,4}$ ) yanma məhsullarının 99%-dən çoxu aşağıdakı 12 qazdan ibarət olur:



Digər yaranma ehtimalı olan maddələrin əhəmiyyəti məsələn ionlar, elektronlar və digər maddələr temperatur və təzyiğin verilən diapazonlarında nəzərə alınmır. Nəzərdən keçirilən 12 maddə üç element əsasında formalaşır və tənliklər sistemini təşkil olunaraq aşağıdakı formanı alır.

$$K_1 = \frac{P_{H_2}}{P_H}; K_2 = \frac{P_{H_2O}}{P_{OH}P_{H_2}}; K_3 = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}P_{O_2}}; K_4 = \frac{P_{HO_2}}{P_H P_{O_2}}; K_5 = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}P_{O_2}}; K_6 = \frac{P_{H_2O_2}}{P_{H_2O}P_{O_2}};$$

$$K_7 = \frac{P_{HCO}}{P_H P_{CO}}; K_8 = \frac{P_{COOH}}{P_{COO}P_{H_2}}; K_9 = \frac{P_{CO}}{P_C P_O}; K_{10} = \frac{P_{CO}}{P_{CO_2}P_C};$$

Tənliklər sisteminin *birinci hissəsi* dissosiasiya qanununun əsasında formalaşdırılır. Dissosiasiya reaksiyaları üçün doqquz və ya on tənlik tərtib oluna bilər. Həmin tənliklərin qurulmasında tarazlıq şərtindəki  $K$ -tarazlıq sabitindən istifadə edilir. Onu da qeyd edə bilərik ki, tarazlıq sabitlərinin asılılığı yalnız temperaturdandır. Belə hesab edilir ki, hesablamaların mürəkkəblik səviyyəsini azaltmaq üçün  $i$ -ci komponentin mol konsentrasiyası onun parsial təzyiqi ilə  $n_i/p_i = 1$  nisbətində qəbul edirik.



Tənlilər sistemin optimallaşdırmaq üçün yuxarıda verilən tənlilər sisteminə elementlərin ( $n_i = p_i$  nəzərə alınaraq) balans tənlilərini (üç və ya dörd tənlilik) də əlavə etmək lazım gəlir. (sistemin ikinci hissəsi): karbon üçün

$$N_C N_X = P_{CO} + P_{CO_2} + P_{HCO} + P_{COOH}$$

hidrogen üçün

$$N_H N_X = P_H + 2P_{H_2} + P_{OH} + P_{HO_2} + 2P_{H_2O} + 2P_{H_2O_2} + P_{HCO} + P_{COOH}$$

oksigen üçün

$$N_O N_X = 2P_{O_2} + P_{OH} + 2P_{HO_2} + P_{H_2O} + P_{CO} + 2P_{CO_2} + 2P_{H_2O_2} + P_{HCO} + P_{COOH} + P_O$$

burada  $N_X$ -ilkın yanacağıın mol miqdarıdır və parsial təzyiqlərlə yanaşı məchuldur.

On iki məchulu olan on iki tənlikdən ibarət sistem, müxtəlif üsullarla həll edilə bilər, məsələn, Ardıcıl loqarifmləmə, xəttləşdirmə və tənlilər sisteminin həll üsulu aşağıda verilmişdir.

Göstərilən metodun mahiyyəti aşağıdakından ibarətdir. Məsələn, karbon qazının dissosiasiya tənlisi.

$$K_1 = \frac{P_{H_2}}{P_H}$$

Loqarifmləmə apararaq aşağıdakı formanı alırıq.

$$\ln P_{H_2} - \ln P_H - \ln K_1 = 0$$

Tənlinin isənilən başlanğıc parsial  $P_{H_2}^0$   $P_H^0$  təzyiqlərinin yaxınlaşmasında xəttləşdirməsi aşağıdakı formada olur,

$$\Delta \ln P_{H_2} - \Delta \ln P_H = -\delta_{H_2}$$

burada;  $\Delta \ln P_i = \ln P_i - \ln P_i^0$

$$\delta_{H_2} = \ln P_{H_2}^0 - \ln P_H^0 - \ln K_1$$

Loqarifmləmədən sonra hidrogenin balans tənlisi aşağıdakı formanı alır.

$$\ln(P_{H_2} + P_H) - \ln(N_H + P_X) = 0$$

İlkin yaxınlaşmada xəttləşdirmədən alırıq,

$$P_{H_2}^0 \Delta \ln P_{H_2} + P_H^0 \Delta \ln P_H - (P_{H_2}^0 + P_H^0) \Delta \ln N_X = (P_{H_2}^0 + P_H^0) \delta_H$$

burada;  $\Delta \ln N_X = \ln N_X - \ln N_X^0$

$$\delta_H = \ln(P_{H_2}^0 + P_H^0) - \ln(N_H N_X^0)$$

Dalton qanunu (parsial təzyiqlərin  $P_i^0$  xəttləşdirilməsi) tənlisinin analoji dəyişiklikləri aşağıdakı tənliyə gətirir.

$$\sum (P_i^0 \Delta \ln P_i) = -\delta_P \sum P_i^0$$

burada

$$\delta_P = \ln \sum P_i^0 - \ln P_k$$

burada  $P_k$ - yanma kamerasında təzyiq.

Beləliklə, bütün tənlilərin ilkin xəttləşdirilməsini, məchul parametrlər  $\Delta \ln P$  ( $P$ -parsial təzyiq və yanacağıın ilkin mol sayı) olan xətti cəbri tənlilər sistemini alırıq.

Tənlilər sistemi verilmiş məlum temperatur və təzyiq qiymətlərində ardıcıl yaxınlaşma metodunun tətbiqi ilə həll edilir. Axtarılan məchullar verilən parametrlərin ilkin qiymətləri kimi parsial təzyiqlərin sabit qiymətlərini qəbul etmək olar, yanma məhsullarının  $N_X^0$  kütlələrinin bərabərliyi və ilkin yanacaq şəraitindən-başlanğıc şərtədən seçə bilərik, yəni.

$$N_X^0 = \frac{\sum P_i \mu_i}{\mu_T}$$

burada  $\mu_i$ ,  $\mu_T$ - müvafiq olaraq ilkin yanacağıın və  $i$ -ci komponentin molekulyar kütlələridir. Sonra, xətti tənlilər sistemini həll edərək, düzəliş çevirmələrini apararaq, axtarılan məchulların (onların loqarifmləri) və onların dəqiqləşdirilmiş qiymətləri tapılır:

$$\ln P_i^1 = \ln P_i^0 + \Delta \ln P_i ; \ln N_X^1 = \ln N_X^0 + \Delta \ln N_X ;$$

Yuxarıda verilənlər növbəti yaxınlaşmanın ilkin qiymətləridir. Göstərilən prosedur verilmiş dəqiqliklə məchullar tapılana qədər təkrarlanır.

Təsvir edilmiş alqoritm üzrə hesablamalar yanma kamerasında (məsələn, 3200, 3400, 3600, 3800) temperaturların üç-dörd təxmini qiyməti üçün aparılır. Hər temperatur üçün molekulyar kütləni,  $\mu_\Sigma$  -tam entalpiyanı  $I_{YM}$  -və növbəti düsturlar üzrə yanma məhsullarının entropiyasını müəyyən edirik:

$$\mu_\Sigma = \frac{\sum \mu_i P_i}{P_K}, I_{YK} = \frac{\sum I_i P_i}{\sum \mu_i P_i}, S = \frac{\sum S_i^0 P_i - 8314 P_i \ln P_i}{\sum \mu_i P_i},$$

burada  $I_i S_i^0$ - yanma məhsullarının qarışığına daxil olan  $i$ - saylı komponentin tam entalpiyası və standart entropiyasıdır (məlumat ədəbiyyatlarında verilir). Qeyd etmək lazımdır ki, entropiya düsturunda  $P_i$ -nin qiymətini fiziki atmosferlə qoymaq lazımdır və ölçü vahidi  $[S_i^0] = \frac{C}{MOL \cdot ^\circ C}$  olacaq.

Axtarılan  $T_K$  temperaturu entalpiyanın balansı formasında enerjinin saxlanma tənliyinə əsasən xətti interpolyasiyasının düsturu üzrə tapılır:

$$I_T^{T_0} = I_{YK}^{T_K}$$

Həmçinin xətti interpolyasiyasının düsturu üzrə alınmış temperatur vaxtı molekulyar kütlə  $\mu_K$  və entropiyanı  $S_K$  tapılır.

Soplonun çıxış en kəsiyində yanma məhsullarının tərkibinin və temperaturunun hesabı üçün sadələşdirilmiş hesablama metodu tətbiq edilə bilər.

Artıq oksidləşdirici əmsalının  $\alpha < 1$  qiymətlərində yanma məhsullarının tərkibində atomar qazların və azot oksidinin nəzərə alınmayacaq qədər az olduğunu nəzərə alaraq burada yalnız  $H_2, HO_2, H_2O, CO, CO_2$  qazları baxılır.

Yanma məhsullarının tərkibinin hesabı üçün ilkin tənliklər sisteminə Daltonun qanunu

$$P_a = \sum P_i$$

şəklində daxil edilir.

Beləliklə baxılan sistem verilmiş temperatur diapazonunda yanacaq cütliyünün xüsusiyyətlərindən asılı olaraq həll edilir. Soplonun çıxışında yanma məhsullarının temperaturu  $T_a$  qazın izentropik genişlənməsi fərziyyəsində  $S_K = S_a$  şərtində entropiyanın saxlanma, xətti interpolasiya düsturu ilə müəyyən edilir. Burada həmçinin  $I_{YM}^a$  və molekulyar çəki  $\mu_a$ -də yanma məhsullarının ümumi entalpiyası da təyin edilir.

### Ədəbiyyat

1. Paşayev A., Abdullayev P., Samedov A. Sıvı yakıtli roket motorunun itme odasının geliştirilmiş tasarım yöntemi, SAVTEK 2018, 9. Savunma teknolojileri kongresi, 27-29 Haziran 2018, ODTÜ, Ankara, Bildiriler, p.347-357.
2. Алемасов В.Е., Древалин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей / Под ред. В.П.Глушко. – М.: Машиностроение, 1989, 464 сәһ.
3. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник в 10 т. / Под ред. В.П.Глушко. – М.: ВИНТИ АН ССР, 1971-1979.
4. Шевелюк М.И. Теоретические основы проектирования жидкостных ракетных двигателей. – М.: Оборонгиз, 1960, 684 сәһ.
5. Aviakosmik məsələlərin həllində gənclərin yaradıcı potensialı, IV beynəlxalq elmi-praktiki gənclər konferansı, Fevral məruzələri. Bakı 2019, sәһ. 37-41.

### *The model of combustion and flow process in the liquid rocket engine chamber*

*Mutallimzade M.Ş., Abdullayev P.Ş.*

*The article addresses the features of the mathematical modeling and their theoretical bases for the calculation of the MPC equilibrium composition and temperature of the working body in the combustion chamber and the end part of the tip, based on a pair of methane-oxygen fuels. Closing the system enables it to be solved using the Newton-Rafson method.*



### **Müasir vericilər vasitəsilə dartı elektrik mühərriklərində səsə və vibrasiyaya nəzarət**

***Hüseynov F.H., Manafov E.K.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*huseynovferid17525257@gmail.com*

### **Xülasə**

Məqalə dartı elektrik mühərrikinin mexaniki parametrlərinə müasir üsul və vasitələrlə nəzarətinə həsr olunmuşdur. Dartı elektrik mühərrikində yarana biləcək mexaniki nasazlıqlara nəzarəti praktiki olaraq imitasiya etmək üçün laboratoriya şəraitində GD190/4HD markalı asinxron mühərrik üzərində vibrasiya və səs vericiləri quraşdırılmış, mühərrikin normal və qeyri-normal hallarında vericilərdən alınan məlumatlar tədqiq edilmişdir. Laboratoriya şəraitində aparılan eksperimentlərdən və mexaniki nasazlıqların aşkarlanması üçün tətbiq edilən vericilərdən alınmış informasiyaya əsasən dartı elektrik mühərrikinin istismar prosesində hər hansı bir defekt səbəbindən ani dayanmalarının qarşısının alınması üçün mümkün metodlar tədqiq edilmişdir.

### **Giriş**

Elektrik mühərrikləri sənayedə, kənd təsərrüfatında, nəqliyyatda, istehsalatda və digər sahələrdə geniş tətbiq olunur. Dünyada istehsal olunan elektrik enerjisinin təqribən 70-80%-i elektrik mühərrikləri

tərəfindən istehlak olunur. Elektrik mühərrikləri tətbiq olunma sahəsindən aslı olmayaraq bütün sahələrdə əsas icraçı orqan hesab edilir. Həmçinin dartı elektrik mühərrikləri dəmiryol hərəkət vasitələrində ən əsas elektrik avadanlığıdır. Lokomotivlərdə istismar olunan dartı elektrik mühərrikləri konstruksiyasına, həmçinin iş şəraitinin çətinliyinə görə digər mühərriklərdən fərqlənir.

Bütün elektrik mühərrikləri iş prosesində bir sıra nasazlıqlar və qeyri-normal rejimlərin təsirindən öz dayanıqlı iş rejimini itirir. Bəzi nasazlıqlar isə mühərrikin iş rejiminin dayandırmasına səbəb olur. Belə qeyri-normal halların və yaranmış defektlərin aşkarlanması üçün işçi vəziyyətdə mühərriklərin bir sıra vacib parametrlərinə nəzarət edilməlidir. Elektrik mühərriklərində nasazlıqlar mexaniki və elektriki səbəblərdən yaranır. Bu nasazlıqların və yaranmış defektlərin qarşısının vaxtında alınmaması mühərriklərin qabiliyyətinin itməsinə səbəb olur. Bu da bir sıra istehsalat sahələrində, həmçinin nəqliyyatda yolverilməz haldır.

Dəmiryol nəqliyyatının inkişaf etdirilməsi dünyanın bir sıra ölkələrinin diqqət mərkəzindədir.

Dəmiryol nəqliyyatında istismar olunan lokomotivlərin vacib və əsas icraçı avadanlıqları məhz dartı elektrik mühərrikləridir (şəkil 1). Dünyanın bir sıra dəmiryol hərəkət vasitələri istehsal edən şirkətləri dartı elektrik mühərriklərinin diaqnostik monitorinqinin effektivliyini artırmaq üçün müxtəlif metodlar tətbiq edir və bu sahədə tədqiqatlar aparılmaqdadır.



Model: JD160  
Gücü: 1225 kVt  
Nominal gərginlik: 1375V  
Nominal cərəyan: 598 A  
Nominal fırlanma sürəti: 1720 d/dəq  
Maksimum fırlanma sürəti: 3452 d/dəq

Şəkil 1. Dartı elektrik mühərrikinin xarici görünüşü və parametrləri

Hal hazırda elektrik mühərriklərinin diaqnostik monitorinqini həyata keçirmək üçün bir sıra metodlar tətbiq edilməkdədir. Dartı elektrik mühərriklərində elektriki nasazlıqları təyin etmək üçün ən perspektivli metod çoxparametrlili diaqnostik monitorinq sisteminin tətbiq olunmasıdır [1].

Lakin, elə mexaniki nasazlıqlar və defektlər vardır ki onların fərqi şəkildə tədqiq edilməsinə ehtiyac vardır. Dartı elektrik mühərrikində yaranmış mexaniki nasazlıqların 90%-i vibrasiyanın artmasına və mühərrikin səs səviyyəsinin yüksəlməsinə səbəb olur. Vibrasiyanın artmasına səbəb olan nasazlıqlar eyni zamanda səs səviyyəsində təsir edir, ona görə də işçi vəziyyətdə mexaniki nasazlıqların aşkarlanmasında bu iki metod paralel aparılır. Dartı elektrik mühərrikində vibrasiya və səs səviyyəsinə nəzarət etməklə qeyd edilən mexaniki nasazlıqları təyin etmək olar: yastıqlarda yaranmış nasazlıqlar və dağılmalar, rotor və stator arasındakı hava məsaməsinin dəyişməsi, disbalanslılıq, birləşmələrin zəif olması, yolun nahamarlılığı və s. Ramadan və ya yoldan yaranmış vibrasiyanın mühərrikə ötürülməməsinin qarşısını xüsusi amortizasiya sistemləri vasitəsilə azaltmaq olur. Lakin sərt birləşmələr olan yerlərdə (dişli çarx və mühərrik-təkər oxu birləşmələrində) vibrasiyanın artması sınımlara və nəticədə dayanmalara səbəb olur (şəkil 2). Bu da dartı elektrik mühərriklərində vibrasiyaya və səs səviyyəsinə nəzarətin vacibliyini aktuallaşdırır.

#### Avadanlıq və cihazlar

Tədqiqat üçün laboratoriya şəraitində dartı elektrik mühərrikində vibrasiya və səs səviyyəsinin artmasına səbəb olacaq nasazlıqları kiçik güclü GD190/4HD markalı asinxron mühərrik üzərində yaradaraq DEM-ə analogi olaraq bir sıra nəticələr əldə edilmişdir. Səs və vibrasiya səviyyəsinin atmasını təyin etmək üçün müxtəlif növ müasir vericilər tətbiq edilmiş və onlardan dartı elektrik mühərrikinin istismar şəraitinə uyğun olan vericilərin funksional imkanları tədqiq olunmuşdur.

Vibrasiya vericiləri konstruksiyalarına, tətbiq olunma yerlərinə görə vibroyerdəyişmə, vibrotəcil və vibrosürət vericilərinə bölünürlər. Vibrasiya vericilərinin əsas xarakteristikaları tezlik diapazonu, həssaslıq, eninə istiqamətdə həssaslıq və məxsusi rezonans tezliyidir.

*Vibrosürət vericiləri* halqa formalı güclü maqnitdən və onun aralığında sərbəst şəkildə yerini dəyişə bilən inersion kütlə ilə bağlı olan induktivlik sarğısından ibarətdir. Bu cür vibrasiya vericilərini həm də induksiyalı vericilər adlandırırlar. Üstünlüyü: sadəliyi və əsas parametrlərinin stabil olmasıdır. Çatışmazlıqları: tezlik diapazonunun məhdud olması – 10÷1000 Hz, sabit maqnitin və buna görə də vericinin böyük kütləyə malik olması. Mənfi cəhətləri çoxluq təşkil etdiyinə görə hazırda vibrosürət vericilərdən praktiki olaraq istifadə olunmur.

*Vibrotəcil vericiləri* iş prinsipinə və konstruksiyasına görə pyeoelektrik akselerometrlərə və tutum vericilərinə bölünür.

Pyeoakselerometrlərin üstünlüklərinə geniş tezlik diapazonu, kiçik çəki, yüksək həssaslıq və s. aiddir. Çatışmazlıqları sırasına isə rezonans xassələrini yoxlamadan tətbiq edilə bilinməməsi və nisbətən



Şəkil 2. Dartı elektrik mühərriki ilə təkər cütünün dişli çarx vasitəsilə birləşməsi

bahalı olmasındır. Hazırda üçkordinatlı vericilər meydana gəlmişdir ki, onların da korpusunda müxtəlif oxlar üzrə istiqamətlənmiş üç pyezokristal quraşdırılır. Adətən üçkordinatlı vibrasiya vericiləri stasionar vibrasiya nəzarətində tətbiq olunur.

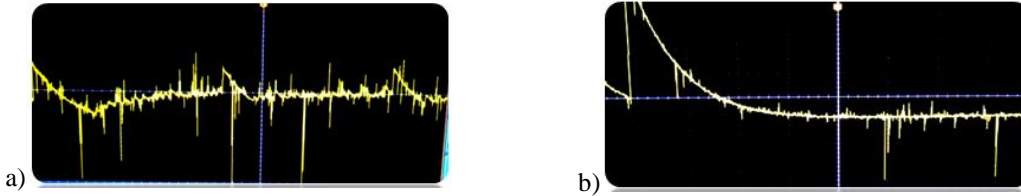
Vibrasiyanın tutum vericilərinin iş prinsipi kifayət qədər sadədir. Bu vericilərin ölçüləri kiçikdir (şəkil 3). Üstünlükləri: ifrat aşağı tezlikli vibrasiyaları qeyd etmək imkanı (praktiki olaraq 0 Hz), yüksək həssaslıq (hətta sərbəstdüşmə təcilini də qeyd edə bilər), vericini çevirdikdə onun çıxışındakı gərginlik işarəcə dəyişir. Çatışmazlığı: yüksək tezliklər oblastında işçi tezliyin sərhədinin aşağı olması (200..1000 Hz).



Şəkil 3. Müasir vibrasiya vericilərinin konstruktiv təsviri

### Tədqiqat

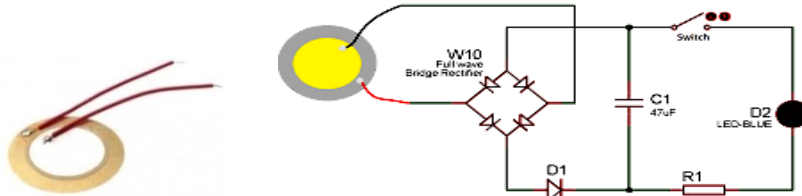
Laboratoriya şəraitində apardığımız tədqiqat işlərində elektrik mühərrikinin xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq vibrasiya vericisi kimi SW-18015P markalı vibro tutum vericisindən istifadə edərək normal və nasazlıqların yarandığı hala uyğun osilloqramlar alınmışdır (şəkil 4).



Şəkil 4. SW-18015P markalı vericidən alınmış vibrasiya spektrlərinin osilloqramları:  
a) Mühərrikin normal işi zamanı; b) Mühərrikdə sürtünmənin artması zamanı

Mühərrikdə nasazlıq səbəbindən yaranmış səs səviyyəsini müəyyən etmək üçün pyezoelektrik çevirici daha məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Pyezoelektrik çeviricinin elementləri membranlı elastik element, kristall, əlaqələndirici lingli mexanizm, gərginlik gücləndiricisidir. Membrana hər hansı təzyiqlə təsir göstərildikdə bu təsir lingli mexanizm vasitəsilə kristala ötürülür və kristalda çox kiçik gərginlik yaranır. Kristalda yaranan gərginlik membrana göstərilən təzyiqlə düz mütənasibdir. Kristalda yaranan gərginlik çox kiçik olduğundan onun qiymətini təzyiqlə göstərən cihazın işlədilməsi üçün gücləndirmək lazımdır.

Aparılmış tədqiqat işində səs səviyyəsini nəzarət etmək üçün tətbiq olunan pyezovericidən istifadə edilmişdir (şəkil 5).



Şəkil 5. Pyezovericinin konstruktiv təsviri və prinsipial sxemi

Laboratoriya şəraitində apardığımız tədqiqat işlərində elektrik mühərrikinin xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq səs səviyyəsini nəzarət etmək üçün 7BB-27-4L0 markalı pyezovericidən istifadə edərək normal və nasazlıqların yarandığı hala uyğun olaraq osilloqramlar qeyd edilmişdir (şəkil 6).



Şəkil 6. 7BB-27-4L0 markalı pyezovericidən alınmış səs osilloqramları:  
a) Mühərrikin normal işi zamanı, b) Mühərrikdə sürtünmənin artması zamanı

Aparılmış tədqiqat işindən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, dartı elektrik mühərriklərinin istismar prosesində vibrasiyasına və səs səviyyəsini vericilər vasitəsilə nəzarət etməklə onda yaranmış qeyri-normal halları və mexaniki hissələrdə yaranmış defektləri əvvəlcədən təyin etmək olar. Dartı elektrik mühərrikində

yaranmış mexaniki nasazlıqları aşkar etmək üçün vericilərdən alınmış informasiya əsasında kritik qitmələrdə xüsusi siqnalizasiya və xəbərdarlıq sistemi quraşdırmaq mümkündür. Bu da mexaniki nasazlıqlar səbəbindən dərzi elektrik mühərrikində yaranacaq dağıdıcı defektlərin və imtinaların qarşısını əvvəlcədən almağa imkan yarađır.

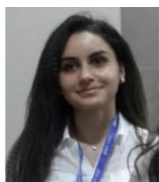
### Ədəbiyyat

1. Manafov E.K, İsgəndərov İ.Ə, Hüseynov F.H. Elektrik mühərrikinin elektrik parametrlərinə kompleks nəzarət üçün üsul və vasitələr. "Azərbaycan və Türkiyə universitetləri: təhsil, elm, texnologiya" I Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları, III hissə, səh 252.
2. Maciej Orman, Cajetan T. Pinto. Acoustic analysis of electric motors in noisy industrial environment. 12th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics New Perspectives in Measurements, Tools and Techniques for Industrial Applications June 6-7, 2013, Florence, Italy.
3. Verma S. P. Noise and vibrations of electrical machines and drives; their production and means of reduction. International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems for Industrial Growth, Vol. 1996
4. D. Howieson, Vibration Monitoring: Envelope Signal Processing, San Diego, U.S.A., 2003.
5. Van Riesen D., Schlensook C., Henrotte F., Hameyer K. Acoustic measurement for detecting manufacturing faults in electrical machines. 17th International Conference on Electrical Machines ICEM, (2006)

### *Control of sound and vibration in traction electric motors with the help of modern transmitters*

*Huseynov F.H., Manafov E.K.*

*The article is devoted to the control of the traction electric motors mechanical parameters by modern methods and means. In order to practically mimic the control of mechanical malfunctions that may occur in an electric motor, vibration and sound transmitters were installed on an asynchronous engine of the brand GD190/4HD in laboratory conditions, data received from transmitters in normal and abnormal conditions of the motor were investigated. Based on experiments conducted in laboratory conditions and transmitters applied to detect mechanical malfunctions, possible methods for preventing sudden stops of four electric motors due to any defect in the operation process were investigated.*



### **Влияние скорости аудиомоторных реакций и среднеквадратических отклонений при восприятии слуховой информации диспетчером на пропускную способность воздушного пространства**

***А.Н.Маликова, Мамедов А.М., Абасов Р.К.***

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
arifat.yunusova@mail.ru*

### **Аннотация**

Рассмотрены последовательное и одновременное обслуживание воздушных судов (ВС) в течение часа, а также фразеологические ошибки, возникающие в процессе управления воздушным движением (УВД), на тренажере для УВД. Анализированы основные ошибки во время передачи команд и радиосообщений, а также влияние скорости аудиомоторных реакций и среднеквадратических отклонений на пропускную способность воздушного пространства (ВП) Азербайджанской Республики.

**Актуальность темы.** Сохранение безопасности полетов является основной задачей гражданской авиации. Исследования показали, что чем больше спрос на ВП, тем больше вероятности снижения безопасности полётов. Согласно методике, используемой Евроконтролем, главной целью любой коммуникации является передача правильной информации между диспетчерами и пилотами [6,7]. С каждым годом коммуникации с ВС увеличиваются, соответственно должна увеличиваться и пропускная способность ВП для безопасного обеспечения полётов [3,4]. При этом особое значение приобретает исследование влияния скорости аудиомоторных реакций и значений среднеквадратического отклонения, при восприятии слуховой информации на пропускную способность диспетчера УВД [1,2].

**Методика.** Данная методика под названием CAPAN («Капасити Аналайзер») выполняется на тренажере УВД и основывается на расчёте времени затрачиваемого диспетчером на выдачу определенных команд ВС с учётом количества времени на приём ответного сигнала от них. Способность понимать воспринимаемые слова в отношениях диспетчер-пилот, время аудиомоторных ответов и количество ошибок, которые были допущены в ходе этих экспериментов, выполняются как задача, тестового программного обеспечения из которого рассчитывается пропускная способность. Скорость аудиомоторных реакций, среднеквадратические отклонения и допущенные ошибки при восприятии

слуховой информации на буквы и слово рассчитывались на аппарате «NS-Psixotest», по специальной программе [1,2,5].

**Исследования.** Модель для определения рабочей нагрузки диспетчера УВД, была определена со стороны Евроконтроля с помощью методологии Саран. Для этого на тренажерном рабочем месте диспетчера УВД проводится анализ основных показателей для каждой команды, выданной диспетчером при управлении воздушным движением. Рабочая нагрузка – это время, затрачиваемое диспетчером при выдаче команд. Данные значения согласно методологии Саран, носят усредненный характер для всех диспетчеров и для каждого из них в отдельности, рассчитанные на тренажере АСС (Area Control Center) (рис. 1).

Как видно на графике рис.1, рабочая нагрузка превысила лимит 42 минуты и была 53 минут при количестве 50 ВС в час и занятости 23 ВС в минуту. Как мы описывали выше, пропускная способность определяется в тот момент времени, когда рабочая нагрузка диспетчера составляет 42 минуты. Из рисунка видно, что рабочая нагрузка диспетчера достигла 42 минут в период времени 03:00-04:00. Количество ВС в час, приходящихся на данный период времени 42 ВС в час. Занятость диспетчера в это время составляет 17 ВС в минуту.

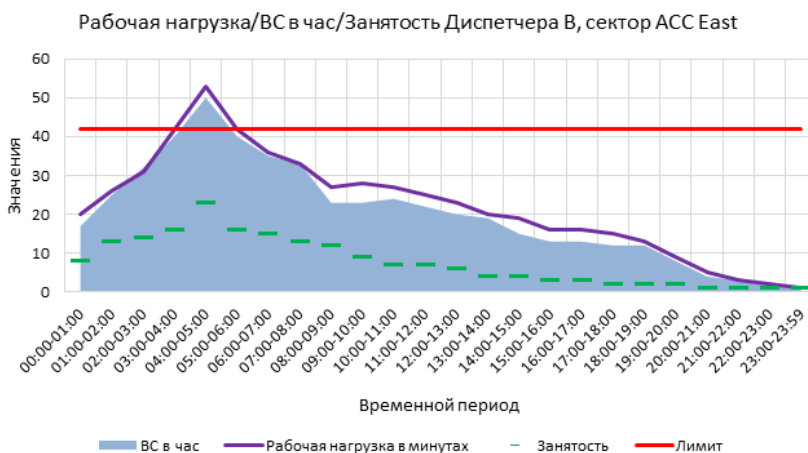


Рис. 1. Расчёт рабочей нагрузки диспетчера (пропускной способности)

В таблице 1 даны результаты расчёта показателей пропускной способности для каждого диспетчера УВД при одновременном и последовательном обслуживании ВС, с учётом аудиомоторных реакций и среднеквадратических отклонений.

Таблица 1

АТСО	Среднее значение времени реакции, мс	Среднеквадратичное отклонение, мс	ВС в час: Количество ВС, обслуживаемых последовательно в течение часа	Занятость: одновременное обслуживание ВС в течение часа (кол-во ВС)
Диспетчер I (26 лет)	627	190	41	16
Диспетчер В (34 лет)	640	106	42	17
Диспетчер С (22 лет)	664	132	41	17
Диспетчер Е (26 лет)	706	195	40	16
Диспетчер Н (46 лет)	751	164	40	16
Диспетчер А (41 лет)	764	171	40	16
Диспетчер D (37 лет)	767	180	39	16
Диспетчер F (47 лет)	858	129	39	16
Диспетчер G (29 лет)	922	161	38	15
Диспетчер J (49 лет)	1025	323	37	15

### Заключение

Проведенные эксперименты показали (табл. 2), что по мере увеличения скорости аудиомоторных реакций, а значит и подвижности нервной системы, сопровождающихся снижением среднеквадратических отклонений и ошибок при восприятии слуховой информации, пропускная способность ВП повышается. При этом диспетчер УВД тратит меньше времени на восприятие команд, слов и букв при радиообмене, а значит и на одновременную и последовательную занятость с каждым ВС. Это приводит к повышению количества обслуживаемых ВС в течение часа, что сопровождается повышением пропускной способности воздушного пространства.

Таким образом, показано, что аудиомоторные реакции и среднеквадратические отклонения могут быть использованы при психофизиологическом отборе абитуриентов и авиадиспетчеров с целью оптимизации радиопереговоров, в стандартных и конфликтных ситуациях.

### Литература

1. А.М.Мəммədov, M.Y.Bloxin, R.K.Abasov, N.V.Əsədov. Sözlərin düzgün qavranılmasında operatorun audiomotor reaksiya sürətinin rolu. MAA-nın Elmi Məcmuələri, Bakı 2018, cild 20, №1, səh.77-82.

2. A.M.Məmmədov, M.Y.Bloxin, R.K.Abasov, N.V.Əsədov. Audiomotor və ortakvadratik göstəricilərinə korreksiyaedici oksigenin təsiri. MAA-nın Elmi Məcmuələri, Bakı 2019, cild 21, №1, səh. 120-126.
3. Организация воздушного движения. Правила аэронавигационного обслуживания. Изд-е 15-е. Монреаль: ICAO, 2007. 460 с.
4. Щетинина Н.А. Типичные ошибки пилотов при восприятии сообщений радиообмена гражданской авиации // Молодой ученый, 2012, № 2, с. 192-195.
5. Яменсков В.В. Человеческий фактор: психофизиологические причины структуры речевых ошибок специалистов, осуществляющих управление воздушным движением, и их профилактика. - М.: Ризограф, 2014. 28 с.
6. Or Lady H., Or Lady L. Human Factors in Multi-crew Flight Operations. Ashgate, 1999. 86p. Тамбов: Грамота, 2018. № 8(86). Ч. 2. С. 403-406. ISSN 1997-2911.

***Influence of the speed of audiomotor reactions, standard deviations in the air traffic controller on the capacity airspace***

*Malikova A.H., Mammadov A.M., Abasov R.K.*

*Sequential and simultaneous maintenance of the aircraft within an hour, as well as phraseological errors that occur in the process of air traffic control on the simulator for ATC are considered. The main errors during the transmission of commands and radio messages are analyzed, as well as the influence of the speed of audio-motor reactions and standard deviations on the throughput of the Airspace. With an increased speed of audiomotor response and a decrease in standard deviation, the number of speech errors in radio communication decreases. This, in turn, significantly increases both the capacity of sectors in the Azerbaijan's airspace and the safety of flights.*



**Моделирование нагружения композитного головного обтекателя ракеты-носителя**

***Абдуллаев Р.Ф., Самедов А.С.***

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
rufat.abdullayev@hotmail.com*

**Аннотация**

Представлены результаты расчета композитного головного обтекателя (ГО) ракеты-носителя, исследованного с помощью прикладного пакета программ ANSYS Workbench. Задача решена методом конечных элементов (МКЭ). Получены максимумы и минимумы перемещений, деформаций и напряжений.

**Метод и исследование**

Исследование композитного головного обтекателя на ANSYS Workbench произведено с применением следующих блоков:

- ACP (Pre) – блок для построения слоистых композитных конструкций.
- Ansys Mechanical – главный инструмент для анализа конечных элементов, является основным программным решением для машиностроения, использующее анализ конечного элемента (FEA) для структурного анализа с применением интерфейса механики ANSYS.

После выбора определенных материалов в подблоке Engineering Data (эпоксидный углеродный однонаправленный препрег - Epoxy Carbon UD (230 GPa) Prepreg, соты – Honeycomb, эпоксидная смола - Resin Epoxy) в подблоке Geometry построена геометрия ГО, основой для которой была взята геометрия ГО жидкостной трёхступенчатой ракеты-носителя лёгкого класса «Рокот» (Рис. 1).

Особым свойством блока ACP (Pre) является работа только с оболочковой конструкцией (Рис.2). С этой целью создана оболочковая модель ГО, которая после разбиения на конечные элементы в подблоке Model, задания материалов и направления их армирования, связующего, а также использования функции Solid Models в подблоке Setup блока ACP (Pre), станет твердотельной слоистой конструкцией. По той же схеме смоделированы твердотельные конструкции шпангоута и днища ГО.

Метод конечных элементов (МКЭ), применяемый в данном исследовании, является основным методом решения дифференциальных уравнений в частных производных, интегральных уравнений, описывающих задачи механики деформируемого твердого тела, теплообмена и других задач прикладной физики.

Повторное разбиение на конечные элементы уже твердотельной модели (Рис. 3) выполнен программой в подблоке Model блока Static Structural, в результате чего каждый слой ГО приобрел собственную сетку (133214 элемента, 145612 узлов).

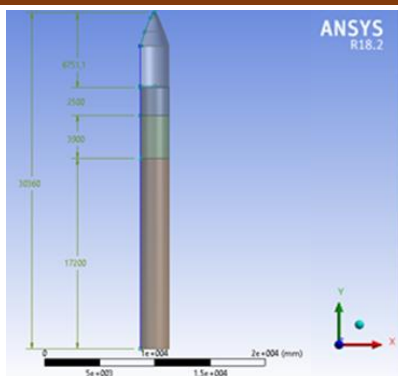


Рис. 1. Габариты ракеты-носителя «Рокот» (в мм)

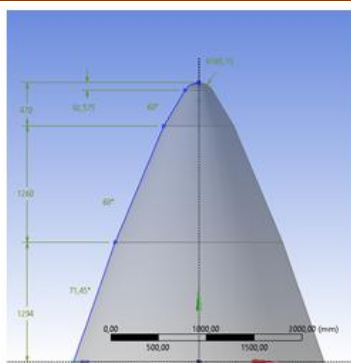
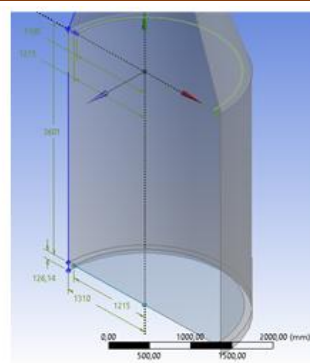


Рис. 2. Геометрия конической и цилиндрической части ГО «Рокот» 14С76



В этом подблоке заданы граничные условия, а именно жесткое защемление у дна в виде шпангоута, и нагрузки в виде давления в направлении нормали к поверхности конической части ГО. Давление, приложенное к поверхности, имитирует давление аэродинамического потока, набегающего со скоростью 3,533 км/с параллельно к продольной оси ракеты на неподвижный ГО.

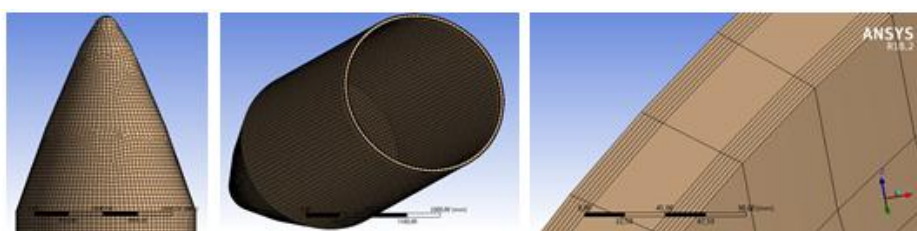


Рис. 3. Конечно-элементная модель ГО

Вектор напряжений показан на рисунке 4. Согласование знаков для прямых напряжений и деформаций, используемых в программе ANSYS, заключается в том, что напряжения растяжения имеют положительный, а сжатия отрицательный знаки. Для напряжений сдвига положительным является результат, когда две положительные оси вращаются навстречу друг другу.

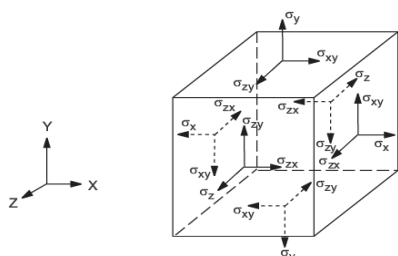


Рис. 4. Схема действия вектора напряжений опорная (без деформации) температура.

Напряжения, связанные с деформациями имеют вид:

$$\{\epsilon\} = \{\epsilon^{th}\} + [D]^{-1}\{\sigma\}$$

Для трехмерного случая вектор тепловой деформации будет:

$$\{\epsilon^{th}\} = \Delta T \begin{bmatrix} \alpha_x^{se} & \alpha_y^{se} & \alpha_z^{se} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^T,$$

где  $\{\sigma\}$  - вектор напряжений  $[\sigma_x \ \sigma_y \ \sigma_z \ \sigma_{xy} \ \sigma_{yz} \ \sigma_{xz}]^T$  (выводится как S);  $[D]$  - матрица упругости, упругой жесткости или матрица напряжений-деформаций;  $\{\epsilon\} = \{\epsilon\} - \{\epsilon^{th}\}$  - вектор упругой деформации;  $\alpha_x^{se}$  - текущий коэффициент теплового расширения в направлении X;  $\Delta T = T - T_{ref}$ , где T- текущая температура;  $T_{ref}$  - опорная (без деформации) температура.

Матрица гибкости или соответствия  $[D]^{-1}$  имеет вид:

$$[D]^{-1} = \begin{bmatrix} 1/E_x & -\nu_{xy}/E_x & -\nu_{xz}/E_x & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{yx}/E_y & 1/E_y & -\nu_{yz}/E_y & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{zx}/E_z & -\nu_{zy}/E_z & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{yz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{xz} \end{bmatrix}$$

где  $E_x$  - модуль Юнга в направлении X (введен как EX по команде MP);  $\nu_{xy}$ - основной коэффициент Пуассона (ввод как PRXY по команде MP);  $\nu_{yx}$ - второстепенный коэффициент Пуассона (вводится как NUXY по команде MP);  $G_{xy}$  - модуль сдвига в плоскости XY (вводится как GXU по команде MP).

Напряжения деформаций можно расписать, сначала проинтегрировав выражение матрицы гибкости, а затем комбинируя полученный результат с уравнением трехмерного вектора тепловой деформации, в результате чего получается шесть явных уравнений:



$$\sigma_x = \frac{E_x}{h} \left( 1 - (v_{yz})^2 \frac{E_z}{E_y} \right) (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + \frac{E_y}{h} \left( v_{xy} + v_{xz} v_{yz} \frac{E_z}{E_y} \right) (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + \frac{E_z}{h} (v_{xz} + v_{yz} v_{xy}) (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T)$$

$$\sigma_y = \frac{E_y}{h} \left( v_{xy} + v_{xz} v_{yz} \frac{E_z}{E_y} \right) (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + \frac{E_y}{h} \left( 1 - (v_{xz})^2 \frac{E_z}{E_x} \right) (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + \frac{E_z}{h} \left( v_{yz} + v_{xz} v_{xy} \frac{E_y}{E_x} \right) (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T)$$

$$\sigma_z = \frac{E_z}{h} (v_{xz} + v_{yz} v_{xy}) (\epsilon_x - \alpha_x \Delta T) + \frac{E_z}{h} \left( v_{yz} + v_{xz} v_{xy} \frac{E_y}{E_x} \right) (\epsilon_y - \alpha_y \Delta T) + \frac{E_z}{h} \left( 1 - (v_{xy})^2 \frac{E_y}{E_x} \right) (\epsilon_z - \alpha_z \Delta T)$$

$$\sigma_{xy} = G_{xy} \epsilon_{xy}, \quad \sigma_{yz} = G_{yz} \epsilon_{yz}, \quad \sigma_{xz} = G_{xz} \epsilon_{xz}$$

где

$$h = 1 - (v_{xy})^2 \frac{E_y}{E_x} - (v_{yz})^2 \frac{E_z}{E_y} - (v_{xz})^2 \frac{E_z}{E_x} - 2v_{xy}v_{yz}v_{xz} \frac{E_z}{E_x}$$

Если модули сдвига  $G_{xy}$ ,  $G_{yz}$  и  $G_{xz}$  не являются входными данными для изотропных материалов, они вычисляются как в [1,2]:

$$G_{xy} = G_{yz} = G_{xz} = \frac{E_x}{2(1 + \nu_{xy})}$$

Как видно, нагрузка приложена к конической части ГО, поделенной сечениями на части, где максимум приходится на скругленную часть (6,592 МПа), а минимум (0,8627 МПа) на коническую часть, переходящую в цилиндрическую. Результаты расчета НДС представлены на рисунках 5, 6, 7.

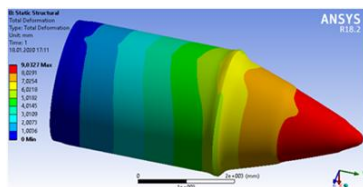


Рис. 5. Картина распределения суммарных перемещений

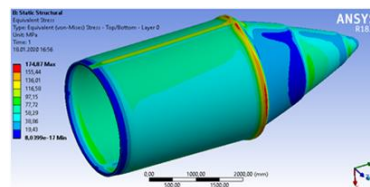


Рис. 6. Картина распределения эквивалентного напряжения по фон Мизесу

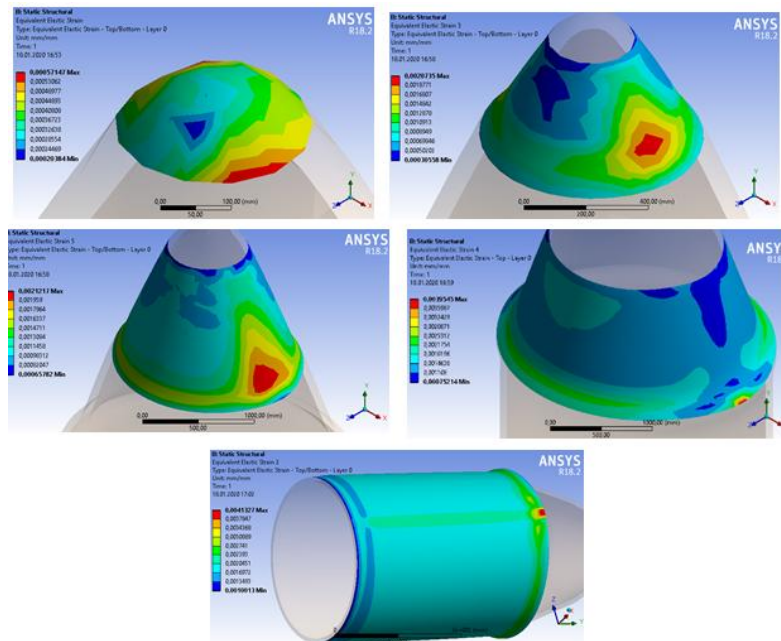


Рис. 7. Картина распределения эквивалентной деформации по фон Мизесу для внешних поверхностей ГО

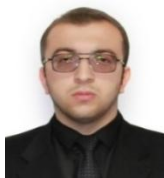
### Литература

1. «Theory Reference for the Mechanical APDL and Mechanical Applications», edited by Peter Kohnke, PhD, ANSYS Inc., april 2009, Southpointe 275 Technology Drive, Canonsburg, PA 15317.
2. R.J. Roark and W.C. Young. Formulas for Stress and Strain. McGraw-Hill. New York. 1975.

### Load modeling of a composite head rocker of a rocket-carrier

Abdullayev R.F., Samedov A.S.

This article presents the results of the calculation of the composite head rocker of a rocket-carrier studied using the ANSYS Workbench application software package. The problem is solved by the finite element method (FEM). The maximums and minimums of deformation, stress and strain are obtained.



## Моделирование работы автоматической системы охлаждения тяговых электродвигателей

*Рашидов М.А.*

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
muhammadrashidov@gmail.com*

### Аннотация

Статья посвящена моделированию системы управления вентиляторами для охлаждения тяговых двигателей. Модель системы охлаждения встроена в программный пакет «MATLAB Simulink» с использованием контроллера с широтно-импульсной модуляцией, который регулирует температуру тягового двигателя. С помощью модели исследуются переходные процессы в системе и подтверждаются возможности управления скоростью вентилятора, чтобы избежать высоких значений пусковых токов в переходных режимах.

Тяговые электродвигатели (ТЭД) являются машинами специального исполнения, которые предназначены для приведения в движение тяговых железнодорожных подвижных единиц как электровозы и тепловозы, электропоезда, а также тяговых единиц городского транспорта как трамваи, троллейбусы и т.д. ТЭД в отличие от других видов двигателей, эксплуатируются в открытых местах и в сложных погодных условиях.

Многие ТЭД по конструкции относятся к коллекторным машинам постоянного и пульсирующего тока. В настоящее время в большинстве развитых странах инженеры работают над созданием тяговых средств железнодорожного транспорта (ЖДТ), работающего с бесколлекторным асинхронным (АТД) и вентильным (синхронным) тяговым двигателем.

ТЭД с большой мощностью снабжаются с независимой системой охлаждения, при которой с помощью специального мотор-вентилятора установленного в кузове локомотива нагнетается воздух. Из-за недостатка места для установки мотор-вентилятора на электропоездах применяют метод самовентиляции ТЭД, где вентилятор устанавливается на якоре ТЭД.

Согласно условиям эксплуатации и главным показателям использования материалов ТЭД нужно обеспечить принудительной системой охлаждения. Чтобы поддерживать необходимый тепловой режим во время работы ТЭД на электровозах применяют воздушное охлаждение. Системы охлаждения состоят из вентиляторов, нагнетательных каналов с воздухораспределительными устройствами, фильтров, воздухозаборных устройств, всасывающих каналов и самого охлаждаемого объекта – ТЭД.

Отношением затрачиваемой мощности на приведение в движение вентиляторов систем охлаждения к мощности затрачиваемой на тягу определяют экономичность системы охлаждения электровозов. 6-15% общей мощности расходуется на то, чтобы привести в движение вспомогательные механизмы и оборудования электровозов (генератор вспомогательный, вентиляторы, компрессоры, насосы и др.). Применяемое воздушное охлаждение позволяет ступенчатое изменение частоты вращения мотор-вентиляторов системы охлаждения ТЭД в зависимости от состояний теплоты. Системы охлаждения позволяют применить номинальную и пониженную частоту вращения.

В сегодняшний день предпочитают применить регулируемые приводы вспомогательных оборудования электровозов с асинхронными двигателями. На ЖДТ применяются следующие типы приводов:

- а) приводы с асинхронными двигателями (АД) фазового управления;
- б) приводы с АД частотного управления, с короткозамкнутым ротором.

Главная задача применяемой системы охлаждения - поддерживать работу ТЭД в заданном тепловом режиме. Системы охлаждения должны отвечать требованиям по своей массе, габаритным размерам и мощности, расходуемой на приведение в движение вентиляторов.

Применением системы охлаждения, имеющие вентиляторы с приводом, которые позволяют плавно и автоматически изменить величину подачи воздуха в зависимости от температуры

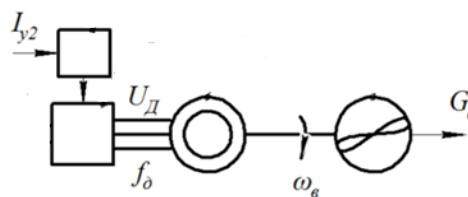


Рис.1 Функциональная схема электропривода вентилятора охлаждения для АСУТ

оборудований и окружающей среды и токовой нагрузки можно эффективно решить проблему уменьшения расхода мощности на вспомогательные нужды.

Из результатов проведенных опытов можно сделать вывод, что непрерывные системы имеют очень важные преимущества по сравнению с позиционными системами управления, которые имеют два и более ступени. Основным недостатком позиционной системы является то, что при управлении с помощью реле на охлаждение установки расходуется больше энергии, чем при непрерывной системе. Кроме того, при релейном режиме работа вентиляторов отрицательно воздействуют на надежность элементов установок электровоза. Причина этого является колебательное изменение управляемой температуры, естественно и термического напряжения в них. Также в коммутационном режиме, то есть при пуске или отключении на приводе охлаждающего вентилятора может наблюдаться временные перегрузки.

В следствии проведенного анализа конструктивного решения и технической характеристики привода, который содержит асинхронный двигатель вспомогательных установок электровоза можно сделать вывод, что сегодняшний день применяемые управляемые приводы всех типов, которые содержат асинхронные двигатели имеют ряд недостатков, которые затрудняют их применение на электровозах. Одним из методов привода охлаждающего вентилятора является применение плавно управляемого привода с АД, который имеет преобразователь частоты. Применение этого метода позволяет улучшить технико-экономические характеристики привода: повышение надежности, минимизирование удельных затрат для работы вспомогательных систем, снижение стоимости, улучшение показателей качества работы автоматической системы управления температурой (АСУТ), в которых будут применять этот привод.

АСУТ состоит из задающего устройства ЗУ, регулятора Р, устройства управления УУ, исполнительного устройства ИСУ, управляемого объекта и измерительного устройства ИУ. На рис. 2 показана схема АСУТ, которая применяется на электровозах.

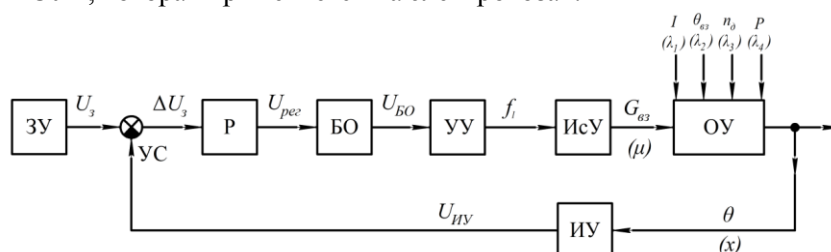


Рис. 2. Схема АСУТ

В новейших САУ как задающее устройство используется микропроцессорная система. В качестве корректора применяемой в АСУТ для обеспечения нужных параметров качества управления применяется регулятор. Для управления исполнительного устройства в качестве устройства управления применяется преобразователь частоты.

Исполнительное устройство состоит из асинхронного двигателя, который вращает охлаждающий центробежный вентилятор. Чтобы определить температуру устанавливается датчик температуры, подающий сигнал, который пропорционален температуре.

С точки зрения теории САУ систему охлаждения тяговых асинхронных двигателей надо рассмотреть в качестве объекта управления температурой. Подача воздуха  $G_{\text{воз}}$  при этом является управляющим воздействием, а температура наибольшей нагретой части тягового асинхронного двигателя является управляемой величиной. Ток нагрузки  $I$ , температура воздуха  $\theta_{\text{воз}}$ , мощность тягового асинхронного двигателя и скорость вращения вала будут главными возмущающими воздействиями.

В современных электровозах, чтобы управлять вентилятор применяется ШИМ-регулятор (с широтно-импульсной модуляцией), который регулирует скорость вращения вентилятора пропорционально температуре ТЭД. На рис. 3 показана схема моделирования системы охлаждения программном пакете "MATLAB Simulink" с применением регулятора с широтно-импульсной модуляцией, который регулирует температуру ТЭД.

В зависимости от внешних условий и режимов работы в ТЭД имеется тепловой баланс, где количество теплоты выделяемый ТЭД равно количеству теплоты рассеиваемый радиатором. Поэтому температуру ТЭД можно держать в заданных параметрах. При изменении режимов работы и внешних условий (температура окружающей среды, интенсивность естественного обдува и т.д.), естественно будет наблюдаться колебание температуры, но не часто.

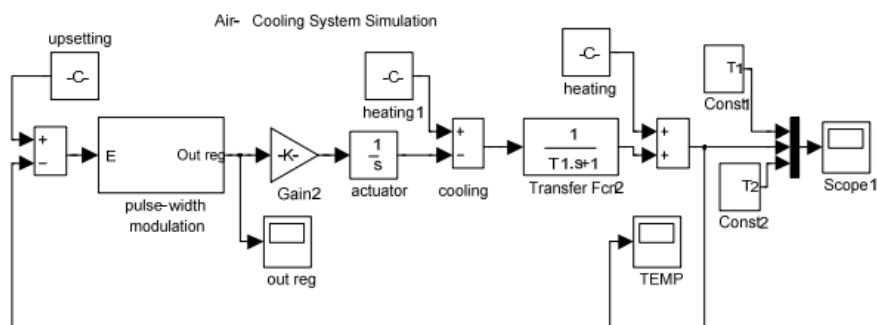


Рис. 3. Схема моделирования системы регулирования вентилятора на MATLAB Simulink

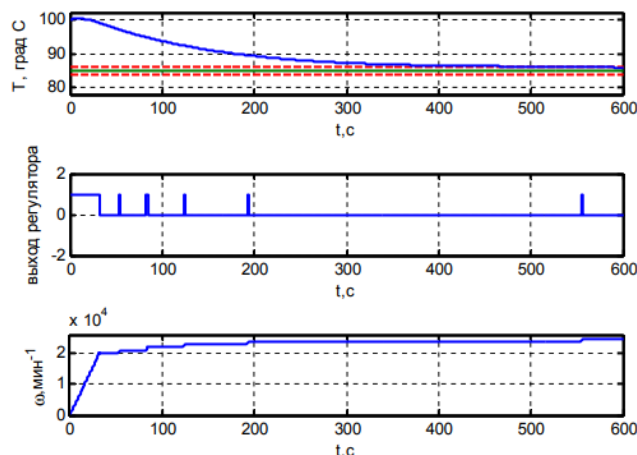


Рис. 4. Переходные процессы в системе охлаждения при использовании вентилятора

### Заключение

Проведенные исследования системы автоматической системы управления температурой ТЭД в среде MATLAB Simulink, который управляет вентилятором показали эффективность поддержания допустимой температуры ТЭД без использования системы термостата. А также исследования подтвердили возможность регулирования частоты вращения вентилятора, который позволяет избежать больших значений пусковых токов при переходных режимах.

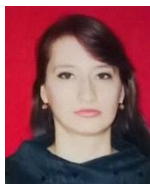
### Литература

1. Драгомиров С.Г., Журавлев С.А., Драгомиров М.С. Математическая модель системы автоматического регулирования температуры двигателя // Электроника и электрооборудование транспорта. 2010. №2-3. С.2-5.
1. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с. с. 277–279.
2. Захарченко Д.Д., Ротанов Н.А. Тяговые электрические машины: учебник для вузов ж.-д. транспорта. - М.: Транспорт. - 1991. - 343 с.
3. Иоффе А.Б. Тяговые электрические машины. Теория, конструкция, проектирование. - М. - Л.: Энергия. - 1965. - 232 с.
6. Алексеев А.Е. Тяговые электрические машины и преобразователи. - Л.: Энергия. - 1967. - 432 с.

### *Modeling a fan control system for cooling traction motors*

*Rashidov M.A.*

*The article is devoted to modeling a fan control system for cooling traction motors. A model of the cooling system is built in the software package "MATLAB Simulink" using a controller with pulse-width modulation, which regulates the temperature of the traction motor. With the help of the model, the transient processes of the system are investigated and the possibilities of controlling the fan speed are confirmed to avoid high values of starting currents during transient conditions.*



## Проблемы проектирования современного авиационного двигателя

**Рамазанова Ф.Н.**

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
ms.euler@mail.ru*

### **Введение**

При проектировании двигателя основное направление является проектирование двигателя с наилучшими показателями надежности, ресурса, экономических характеристик (снижение затрат) и эксплуатационных характеристик (минимизация веса).

Хемерли сообщает, что 80% затрат жизненного цикла двигателя лежит в фазе проектирования [1]. В связи с этим, ученый предлагает модульный концепт многоступенчатого осевого компрессора.

В статье [2] автор выделил 4 основных крупных производителей в области газотурбостроения: General Electric, Pratt & Whitney, Rolls Royce, Snecma.

Среди основных тенденций развития мирового авиадвигателестроения можно указать на международное сотрудничество при создании новых двигателей, применение новейших технологий и современной методологии, а также создание семейств двигателей с увеличением тяги почти в 2 раза: CF6, GE90, GE9x, RB211, Trent, PW4000, в результате чего показатели надежности и ресурса стали высоки.

Большое внимание уделяется исследованию трансзвуковых компрессоров, благодаря их способности обеспечивать высокую степень повышения давления [3-5].

Новейшие технологии и разработки позволили осуществить создание двигателей 5-го поколения, с наивыгоднейшими показателями. Например, температура газа на входе в РК турбины Т4\* увеличилось до 1800..1850К, благодаря чему, уровень шума также снизился, а также удельный расход топлива составил 0,52..056 кг/(кгс\*ч).

В настоящее время ведутся разработки по созданию двигателей 6-го поколения. Соответственно самолеты будущего поколения также будут совершенствоваться. Автор уверен, что в период 2030-2035 гг. топливная эффективность самолетов увеличится на 70 %.

### **Математическое описание аэродинамики проточной части двигателя**

Математическое описание процессов, происходящих в компрессоре, достигается с применением математических пакетов прикладных программ CAE/CAD.

Программная система конечно-элементного анализа ANSYS как система автоматизированного проектирования (САПР), очень часто используется в таких сферах, как задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики и т.д. Реализация информационной технологии с помощью данной программы является самым популярным вариантом при изучении проточной части компрессора, а также процессов происходящих в нем.

В [6] нами было предложено два метода получения характеристик компрессора. Первый метод заключается в получении характеристик компрессора путем суммирования характеристик лопаточных венцов в СИМ Sturony. Для этого в программе ANSYS CFX мы построили 3D-геометрическую модель лопаточного венца. Для получения суммарной характеристики компрессора в системе имитационного моделирования Sturony используем полученные характеристики, рассчитываемые для каждого лопаточного венца.

По полученным результатам приходим к следующим основным выводам: при углах атаки более 7° происходит срыв потока со спинки, а при углах атаки меньше -18° - срыв с корыта; изменение скорости существенно не влияет на картину течения.

Второй метод заключается в получении характеристик компрессора по характеристикам каждой ступени с последующим суммированием. Исследуя характеристики ступени компрессора, автор пришел к следующему выводу: при увеличении угла атаки рабочего колеса происходит срыв потока со спинки рабочей лопатки. Образуется граница помпажа.

Второй метод более выгоден с точки зрения быстроты и упрощенности проектирования. В заключении приходим к выводу, что оптимизация работы каждой ступени в отдельности улучшает параметры эффективности компрессора.

### **Акустическое совершенствование современных авиадвигателей**

Еще одной не менее важной проблемой в проектировании авиадвигателя является проблема снижения шума. Значительная составляющая суммарного уровня шума приходится именно на вентилятор ГТД. Аэродинамический шум возникает при воздействии потока воздуха на лопатки

рабочего колеса. Таким образом, одним из факторов, влияющих на шум вентилятора, является конструкция вентиляторной ступени.

Автор Дорошенко в [7] решил использовать методику, в которой лопатка будет использована как дипольный акустический источник. Характеристикой такого источника будет разность давлений между спинкой и корытом.

Несмотря на то, что все вентиляторные ступени имеют высокий КПД, акустические характеристики исследуемых лопаток различны.

Благодаря технической поддержке современных вычислительных программ стало возможным исследование шума двигателя более точными подходами такими, как прямое численное моделирование (DNS-Direct Numerical Simulation), моделирование крупных вихрей (LES-large eddy Simulation). Однако данные способы не используют, так как они слишком трудоемкие.

В [8] автор в качестве решения проблемы снижения шума предлагает разработку комплексной акустической модели, включающей в себя основные источники шума, а также элементы системы шумоглушения. В статье использовались такие программы, как ANSYS CFX и LMS Sysnoise. Суть методики заключается в аэродинамическом моделировании области образования источников. Такой подход может быть использован для анализа акустических характеристик авиадвигателя.

Международный стандарт ИКАО на снижение шума, начиная с 1971 года все более ужесточается (рис. 1). Согласно вступившей в силу в 2006 г Главы 4 уровень шума самолета нормируется по сумме трех сертифицированных точек (кумулятивный уровень): на разбеге (взлетный режим двигателей), на наборе высоты и на посадке. В 2017г в приложение 16, международного стандарта ИКАО том 1 "Авиационный шум" была включена глава 14, согласно которой, стандарт на уровень шума относительно Главы 4 устанавливался ниже на 7 EPN ДБ.

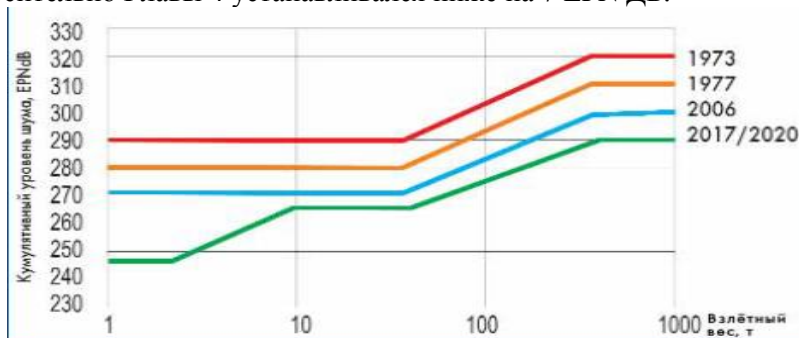


Рис. 1. Предельно допустимые уровни шума сертифицируемых самолетов [9]

### Применение новейших материалов для современных двигателей

В основу современных разработок в сфере авиации входит применение композитов. Данному исследованию посвящено множество исследований таких ученых, как Коронеус [10], Рао [11], Шилевант [11], Бумбаль [11].

Коронеус в своем исследовании разработал сэндвич-конструкцию гибридной лопатки с полимерной матричной оболочкой. Также были рассмотрены общее давление и центробежные нагрузки, действующие на лопатку. В результате данного исследования было доказано, что деформация, образованная входе напряжений будет сильно зависеть от ориентации волокна. Проектирование композитной лопатки вентилятора позволило значительно сократить массу лопатки.

### Заключение

В ходе данного исследования были выявлены и систематизированы основные направления проектирования лопаток компрессора современного авиационного двигателя. Среди таких направлений особо выделяются совершенствования экономических, эксплуатационных характеристик, аэродинамическое совершенствование компрессора путем оптимизации его элементов с применением CFD, аэроакустическое совершенствование, а также применение новейших материалов, среди которых особо выделяются композиты.

Обзор литературы по данной тематике позволил интегрировать представления о текущем состоянии исследования вышеупомянутых проблем.

### Литература

1. Hemerly C.S. Modular Multi-Stage Axial Compressor Design. Embry-Riddle Aeronautical University Daytona Beach, Florida, 2008.

2. Ланшин А.И., Палкин В.А., Федякин В.Н. Анализ тенденций развития двигателей для самолетов гражданской авиации.
3. Дорошенко Е.В. Влияние аэродинамических, конструкционных особенностей лопаточного венца на акустические характеристики вентиляторной ступени.
4. Aziz M.A., Farouk M. Owis, and M.M. Abdelrahman. Design Optimization of a Transonic-Fan Rotor Using Numerical Computations of the Full Compressible Navier-Stokes Equations and Simplex Algorithm, 2014 Giza, Egypt.
5. Hah Chunill. Near Stall Flow Analysis in the Transonic Fan of the RTA Propulsion System, NASA Glenn Research Center, Cleveland.
6. Ахмедзянов Д.А., Кишалов А.Е., Суханов А.В., Маркина К.В. Применение ANSYS CFX для получения характеристик осевых компрессоров ГТД.
7. Biollo R. and Benini E. State-of-Art of Transonic Axial Compressors 2011 University of Padova, Italy.
8. Пятунин К.Р., Архарова Н.В., Ремизов А.Е. Численное моделирование тонального шума ступени вентилятора двухконтурного реактивного двигателя.
9. Халецкий Ю.Д. ИКАО; новый стандарт на шум гражданской авиации.
10. Coroneos R.M. Structural Analysis and Optimization of a Composite Fan Blade for Future Aircraft Engine, 2012, NASA Glenn Research Center, Cleveland, Ohio.
11. Rao J. S., Kiran Sheelevant, Balasaheb Bombale. Concept Optimal Design of Composite Fan Blades, 2011, Vancouver, Canada.

### *Problems of designing a modern aircraft engine*

*Ramazanova F.N.*

*This article is devoted to the main issues encountered during the design of turbofan engine's compressor blades with a high bypass ratio. A collection, analysis and discussion of clearly identified problems in the field of gas turbine construction were made on the basis of previous reviews and published information. The purpose of this article is to systematize and summarize the results of previous studies in this field. The statement of the problem is to identify the main achievements of the global aircraft engine industry, as well as the main contentious issues in this area and the prospects for their solution.*



### **Turboventilyatorlu mühərrikin yağlama sisteminin modelləşdirilməsi**

***Mirzayev T.I., Abdullayev P.S***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
tmirzayev2@gmail.com*

Perspektiv turboventilyatorlu mühərriklərin (ədəbiyyatda adətən “Yüksək (2-dən çox) ikikonturluq dərəcəsinə malik ikikonturlu turboreaktiv mühərrik (TRM)” kimi istifadə edilir) yaradılması istiqamətində aparılan tədqiqatların nəticələrinin analizi göstərir ki, mühərriklərin etibarlılığına təsir edən alt sistemlərin, o cümlədən yağlama sistemlərinin riyazi modelləşdirilməsi, layihələndirilməsi, istehsalı, sınaqları və praktikada reallaşdırılması kifayət qədər mürəkkəb yaradıcılıq prosesidir. Bir çox hallarda yağlama sisteminin konstruktiv sxemi, onun element bazası yüksək etibarlılığı təmin etsə də istismar prosesini mürəkkəbləşdirir bilər.

Mühərrikin yağlama sisteminin iş prosesi sürtünən səthlərə davamlı olaraq yağın verilməsi və çıxarılması hesabına qarşılıqlı sürtünən hissələrin yağlanması, istiliyin və yeyilmə məhsullarının sürtünmə zonasından xaric edilməsindən ibarətdir. Yağlama sisteminin əsas hissələrinə yağ çəni, vurucu və sorucu yağ nasoslari, filtrlər, yağ buxarlarının və havanın separatorları, istilik mübadiləçilər, idaretmə klapanları, vericilər, əlaqələndirici borular və s. aiddir [1].

Belə müxtəlif təyinatlı aqreqlərdən ibarət olan yağlama sisteminin konstruktiv sxeminin qurulması, riyazi modelləşdirilməsi və layihələndirilməsi kifayət qədər mürəkkəb mühəndislik prosesi olaraq praktikada müxtəlif problemlər yaradır. Mexanika, hidravlika və istilikkeçirmə kimi elm sahələrini əhatə edən layihələndirmə məsələsi fənlərarası məsələ kimi qarşıya çıxır və xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Hal-hazırda belə sistemlərin yaradılması və avtomatlaşdırılması istiqamətində bir sıra elmi tədqiqat mərkəzləri tərəfindən araşdırmalar aparılır və proqram təminatları yaradılır. Belə avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin (ALS) yaradılmasında əsas məqsəd müxtəlif elm sahələri, fənlər üzrə bilikləri və nəzəri əsasları bir kompleksdə birləşdirərək müxtəlif təyinatlı maye və qaz sistemlərinin yaradılmasına və istehsalına qədər onların iş proseslərinin reallığa yaxınlaşdırılması, sınaq proseslərinin ixtisara salınması və ilkin mərhələdə etibarlılığın tam təmin olunmasından ibarətdir. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri yağlama

sistemlərinin layihələndirilməsi müxtəlif mexaniki, hidravlik və istilikkeçirmə parametrlərinin (fırlanma tezliyi, təzyiq, temperatur) vahid tənlilər sistemində qurulmasını və onların müxtəlif ədədi metodlarla həllini, o cümlədən analizlərin nəticələrinin tədqiqatçılar üçün əlverişli vizualizasiyasını özündə ehtiva edir.

Araşdırmalar göstərir ki, yağlanma sistemlərinin layihələndirilməsi üçün müxtəlif ALS-lər yaradılmışdır. Lakin belə sistemlərin etibarlı nəticələr verməsi kifayət qədər mübahisəlidir.

Bu məqsədlə təqdim olunan tədqiqat işində turboventilyatorlu mühərrikin yağlama sisteminin müxtəlif tətbiqi proqram paketlərində simulyasiya məsələlərinə baxılması və nəticələrin dürüstlüyünün yoxlanılması qarşıya məqsəd kimi çıxır. Göstərilən məqsədə çatmaq üçün SimulationX, Flowmaster V7, Flownex, Simcenter Amesim proqram paketlərində mühərrikin yağlama sisteminin layihələndirilmə xüsusiyyətlərinə baxılmışdır [2,3].

Göstərilən paketlərdə turboventilyatorlu mühərrikin yağlama sisteminə ekvivalent sistemlərinin sxemi qurulmuş və onun iş prosesi simulyasiya edilmişdir. Təqdim olunan tədqiqat işində nümunə kimi SimulationX proqram paketində yağlama sisteminin qurulması, simulyasiyası və analizi məsələlərinə baxılmışdır. Məsələlərin həlli aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

1. Mühərrikin yağlama sisteminin qurulması üçün paketin bazasından elementlərin seçilməsi (tiplərinə və xarakteristikalarına görə);
2. Mühərrikin yağlama sisteminin sxeminin qurulması (tiplərinə və xarakteristikalarına görə);
3. Mühərrikin yağlama sisteminin elementlərinin ilkin verilənlərinin təyin edilməsi;
4. Mühərrikin yağlama sisteminin simulyasiyası;
5. Mühərrikin yağlama sisteminin simulyasiyasının nəticələrinin analizi.

Göstərilən mərhələləri ardıcıl olaraq yerinə yetirək. Birinci mərhələdə mühərrikin yağlama sisteminin qurulması üçün paketin bazasından istifadə edilir. Nümunə kimi modeldə istifadə olunacaq zəruri element olan yağ çənini onun xarakteristikalarını nəzərə alaraq bazadan - hidravlika (hydraulics) bölməsindən müvafiq elementlər tapılır və seçilir.

Daha sonra sxemin qurulması üçün lazım olan zəruri elementlərin hər birini eyni qaydada tiplərinə və xarakteristikalarına görə seçirik.

İkinci mərhələdə seçilmiş elementlərin hər birini turboventilyatorlu mühərrikin yağlama sisteminə ekvivalent sistemin qurulması üçün istifadə edirik və sxemi qururuq.

Üçüncü mərhələdə SimulationX proqram paketində verilmiş sxemdəki elementlərin ilkin verilənlərini təyin edirik. Nümunə kimi göstərdiyimiz yağ çəninin həcmi  $V_{\text{yağ çəni}} = 19,6$  litr və çənin daxilindəki təzyiqi  $P_{\text{yağ çəni}} = 1,72$  bar qəbul edirik. Eyni qaydada bütün elementlərin ilkin verilənlərini daxil edirik.

Dördüncü mərhələdə qurulmuş sxemin simulyasiyası aparılır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, SimulationX proqram paketində simulyasiya müddətini artırmaq və ya azaltmaq mümkündür.

Beşinci mərhələdə simulyasiya uğurla tamamlandıqdan sonra alınan nəticələrə baxılır (Şəkil 1).

Aparılan tədqiqatların nəticələri göstərir ki, mühəndislik nöqtəyi-nəzərdən SimulationX proqram mühitində yağlama sisteminin sxeminin qurulması və simulyasiyası kifayət qədər dəqiq və aydın, simulyasiya nəticələrinin interpretasiyası daha asandır, yəni bu paketin praktikada istifadəsi daha məqsədəuyğundur.

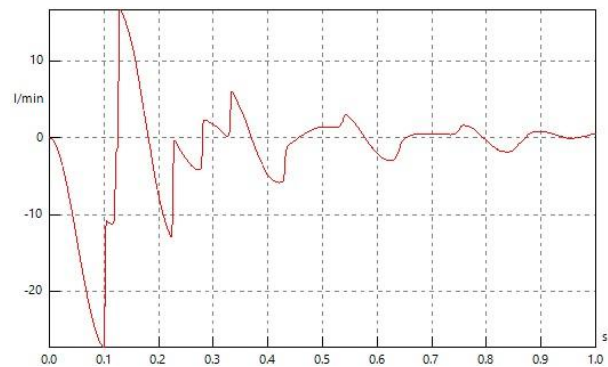
### Ədəbiyyat

1. Aviation Maintenance Technician Handbook-Powerplant, Vol.2, 2012
2. SimulationX 3.8.2, User Manual, <http://www.simulationx.com>
3. Flowmaster V7, User Training Manual, 2007, <https://www.mentor.com>

### Modelling of lubrication system of turbofan engine

Mirzayev T.I., Abdullayev P.Sh.

The main goal in the research project is modelling of lubrication system of turbofan engine. To achieve this goal we considered the design features of engine lubrication systems in SimulationX, Flowmaster V7, Simcenter Amesim software packages. The results of the research show that, the design and simulation of the lubrication system in the SimulationX software environment is sufficiently accurate and clear. Therefore, in the present work, a scheme of the system equivalent to the turbofan engine lubrication system has been designed in the SimulationX software.



Şəkil 2. Yağ çənində sərfin simulyasiyasının nəticəsi





## Virtual trenajorda tələbə-pilotun fəaliyyətini ekspres təhlil edən ekspert məsləhət sistemi

*Seyidov H.M., Həzərخانov Ə.T., Dadaşov F.H.*  
*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*  
*hikmatseyidov@gmail.com*

### Xülasə

Məqalə virtual aviatrenajorlarda tələbə-pilotların təlim prosesinin optimallaşdırılması istiqamətdə ekspert-məsləhət sisteminin istifadəsinə həsr edilmişdir. Təklif olunan ekspert-məsləhət sistemi təlimatçıya uçuşun fəaliyyətinin real zaman miqyasında obyektiv informasiya əsasında korreksiyaedici məsləhətlərin verilməsinə əsaslanmışdır. Bu sistem özünütəlim imkanına da malikdir. Ekspert sisteminin istifadəçi interfeysi fəaliyyət üçün zəruri olan informasiyanın daxil edilmə imkanına malikdir. Bura təyyarə seçimi, uçuş mərhələsi, normal və ekstremal şəraitin yaradılması kimi tapşırıqların verilməsi daxildir. Məsləhətlər isə fəaliyyət nəticəsinin göstəricisi olan “səhvlər xəritəsi” əsasında və sistemin qeyri-səlis biliklər əsasında formalaşan təkliflər formasında istifadəçiyə ötürülür.

### Giriş

Artıq 80 ilə yaxındır ki, pilotların hazırlığında aviatrenajorlardan geniş istifadə edilir. Lakin son illər ərzində virtual reallıqların formallaşdırılması istiqamətində aparılan işlər, virtual aviatrenajorlarda təlim prosesinin ergonomik, psixoloji xüsusiyyətlərinin araşdırılmasından alınan nəticələr virtual aviatrenajorların istifadəsinə aviasiya sahəsində aktual məsələ kimi gündəmə gətirmişdir [1]. Universal virtual trenajorlarda təlimin təkmilləşdirilməsi istiqamətində müxtəlif yanaşmalar mövcuddur.

Məqalədə tələbə-pilotun hazırlığında virtual aviatrenajorda təlim prosesini optimallaşdırmaq istiqamətində intellektual ekspert-məsləhət sisteminin istifadəsinin zəruriliyi öz əksini tapmışdır.

### Ekspert-məsləhət sistemi

Milli Aviasiya Akademiyasının Pilotların Hazırlığı Mərkəzində tərəfimizdən işlənib hazırlanmış sistem təlim prosesində istifadəçi tərəfindən uçuşun müxtəlif rejimlərində səhvlərin obyektiv qiymətləndirilməsi və bunun əsasında ekspres məsləhətlərin verilməsinə əsaslanmışdır (şəkil 1).

Şəkil 2-də virtual aviatrenajorda təlim prosesinin optimallaşdırılmasına yönəlməmiş ekspert-məsləhət sisteminin struktur sxemi təsvir edilmişdir. Göründüyü kimi istifadəçiyə görə olan obyekt, tələbə-pilot və trenajor cütüyündən ibarətdir. İstifadəçinin (təlimatçının) obyektlə ikitərəfli kommunikasiyası xüsusi interfeys vasitəsi ilə həyata keçirilir. Sistem real zaman miqyasında uçuş fəaliyyətini qiymətləndirən xüsusi kompüter proqramları vasitəsi ilə reallaşır.

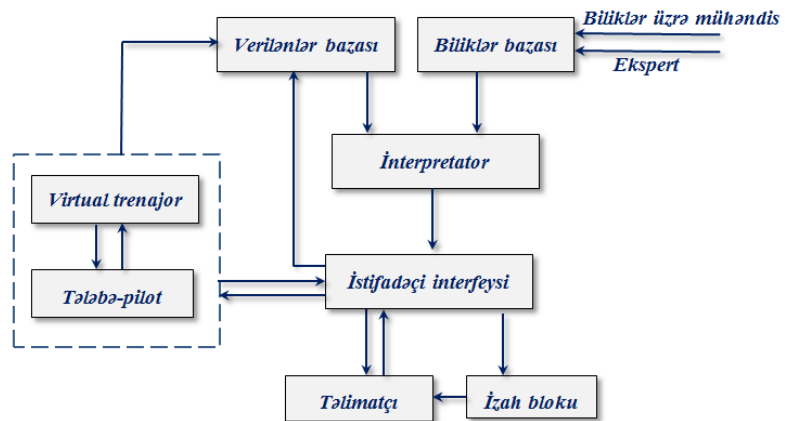
Poliparametrik texnologiyaya əsaslanmış sistem, vəziyyəti qiymətləndirərək istifadəçiyə ekspert məsləhətləri verməyə malikdir. Bu, ekspert biliyi əsasında biliklər üzrə mühəndisin biliklər bazasına yerləşdirilmiş olan qərarçıxarma alqoritmləri əsasında istifadəçiyə verilən qərarların izahını reallaşdıran xüsusi izah bloku daxil edilmişdir. Biliklər bazasında olan informasiya L.Zadənin qeyri-səlis qərarçıxarma alqoritmlərinə əsaslanır [2]. Ekspert məsləhət sistemi C++ proqramlaşdırma dilində reallaşdırılmışdır.

### İstifadəçi interfeysində uçuş fəaliyyətinin identifikasiyası.

İstifadəçi interfeysi təlimatçıya real zaman miqyasında tələbə-pilotun həm cari fəaliyyəti, fəaliyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsi, həm də zərurət olduqda konstruktiv məsləhət vermək imkanına malikdir.



Şəkil 1. İstifadəçinin universal aviatrenajorda təlimi



Şəkil 2. Virtual aviatrenajora qoşulmuş ekspert-məsləhət sisteminin struktur sxemi

Şəkil 3-də təsvir edilmiş interfeys-dən görüldüyü kimi bu istifadəçinin təlim prosesinin təşkili, onun aparılmasına cari təsir və fəaliyyətinin identifikasiya edilərək səmərəli idarə etmək imkanına malikdir. Bu zaman təlimatçı metagöstərici kimi təyyarə tipi, onun uçuş rejimi, bu rejimə uyğun tapşırıq növü və s. daxildir [3-6].

Normal və müxtəlif ekstremal şəraitə uyğun tapşırıqın nəticələrinin qiymətləndirilməsi üçün zəruri olan göstəricilərin əhəmiyyətli əmsallarını daxil etmək imkanına malikdir.

“Səhvlər xəritəsində” fəaliyyətin əksi.

“Səhvlər xəritəsi” vasitəsi ilə istifadəçi fəaliyyətin cari vəziyyəti barədə obyektiv informasiya almaq imkanına malikdir. Şəkil 4-də nümunə kimi uçuş fəaliyyətinin qiymətləndirilməsinə kömək edən “səhvlər xəritəsi” təsvir edilmişdir. Görüldüyü kimi burada uçuşu xarakterizə edən sürət, hündürlük, vurnuxma bucağı, kren, tanqag, mühərrikin dövrlər sayı, kurs və reaksiya müddəti kimi göstəricilərin ( $K_i$ ) normalaşdırılmış qiymətini əks etdirir.

İzlənilən hər bir parametrin müxtəlif intervalda dəyişməsi, uyğun xətti çevrilmələr vasitəsi ilə eyni bir [0,1] intervalında əks olunması, qeyri-səlis üsullardan səmərəli istifadə etməyə imkan verir. Görüldüyü kimi “səhvlər xəritəsi” qradual olaraq 0.2 uzunluqlu 5 intervala bölünmüşdür. Hər bir  $K_i$  göstəricisinin qiyməti qeyri-səlis “arzuolunan uçuş” vəziyyətinin mənsubiyyət funksiyası kimi götürülə bilər. Bu zaman baxılan göstəricinin ( $1-K_i$ ) qiyməti səhvlərlə şərtlənmiş lokal səhvlər kimi baxıla bilər. Uçuş fəaliyyətinin qlobal qiymətləndirilməsi  $K = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot K_i / \sum_{i=1}^n \alpha_i$  düsturu ilə hesablanır. Buradakı çəki əmsalları olan  $\alpha_i$  əmsalları  $K_i$  göstəricisinin vaciblik dərəcəsi olub, istifadəçi tərəfindən, ya da əvvəlcədən sistemə daxil edilmiş qiymətlər əsasında təyin olunur.

Coxfunksiyalı olan bu sistemin təhlilinin nəticələrinin müxtəlif inikas formalı, o cümlədən dinamikasının qrafiklər kimi təsvirinin verilməsi mümkündür. İstifadəçiyə verilən təlim məsləhətləri baxılan göstəricilərin pilotların peşə vacib göstəricilər arasındakı həm korrelyativ, həm də funksional əlaqələrin biliklər bazasında yerləşdirilən informasiya əsasında formalaşdırılır.

Beləliklə, ekspert-məsləhət sistemə tələbə-pilotun psixofizioloji göstəricilərinin ekspress qiymətləndirən xüsusi funksional blokun əlavə edilməsi pilot səhvlərinin mahiyyətini araşdıraraq verilən məsləhətlərin faydalılığını artırmaqla təlim-məşq prosesinin optimallaşdırılmasında fərdi xüsusiyyətlərin nəzərə alınmasına kömək edir.

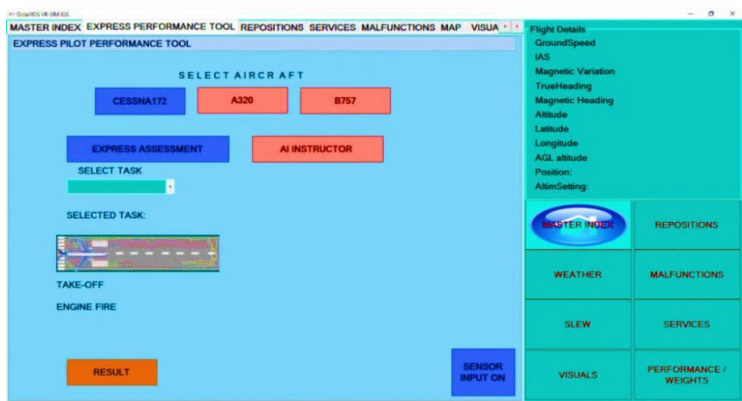
### Ədəbiyyat

1. Стрелков Ю.К. Практикум по инженерной психологии и эргономике. - М.: Изд. центр «Академия», 2003.
2. Л. Заде. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.
3. [https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068163081/publication/WO2019195898A1?q=AZ2018000011&called\\_by=epo.org](https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068163081/publication/WO2019195898A1?q=AZ2018000011&called_by=epo.org)
4. Skyhawk C178 Pilots Operation Handbook
5. Flight Simulation: Virtual Environments in Aviation Alfred T. Lee
6. Aviation Instructor's Handbook 2008 U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration Flight Standards Service.

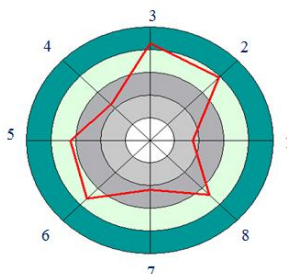
### Expert advisory system for realtime analysis of trainees' activity in virtual flight simulator

Seyidov H.M., Hazarkhanov A.T., Dadashov F.H.

The article is dedicated to the use of expert advisory systems to optimize the training process of pilot students in virtual flight simulator. The proposed expert advisory system is based on providing instructors with corrective advice based on objective information during the real-time flight. This system also has the potential for self-training capabilities.

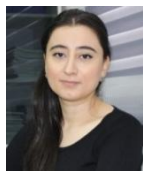


Şəkil 3. Ekspert- məsləhət sisteminin istifadəçi interfeysi



Nº	Parameter	Value
1	Airspeed	0.38
2	Altitude	0.79
3	Bank angle	0.82
4	Pitch	0.43
5	Yaw	0.62
6	Engine RPM	0.66
7	Response time	0.42
8	Heading	0.63

Şəkil 4. Uçuşun qiymətləndirilməsində “səhvlər xəritəsi”



## Оптимальное расположение глассадного радиомаяка как способ увеличения пропускной способности ВПП-17 Международного Аэропорта Гейдар Алиев

*Яриева М.И., Абдуллаев Х.И.*

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
yariyevamenzer@gmail.com*

### Аннотация

Определены факторы, влияющие на пропускную способность ВПП-17 Международного Аэропорта Гейдар Алиев. Установлено, что смещение антенной системы ГРМ-17 на 180° на противоположную сторону ВПП приведет к уменьшению воздействия чувствительной зоны ГРМ и соответственно, к увеличению пропускной способности ВПП.

### Актуальность и постановка задачи

Одна из главных задач единой системы организации воздушного движения (ЕС ОВД) является обеспечение безопасности, регулярности и экономичности полетов. Согласно отчету Евроконтроля [1], в европейском воздушном пространстве ожидается значительное увеличение воздушного движения и к 2040 году он будет достигать 16,2 миллиона ежегодных рейсов по сравнению с 11 миллионами в 2018 году. Благодаря стратегическому расположению и современному уровню аэронавигационного оснащения страны, воздушное пространство Азербайджана становится все более важным для Европы. Увеличение воздушного потока через Азербайджан в 2018 году составил 9%, в то время как ежегодный прирост в Европе в среднем составляет 4 %.

В связи с постоянным ростом интенсивности воздушного потока актуальным становится вопрос решения проблем, связанных с увеличением пропускной способности взлетно-посадочной полосы (ВПП) в Международном Аэропорту Гейдар Алиев.

### Решение проблемы

Под пропускной способностью ВПП понимается способность обеспечить выполнение безопасного количества взлетно-посадочных операций самолетов в единицу времени и зависит от таких факторов как, схема планировки летных полос, количество и размещение соединительных рулежных дорожек (РД), типы эксплуатируемых воздушных судов (ВС) и режимы их полетов, оснащение аэродромов средствами посадки, организация движения ВС на аэродроме, расчетные (местные) условия аэродрома [2].

Создание математической модели даёт возможность оценивать и анализировать пропускную способность ВПП-17, в целях решения проблемы.

По статистическим данным [3] в апреле 2019 г. по зоне TWR Баку зарегистрировано 4093 ВС (рис. 1). Это и есть фактическая пропускная способность зоны TWR Баку на определенный промежуток времени.

В следующем этапе статистического анализа (Рис. 2) [3] было определено, что только за 30 апреля 2019 г., в период проведения Финала Лиги Европы УЕФА 2019 в Баку, в зоне ответственности диспетчера TWR зарегистрировалось 165 воздушных судов.

Зная, количество ВС ( $\mu$ ), фактически обслуживаемых в зоне УВД за единицу времени [4-6] (за 1 час), мы сможем определить фактическую пропускную способность зоны TWR Баку при одном канале обслуживания:

$$\mu = \frac{N_0}{t_0} = \frac{13}{1} = 13 \quad (1)$$

где:  $N_0$  – количество ВС, фактически обслуживаемых в зоне УВД за время  $t_0$ ;  $t_0$  – отрезок времени, за которой определяется  $\mu$  (обычно берется 1 час).

Из рис. 2 рассчитываем средний показатель за сутки (в течение 24 часа):

$$N_{\text{ВС ср.}} = 165/24 = 6,875 \approx 7 \quad (2)$$

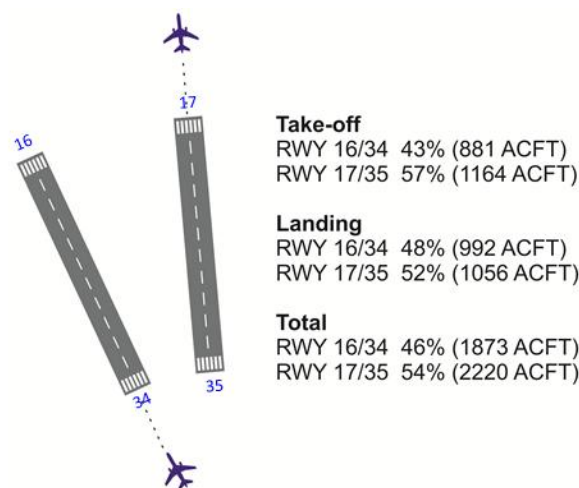


Рис. 1. Статистические показатели зоны TWR Баку за апрель месяц 2019г [3]

Расчеты показали, что в зоне ответственности диспетчера TWR зарегистрировалось в среднем 7 ВС. При этом мин. 1, макс. 13 ВС. Пиковые часы следующие:

- 1) 03:00 – 04:00 (UTC) – 13 ВС
- 2) 04:00 – 05:00 (UTC) – 11 ВС
- 3) 11:00 – 13:00 (UTC) – 12 ВС
- 4) 13:00 – 14:00 (UTC) – 11 ВС
- 5) 14:00 – 15:00 (UTC) – 13 ВС
- 6) 22:00 – 23:00 (UTC) – 10 ВС

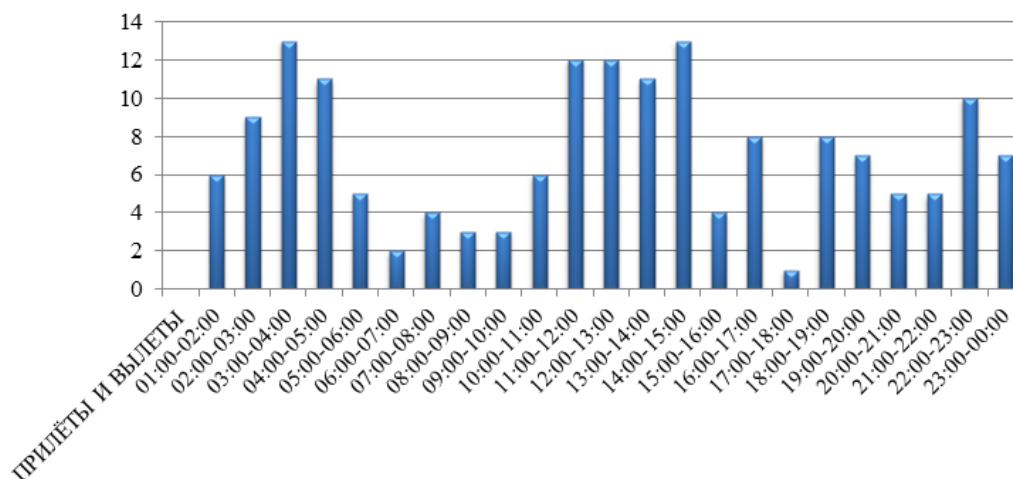


Рис.2. Статистическая информация прилетов и вылетов за 30 апреля 2019г (за 24 часа)

Известно, что в условиях повышенной интенсивности полетов работа существующих процедур усложняется. Анализы показывают, что в последние годы интенсивность имеет нарастающие показатели [3] и поэтому в будущем, вероятно, это увеличится вдвое. При этом этот показатель будет негативно действовать на расчетную пропускную способность ВПП.

Вышеприведенные отчеты указывают на то, что пропускная способность ВПП на аэродроме может уменьшаться по мере увеличения интенсивности. Анализы по ВПП показывают, что на пропускную способность влияют следующие факторы:

- 1) Критическая зона глиссадного радиомаяка (ГРМ-17).
- 2) Отсутствие скоростных рулежных дорожек (РД).

Из вышеперечисленных факторов решение первого фактора – критической зоны ГРМ-17, является более актуальным. Согласно [7] нами были проанализированы нарушения критической зоны ГРМ-17, как указано в таблице 1, и было выявлено негативное влияние стопбара (критическая зона радиомаячной системы), установленной на РД-А, на наземную интенсивность ВС.

Таблица 1.

Статистическая информация для ILS ВПП 17 в Баку

08.01.2018 UTC	AZG-633, Boeing-744 Вылет	АНУ-885, Airbus A-320 Прилёт
23:22:18	Выезд на РД А	-
23:26:50	Проезд STOP BAR на РД А перед ГРМ	На линии курса 10 NM
23:27:24	Поворот с РД А на ВПП-17 (в критической зоне ILS)	На линии курса 8 NM
23:27:45	На пороге ВПП-17 (в критической зоне ILS)	На линии курса 7 NM
23:28:10	Разбег, проезд ГРМ (в критической зоне ILS)	На линии курса 5,9 NM
23:28:54	Взлет, пролет над КРМ (вне критической зоны ILS)	На линии курса 4 NM
08.01.2018 UTC	QTR-248, Airbus A-320 Вылет	АНУ-9120, Airbus A-320 Прилёт
23:29:16	Выезд на РД А	-
23:32:33	Проезд STOP BAR на РД А перед ГРМ	На линии курса 10 NM
23:32:58	Поворот с РД А на ВПП-17 (в критической зоне ILS)	На линии курса 8,8 NM
23:33:18	На пороге ВПП-17 (в критической зоне ILS)	На линии курса 7,6 NM
23:33:34	Разбег, проезд ГРМ (в критической зоне ILS)	На линии курса 6,8 NM
23:34:05	Взлет (в зоне действия КРМ)	На линии курса 5,5 NM
23:34:18	Пролет КРМ (вне критической зоны ILS)	На линии курса 5 NM

### Результаты

На основе статического анализа, фактических и прогнозируемых данных нами были определены факторы, влияющие на пропускную способность ВПП-17 в Международном Аэропорту Гейдар Алиев. Выявлено, что критическое размещение антенной системы ГРМ-17 и критическая зона радиомаячной системы, установленной на РД-А негативно влияют на наземную интенсивность ВС. Считаем, что оптимальное расположение антенной системы ГРМ-17, т.е. смещение ее на противоположную сторону ВПП приведет к уменьшению воздействия чувствительной зоны ГРМ и соответственно, увеличению пропускной способности ВПП.

### Литература

1. <https://news.day.az/economy/1056671.html>
2. <https://poznayka.org/s26443t1.html>
3. Статистический отчет по TWR Баку УВД «Азераэронавигации» за апрель месяц 2019г.
4. Подольских В.В., Сосновский М.Ю. Организация воздушного движения. – М.: МГТУ ГА, 2007. – 37с.
5. В.Б.Мальгин, Тин Пхон Чжо, А.Н.Турков. Методика определения технологических возможностей диспетчера по управлению группой воздушных судов // Научный Вестник МГТУ ГА, 2013. - № 198, с. 41-44.
6. В.З.Султанов, Г.И.Кулиев, П.Ш.Мухтаров. Организация УВД. Баку, 2005, - 272 с.
7. Акт о нарушении критической зоны ILS ВПП-17 Баку «Азераэронавигации» за январь месяц 2018 г.

### *Optimal location of the glide path beacon as a way to increase the capacity of RW-17*

#### *Heydar Aliyev International Airport*

*Yaryeva M.I., Abdullaev Kh.I.*

*The article considers the influence of increasing airflow intensity on the capacity of runway-17 at Heydar Aliyev International Airport. Monthly and daily statistics are analyzed. A change in the location of the GP-17 to increase the runway throughput is proposed.*



### **Особенности применения системы связи "диспетчер-пилот" по линии передачи данных**

***Яриев А.И., Бабаев Г.Б.***

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
yariyev\_alik@mail.ru*

### Аннотация

Рассмотрен вопрос повышения эффективности работы диспетчера УВД (Управление Воздушным Движением) при использовании связи “диспетчер-пилот” по линии передачи данных CPDLC (Controller Pilot Data Link Communications). Отмечено что, применение CPDLC позволит уменьшить (или устранить) случаи недопонимания между пилотами и диспетчерами, перегрузок по частоте, загруженность диспетчера, а также устранить критические неудачи и повысить эффективность управления.

### Актуальность

Использование связи “диспетчер-пилот” по линии передачи данных CPDLC дает ряд преимуществ, наиболее заметными из которых являются:

- CPDLC предлагает альтернативный независимый канал связи в дополнение к радиосвязи в ОВЧ-диапазоне (ОВЧ – очень высокие частоты). Обмен текстовыми сообщениями между диспетчером УВД и экипажем воздушного судна (ВС) сводит к минимуму вероятность неверной интерпретации передаваемой информации. Данный вид связи необходим в случаях, когда канал ОВЧ связи занят либо вышел из строя. Очевидно, что при этом риск возникновения инцидентов, связанных с потерей радиосвязи, существенно снижается;

- увеличение пропускной способности органа ОВД за счет снижения объема радиообмена. Согласно оценкам [6], оснащение 75% воздушных судов оборудованием CPDLC обеспечит повышение пропускной способности органа ОВД на 11%;

- рутинные задачи выполняются машинами, что снижает нагрузку на диспетчера и увеличивает производительность;
- повышенная ситуационная осведомленность. Основная информация интегрируется и представляется удобным способом после получения из разных источников. Важные данные могут передаваться между диспетчером и пилотом в режиме реального времени;
- уменьшенные или устраненные человеческие ошибки. Связь “диспетчер-пилот” (CPDLC) работает намного быстрее и точнее по сравнению с тем, когда используется средства телефонной связи. Кроме того, система может предотвращать или предоставлять предупреждения в случае определенных неправильных входных данных;
- эффективность. CPDLC предлагает оптимальные отраслевые конфигурации, которые помогают добиться эффективного использования персонала при сохранении требуемого уровня безопасности.

#### Постановка задачи и решение

Связь по каналу передачи данных “диспетчер-пилот” дополняет жизненно важный мост связи между диспетчерами и пилотами. Это помогает разгрузить рутинные, не критичные ко времени обмена из речевого канала в канал данных, освобождая речевой канал для связи, критичной ко времени, такой как векторы вокруг погоды или трафика. В высокоточных симуляциях «человек в контуре», проведенных в техническом центре Уильяма Дж. Хьюза Федерального авиационного управления (FAA – Federal Aviation Administration), занятость речевого канала была снижена на 75 процентов во время реалистичных операций в занятом воздушном пространстве по маршруту (Рис. 1). Конечным результатом этого снижения занятости голосового канала является повышение безопасности и эффективности полета за счет более эффективной связи между диспетчерами и пилотами с меньшим количеством пропущенных, повторных и неправильно понятых сообщений [1-5].

На графике можно увидеть временное отношение использования голосового радиообщения и связи по линии передачи данных “диспетчер-пилот” (сектора 32 и 09 относятся к центру УВД в Атланте).

Чтобы проложить путь к более управляемому данным в будущем, DFS (Deutsche Flugsicherung GmbH Academy) предложила начать использование связи “диспетчер-пилот” по линии передачи данных (CPDLC) как можно раньше. UAC (Upper Area Control) Karlsruhe (Германия) предоставляет CPDLC в тесном сотрудничестве с Маастрихтом (Нидерланды) с начала 2012 года, и верхнее воздушное пространство Германии стало первым в Европе, где пилоты могли использовать CPDLC из более чем одного Районного Центра (РЦ) в повседневной эксплуатации [4].

Связь CPDLC была новой для диспетчеров, и для большинство пилотов в то время ожидания были высокими. Однако наземная инфраструктура и авионика не могли справиться с ожиданиями, так как ранние пользователи испытывали частую потерю связи. Информация и слухи по этим вопросам быстро распространились в авиационном сообществе, и вскоре многие пилоты и диспетчеры перестали поддерживать новую технологию, что еще больше усложнило анализ и устранение проблем.

Благодаря таким операторам, как “SAS” и “EasyJet”, которые постоянно поощряли свои экипажи использовать CPDLC на своих рейсах через воздушное пространство Германии, появилась возможность поддержать исследования и действия, которые в конечном итоге привели к плану восстановления DLS (Data Link Services), который SDM (SESAR Deployment Manager) начал в 2016 году [4].

Один из основных выявленных недостатков заключался в том, что пропускная способность установленной наземной инфраструктуры связи VDL (VHF Data Link) в режиме-2 не справлялась с потребностями, создаваемыми службами АОС (Air operator's certificate) и УВД, в частности, в загруженных аэропортах.

Следуя указаниям плана восстановления, DFS вместе с поставщиками услуг связи SITA (Société Internationale de Télécommunication Aéronautique) и ARINC (Aeronautical Radio, Incorporated) инвестировали значительные средства в улучшение пропускной способности наземной инфраструктуры связи с начала 2017 года, добавив больше частот для максимально возможного перемещения

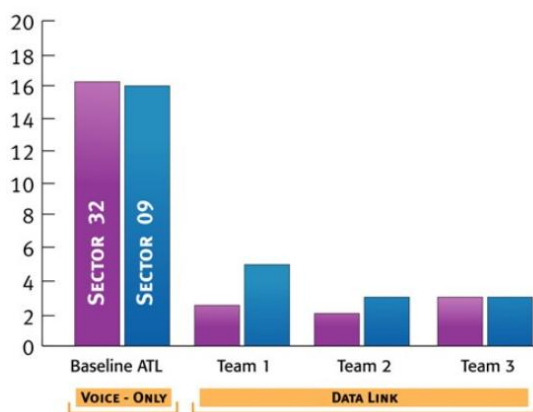


Рис. 1. Протокол занятия радиосвязью [2,3]

трафика АОС на выделенные частоты аэропорта, т.е. оставляя больше запаса для УВД на частотах, выделенных для передачи данных по маршруту. В результате емкость канала данных теперь увеличивается в 3-5 раз по сравнению с емкостью, доступной в начале в загруженных аэропортах.

По сравнению с началом 2017 года, где 5% рейсов, пересекающих воздушное пространство Карлсруэ, использовали CPDLC, сейчас коэффициент использования стабильно составляет 13% (рис.2).

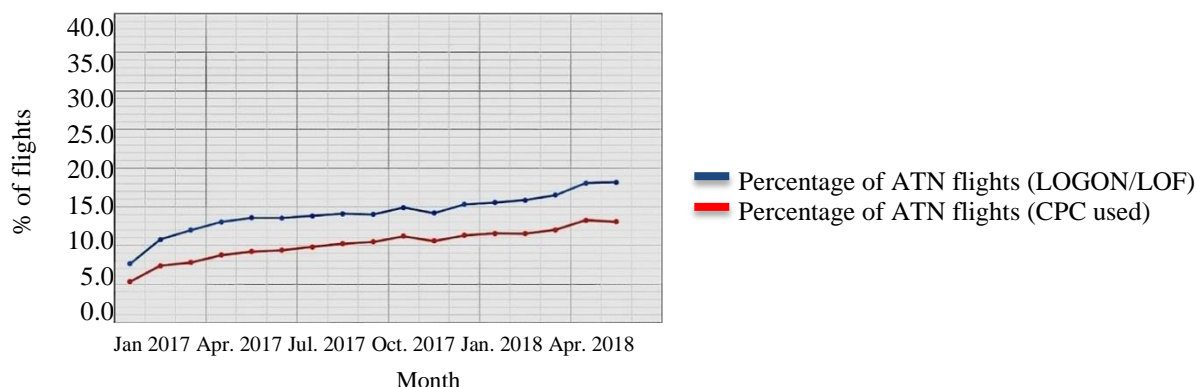


Рис. 2. Процент полетов ATN в рамках EDUU 2017-2018 [2,3]

Потеря связи снизилась в среднем с 4,5% в середине 2017 года, в среднем до 2% в первой половине 2018 года.

### Результат

На основе вышеуказанных статистических данных, можно сделать вывод о том, что использование системы CPDLC привело к уменьшению занятости речевого канала минимум на 75 процентов, уменьшению потери связи и недопонимания между диспетчером и пилотом, увеличению емкости канала (на 3-5%), увеличению пропускной способности и в конечном итоге к повышению безопасности полетов.

### Литература

1. EUROCONTROL. Controller-pilot datalink communications at our Maastricht UAC. Providing a secure communications channel since 2003. [https://www.eurocontrol.int/search?keywords=controller%20pilot%20data%20link%20communications&sort\\_by=search\\_api\\_relevance](https://www.eurocontrol.int/search?keywords=controller%20pilot%20data%20link%20communications&sort_by=search_api_relevance)
2. Data link Network Operational Status Report. [https://ext.eurocontrol.int/WikiLink/images/0/03/2018-05\\_DL\\_Status\\_May\\_2018.pdf](https://ext.eurocontrol.int/WikiLink/images/0/03/2018-05_DL_Status_May_2018.pdf)
3. Eurocontrol. Current Implementation Status. [https://ext.eurocontrol.int/WikiLink/index.php/Current\\_Implementation\\_Status#FANS\\_Accommodation](https://ext.eurocontrol.int/WikiLink/index.php/Current_Implementation_Status#FANS_Accommodation)
4. SESAR Deployment Manager. <https://www.sesardeploymentmanager.eu/emails/dls-newsletter-august-2018/>
5. Doc.9859 Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) [http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9859\\_cons\\_ru.pdf](http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9859_cons_ru.pdf)
6. CPDLC - навстречу новым возможностям. <https://www.aviaport.ru/digest/2019/05/23/589135.html>

### *Features of application the CPDLC communication system*

*Yariyev A.I., Babayev H.B.*

*The issue of improving the efficiency of the air traffic controller related to the use of the "controller-pilot" communication via the CPDLC data link was considered. It was revealed that reducing or eliminating misunderstandings between pilots and controllers using CPDLC by reducing frequency overload, potentially reduces flight delays, eliminates critical failures, reduces the workload of the air traffic controller and improves control efficiency.*



## Implementation of generalized tensor model for numerical investigation of combustion thermogasdynamics considering recombination and disassociation reactions

*Abdulla N.P.*<sup>1</sup>, *Sereda V.A.*<sup>1</sup>, *Abdullayev P.S.*<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>National Aerospace University, Kharkiv, Ukraine  
<sup>2</sup>National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan

*Combustion thermogasdynamics has always been one of the most sophisticated computational stages in liquid rocket engine design. A considerable amount of different methodologies used to conduct the thermogasdynamic analysis of the combustion process and obtain the resultant parameters in liquid rocket engines is known, currently, in rocket and space sciences. However, the development of a generalized mathematical model that would have a capability of being applied for any unique combustion case by, hence, yielding legitimate results and, nevertheless, be efficient in any application still remains to be an issue. The following paper considers the development of a generalized tensor model the application of which for any desired propellant configuration yields unique results. In addition to the general model review, the paper, also, considers the application of the mentioned model at significant nozzle sections including the combustion chamber, nozzle throat and nozzle exit. Despite the fact, that the behavior of the combustion products at the nozzle throat is analyzed, generally, using the mass flow rate approach, the current paper, also, considers an approach based on the specific area in order to compute the resultant parameters at the nozzle throat. The uniqueness of this approach is based on the fact, that the outcoming results appear to be more accurate than the ones obtained using conventional approaches. The paper accurately summarizes the application of the generalized tensor model based on an example problem which involves the combustion of liquid methane with liquid oxygen.*

**Introduction.** The thermogasdynamic analysis (TGDA) of the combustion process is a topic of major interest in liquid rocket engine design [1-7, 9-14]. An immense amount of different methodologies and thermodynamic approaches used to conduct the analysis of the combustion process in liquid rocket engines has been developed until now. However, an accurate study of these methodologies reveal the fact that the mathematical models developed only function for a certain propellant configuration. Therefore, a generalized model which would be unique in a sense that it would be capable of being applied for any case by, hence, yielding legitimate results is still absent. The analysis and study of already existing approaches in TGDA of the combustion process for different propellant configurations, including the method suggested by V.E.Alemasov, A.F.Dregalin and A.P.Tishin in 1980 [1] that involved an unstable combustion model and the one suggested by S.I.Batishev, A.A.Gurtovoi, Y.V.Demianenko and A.M.Sushkov in 2015 [10] involving a linearization principle applied to bring the entire system of equations into a matrix equation, allows to develop a generalized mathematical model in order to conduct TGDA of the combustion process for any propellant configuration. The reason for such a generalized model to be universal is that the model can be applied for any combustion problem and propellant configuration without adapting the system for the certain case. Such a generalized model can be developed by considering all the possible significant recombination and disassociation reactions occurring in the engine channel, writing a general tensor expression defining the equations, that are based on the chemical equilibrium principle, developing a general tensor notation for the mass conservation based equations for the major chemical elements involved in the analysis and taking Dalton's law into consideration. Furthermore, another advantage of such a generalized model is that in case of absence of a certain chemical element, the model modifies itself and adapts to the given propellant configuration by leaving only those elements, which are involved in the analysis, included. Furthermore, in order to demonstrate the application of the generalized tensor model (GTM) developed in the current research article, as an example case the combustion of liquid methane with liquid oxygen is analyzed. However, TGDA of the combustion process should not be accounted as completed unless GTM is stable at all the significant nozzle sections. The nozzle throat appears to be the most problematic section among the rest. The major issue is to determine the total pressure at the nozzle throat. Though, an accurate study of already existing literature regarding the mentioned question yields, that the total pressure at the nozzle exit appears to be the one, at which the results specific area is minimum [10]. However, in order to determine the specific area variation along the engine, GTM is applied at different total pressure values that are obtained by developing a linear distribution of it starting from the combustion chamber pressure until the nozzle exit pressure, which appears to be equal to the ambient pressure since the expansion is assumed to be ideal. This approach has been implemented in the current article in order to determine the pressure at the nozzle throat. However, since all the algebraic expressions for determination of such parameters as the mixture enthalpy and entropy, universal gas constant, average molecular weight, etc. are available in the sources presented in the bibliography, the current paper involves only the description of GTM. Research Objective For the current research work only the chemical elements consisting of carbon <sup>6</sup>C, hydrogen <sup>1</sup>H, oxygen <sup>8</sup>O and nitrogen <sup>7</sup>N are considered. As mentioned previously, there are several methodologies that have been developed so far in order to solve for the various propellant configurations such as the combustion of liquid hydrogen H<sub>2</sub> with liquid oxygen O<sub>2</sub>, liquid methane CH<sub>4</sub> with liquid oxygen O<sub>2</sub>, hydrazine N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> with liquid HNO<sub>3</sub>, etc. The main purpose in the current research work is to develop GTM, that would be stable not only for these certain cases, but for all the cases in which the fuel and oxidizer components might be consisting of not only one, or two individual compounds, but would be stable for the cases in



which even more number of different compounds are involved in the separate propellant components. Moreover, the development of a common algorithm for determination of the total pressure at the nozzle throat, which again depends on the formulation of a stable GTM, is, also, a question of major importance in the current article. Research Limitations TGDA of the combustion process is a combination of two scientific disciplines that are thermodynamics and gas dynamics. The thermodynamic branch of TGDA requires the implementation of the chemical information as well. The most significant chemical data required for TGDA is the values of the chemical equilibrium constants at different temperatures. Due to the absence of the required laboratories and substances, only four chemical elements and the chemical equilibrium constants varying in the interval of 800–4000 K could have been taken into consideration. However, with the available information about the chemical equilibrium constants and accurate properties of other chemical elements as well, GTM developed in the current research work could be extended up to any desired number of chemical elements by, hence, extending the scope of application. Generalized Tensor Model Method Elementary Composition of Propellant Introduce the tensor  $\mathbf{E}_i$  consisting of several chemical elements that are included in TGDA of the combustion process. For example, in case, if TGDA involves the existence of four chemical elements such as carbon  ${}^6\text{C}$ , hydrogen  ${}^1\text{H}$ , oxygen  ${}^8\text{O}$  and nitrogen  ${}^7\text{N}$ , then  $1 \leq i \leq 4$  and the tensor  $\mathbf{E}_i$  represents the chemical elements respectively. Besides, introduce the tensor  ${}^{(k)}\mathbf{U}_j$  that represents any chemical compound in general, where  $1 \leq k \leq 2$  indicating the fuel and oxidizer components, respectively. For example,  ${}^{(2)}\mathbf{U}_3$  represents the number of atoms of  $\mathbf{E}_3$  in the oxidizer component. Allowing the number of compounds involved in the fuel and oxidizer mixtures to be  $v_k$ , the fuel and oxidizer mixtures can be written as,

$${}^{(k)}\mathbf{A}_{ij} = [{}^{(k)}\mathbf{U}_1 \quad {}^{(k)}\mathbf{U}_2 \quad \dots \quad {}^{(k)}\mathbf{U}_{v_k}] \quad (1)$$

Let the tensor  ${}^{(k)}\mathbf{G}_j$  represent the mass fractions and tensor  ${}^{(k)}\mathbf{M}_j$  represent the molecular weights of the compounds involved in component  $k$ . Then, the elementary composition of any compound can be written as,

$${}^{(k)}\mathbf{\Pi}_i = {}^{(k)}\phi_1 {}^{(k)}\phi_2 \quad (2)$$

where

$${}^{(k)}\phi_1 = \left[ \sum_{j=1}^{v_k} {}^{(k)}\mathbf{G}_j [{}^{(k)}\mathbf{M}_j]^{-1} \right]^{-1} \quad (3)$$

and

$${}^{(k)}\phi_2 = \sum_{j=1}^{v_k} {}^{(k)}\mathbf{G}_j {}^{(k)}\mathbf{A}_{ij} [{}^{(k)}\mathbf{M}_j]^{-1} \quad (4)$$

where,  $1 \leq k \leq 2$ ,  $1 \leq i \leq N$ ,  $1 \leq j \leq v_k$ ,  $i, j, k \in \mathbb{Z}$  and  $N$  corresponds to the number of chemical elements involved in TGDA. Thereafter taking into account the oxidizer excess coefficient  $\alpha$  and molar stoichiometry ratio  $\lambda_0$ , the elementary composition of the propellant can be written as,

$$\mathbf{\Gamma}_i = {}^{(k=1)}\mathbf{\Pi}_i + \alpha \lambda_0 {}^{(k=2)}\mathbf{\Pi}_i \quad (5)$$

where

$$\lambda_0 = \sum_{i=1}^N {}^{(k=1)}\mathbf{\Pi}_i \mathbf{V}_i \left[ \sum_{i=1}^N {}^{(k=2)}\mathbf{\Pi}_i \mathbf{V}_i \right]^{-1} \quad (6)$$

The tensor  $\mathbf{V}_i$  holds the valencies of elements included in  $\mathbf{E}_i$ , respectively. Based on Eq. 6 the mass stoichiometric ratio can be computed as,

$$\kappa_0 = \lambda_0 {}^{(k=2)}\phi_1 [{}^{(k=1)}\phi_1]^{-1} \quad (7)$$

The mass stoichiometric ratio of the propellant components is eventually used to determine the propellant enthalpy.

**Chemical Equilibrium.** It is obvious that the combustion products will consist of the elements presented by  $\mathbf{E}_i$ . Moreover, the recombination and disassociation reactions can be written for these products. Let the tensor  $\mathbf{R}_z$  store all the reactions occurring during the combustion process, where  $1 \leq z \leq N_r$  and  $N_r$  corresponds to the number of chemical reactions presented in the system. Thereafter, the chemical equilibrium constant based equations representing the recombination and disassociation reactions can be in a general fashion as,

$${}^{(z)}\mathbf{K}_{\mathbf{R}_z} = \prod_{i=1}^{(z)v_p} ({}^{(z)}P_i)^{C_i} \left[ \prod_{j=1}^{(z)v_r} ({}^{(z)}P_j)^{C_j} \right]^{-1} \quad (8)$$

where,  $v_p$  – number of reaction products,  $v_r$  – number of reactants,  $P_i$  and  $P_j$  – partial pressures of the reaction compounds with the corresponding coefficient  $C_i$  and  $C_j$ ,  $1 \leq i \leq v_p$ ,  $1 \leq j \leq v_r$ ,  $1 \leq z \leq N_r$  and  $i, j, z \in \mathbb{Z}$ . Moreover, it is known that the chemical equilibrium constant of any chemical reaction is a function of temperature,

$${}^{(z)}\mathbf{K}_{\mathbf{R}_z} \propto T^{-1} \quad (9)$$

The first seven equations which GTM is based on can be constructed by applying Eq. 8 for all the reactions appearing to be in the combustion model, respectively.

**Material Balance.** The mass conservation based equations, on the other hand, can be developed taking into account the number of atoms of the elements involved in TGDA in the elementary composition of propellant, number of propellant

moles required for the equilibrium phase of combustion to be achieved, partial pressures of the combustion products involving the specified element and number of this element in these products. In a general fashion the mass conservation based equations for initially selected  $N$  number of elements can be written as,

$${}^{(k)}\psi \Gamma_i = \sum_{j=1}^{\nu} {}^{(k)}N_j {}^{(k)}P_j \quad (10)$$

where,  $\psi$  – number of propellant moles required for the equilibrium phase,  $P_j$  – partial pressures of the combustion products involving the element  $\Gamma_i$ ,  $N_j$  – number of atoms of  $\Gamma_i$  in the product the partial pressure of which is given by  $P_j$ ,  $\nu$  – number of the combustion products involving the element  $\Gamma_i$ ,  $1 \leq k \leq N_{Ei}$ ,  $1 \leq j \leq \nu$ ,  $i = k, i, j, k \in Z$  and  $N_{Ei}$  corresponds to the number of individual chemical elements involved in TGDA.

**Dalton's Law.** Introducing the tensor  $\mathbf{P}_i$  consisting of the partial pressures of the combustion products the number of which can be presented as  $N_p$ , Dalton's law can be written as,

$$\sum_{i=1}^{N_p} \mathbf{P}_i = P \quad (11)$$

state that the total pressure of a gas mixture is equal to the sum of the partial pressures of the gas compounds that build up the mixture and where  $P$  – local sectional total pressure. Dalton's law is the last concept that is applied in the system of non-linear algebraic equations.

**System of Equations.** At this stage of TGDA, Eq.'s 8, 10 and 11 can be gathered together to form a system of non-linear algebraic equations  ${}^{(0)}\mathbf{D}_i$  which can be eventually solved by applying appropriate numerical methods. Let Eq.'s 8, 10 and 11 be indicated as  $\mathbf{D}_1$ ,  $\mathbf{D}_2$  and  $\mathbf{D}_3$ , respectively. Taking the logarithm of these equations yields,

$${}^{(1)}\mathbf{D}_i = \ln \begin{bmatrix} \mathbf{D}_1 \\ \mathbf{D}_2 \\ \mathbf{D}_3 \end{bmatrix} = 0 \quad (12)$$

Eq. 12 represents the matrix equation which can be solved through the methods such as Gauss-Jordan method, Gauss-Seidel method, etc., yielding the corresponding values for the partial pressures of the combustion products and number of propellant moles [8,10]. Note, the unknowns are the logarithmic changes of the parameters that are being solved for, such as,

$$\mathbf{X}_i = \Delta \ln \begin{bmatrix} \mathbf{P}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{P}_{N_p} \\ \psi \end{bmatrix} \quad (13)$$

This concludes the brief description of GTM. It can be applied to yield the partial pressures of the combustion products and number of propellant moles for any type of propellant configuration. Thereafter, based on the partial pressure and number of moles, the rest of thermogasdynamics parameters including the enthalpy and entropy of the mixture, molar fractions, universal gas constant, average molecular weight of the mixture, combustion temperature, density of the mixture, characteristic speed, specific area, local Mach number, etc. can be determined using straightforward algebraic equations retrieved from thermodynamic and gas dynamics.

**Representative Implementation.** Consider an example combustion problem, in which as the fuel and oxidizer components liquid methane  $\text{CH}_4$  and liquid oxygen  $\text{O}_2$  are presented, respectively. The enthalpies of the components appear to be  $-5566\text{kJ/kg}$  and  $-398\text{kJ/kg}$ , respectively. Moreover, the mass fraction of each component is given to be 1. Besides, the combustion chamber and ambient pressures are provided to be  $210\text{atm}$  and  $0.1\text{atm}$ , respectively. As the last given data, the oxidizer excess coefficient is given to be 1. It is required to apply GTM at the major nozzle sections, that are the combustion chamber, nozzle throat and nozzle exit, in order to yield the required thermogasdynamics parameters. Taking all the significant recombination and disassociation reaction occurring in the combustion chamber, GTM can be applied in order to watch the variation of the partial pressures of the combustion products in the combustion chamber for the temperature range  $3000\text{K} \leq T \leq 4000\text{K}$ . Note, that another research limitation is the absence of a computer with high RAM and, therefore, the temperatures lower than  $3000\text{K}$  at which the chemical equilibrium constants are too low are not considered for the current section.

**Combustion Chamber.** GTM is applied at the combustion chamber with the local section total pressure of  $210\text{atm}$  with the temperature interval of  $[3000, 4000]\text{K}$ . Fig.1 represents the variation of the partial pressures values of different combustion products and number of propellant moles, obtained through using GTM with  $P=210\text{atm}$  for the combustion chamber, with temperature in the combustion chamber. As observed, the partial pressures of some of the products increase, whereas the partial pressures of other ones decrease. The reason for such an observation lies behind the expression presented in Eq.9. Due to the high temperatures the disassociation degree increases. Hence, the partial pressures of the major complex compounds such as  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{O}$  decrease with increasing temperature, whereas the partial pressures of the minor products increase, since the minor products occur from disassociation of  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{O}$  and some minor reactions that occur between the minor combustion products themselves. Thereafter, variation of the mixture enthalpy can be found by applying corresponding algebraic equations (Eq. 6.1, [1]).

On Fig. 2 variation of the mixture enthalpy has been presented. Determination of the temperature at which the enthalpy of the mixture appears to be equal to the propellant enthalpy, which is  $-1.6285\text{MJ/kg}$ , yields the combustion temperature to be  $3659.8\text{ K}$ . Retrieving the partial pressure values of the combustion products and number of propellant moles at the given temperature from Fig. 1 yields the actually observed values in the combustion chamber. Based on the corrected partial pressure values of the combustion products, the entropy, average molecular weight and universal gas constant of the gas mixture in the combustion chamber are computed to be  $11.9383\text{kJ/kgK}$ ,  $21.3419\text{g/mol}$  and  $389.6\text{J/kgK}$ , respectively. The rest of the parameters are computed based on these main thermodynamic parameters.

**Nozzle Throat.** In order to determine the parameters at the nozzle throat, initially, the total pressure at given section has to be determined. In specific area approach the total pressure at the nozzle throat appears to be the one at which the specific area is minimum. In order to determine the minimum specific area, primarily, GTM is applied at the nozzle throat for an array of different pressure values with the starting value equal to the total pressure in the combustion chamber and final value equal to the total pressure at the nozzle exit, which, in fact, appears to be the ambient pressure in the ideal expansion case. Let 10 total pressure values to be applied in GTM.

Fig.'s 3 and 4 represent the variation of partial pressures of the combustion products for a linear distribution of the local sectional total pressure from the combustion chamber until the nozzle exit (in the perfect expansion case the ambient pressure is accounted). Taking the partial pressure values at each section with the local sectional total pressure for different temperatures in the given temperature interval, the variation of entropy of the mixture can be presented as well. The variation of entropy of the mixture with temperature can be observed from Fig. 5. Fig. 5 represents the variation of entropy of the mixture with temperature for different local sectional total pressure values.

Despite the fact, that the entropy is directly proportional to the temperature (i.e., the entropy of a mixture increases with increasing temperature), it tends to decrease as the local sectional total pressure increases. However, the results presented in Fig. 5 are not enough in order to complete the nozzle throat analysis. It is known, that the flow in the rocket nozzle is, theoretically, assumed to be isentropic –  $\Delta S=0$ . Recall, that the entropy for this propellant configuration and problem formulation appeared to be  $S=11.9383\text{kJ/kgK}$ . Fig. 5 is corrected using the cancellation principle. The entropy values are rechecked for the entropy value computed previously. The intervals not involving the given entropy value are cancelled out and only the values holding  $11.9383\text{kJ/kgK}$  within itself remain. Corrected variation of entropy at the nozzle throat is given in Fig. 6. The temperature values at which the entropy of the mixture appears to be equal to  $11.9383\text{kJ/kgK}$  are retrieved from Fig. 6. Thus, the variation of temperature at the nozzle throat for the given problem can be presented as well.

Using appropriate algebraic equations, from the

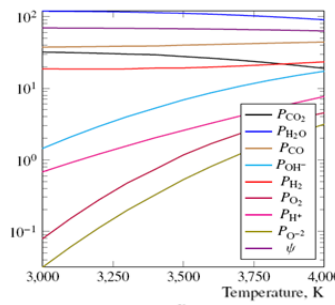


Figure 1: Variation of  $e^{N_i}$  in Combustion Chamber

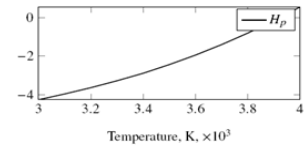


Figure 2: Variation of Mixture Enthalpy, MJ/kg

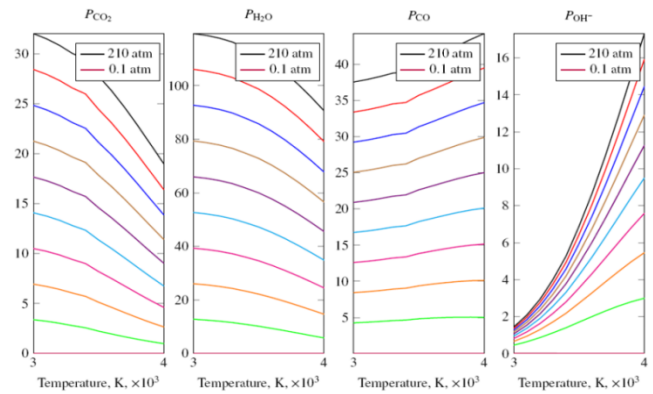


Figure 3: Variation of  $P_{CO_2}$ ,  $P_{H_2O}$ ,  $P_{CO}$  and  $P_{OH^-}$  for Different Local Sectional Total Pressure Values

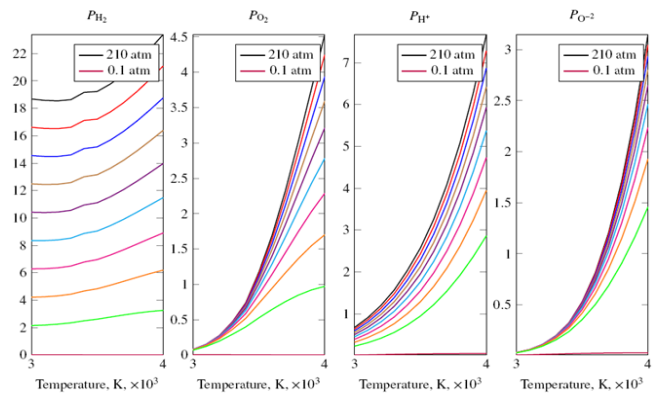


Figure 4: Variation of  $P_{H_2}$ ,  $P_{O_2}$ ,  $P_{H}$  and  $P_{O^{-}2}$  for Different Local Sectional Total Pressure Values

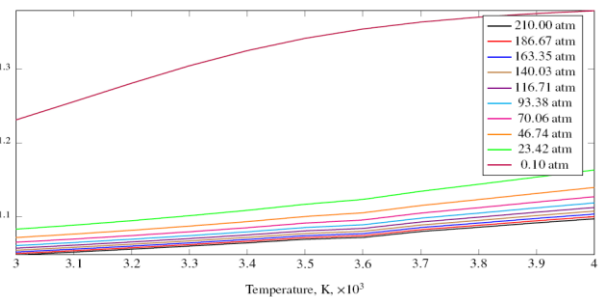


Figure 5: Variation of Entropy of Mixture with Temperature

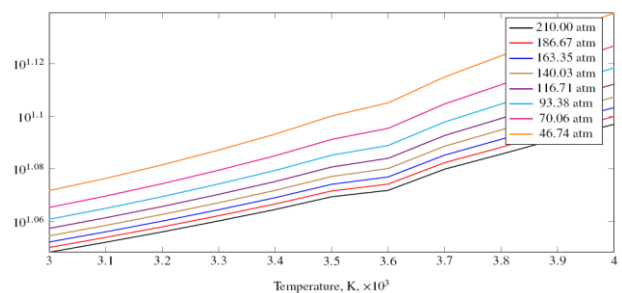


Figure 6: Corrected Variation of Entropy of Mixture with Temperature

temperature variation with the local sectional total pressure at the nozzle throat, corresponding enthalpy of the mixture, flow velocity, average molecular weight, universal gas constant and density values can be computed as well. The variation of the properties can be observed from Fig. 7 and Fig. 8.

The specific area can be computed based on the flow velocity and density of the mixture values.

Therefore, variation of the specific area with the local sectional total pressure can be presented as well.

It can be observed from Fig. 9. The nozzle throat corresponds to the section at which the specific area appears to be minimum. Hence, from Fig. 9, it can be concluded, that the total pressure at the nozzle throat is 140.03 atm. GTM is applied taking this value as the total pressure input and the partial pressures of the combustion products are yielded. The temperature value corresponding to the minimum specific area is 3491.8 K. Applying GTM using the interpolated coefficient values at this temperature with the mentioned total pressure yields the partial pressures of the combustion products and number of propellant moles at the nozzle throat. Note, that the partial pressures of hydroxide  $\text{OH}^-$ , oxygen gas  $\text{O}_2$ , hydrogen  $\text{H}^+$  and oxygen  $\text{O}^{-2}$  approach to zero as the local sectional total pressure decreases. Nozzle Exit For the nozzle exit, observing the variation of the partial pressures of the combustion products, it can be assumed, that the partial pressures of the mentioned secondary combustion products get too close to zero, so that they can be neglected. Furthermore, it can, also, be assumed, that carbon monoxide  $\text{CO}$  at relatively lower temperatures after the nozzle throat recombines back to produce carbon dioxide  $\text{CO}_2$ . Using this assumption and applying GTM at the nozzle exit, the partial pressures of carbon dioxide  $\text{CO}_2$ , water vapor  $\text{H}_2\text{O}$  and hydrogen gas  $\text{H}_2$  can be obtained. At the nozzle exit GTM is applied for the temperature range of  $800 \leq T \leq 3000$  K.

Computing the entropy of the mixture at each temperature, the variation of entropy of the gas mixture at the nozzle throat can be presented. Taking the temperature at which the entropy appears to be 11.9383 kJ/kgK (recall, that the flow is assumed to be isentropic), the total pressure equal to the ambient pressure (perfect expansion is assumed) and applying GTM yields the corrected partial pressures of the combustion products at the nozzle exit. Final partial pressures of the combustion products are given in Fig. 11 for different significant sections along the engine. Based on the partial pressure values of the combustion products at the significant engine sections, an approximate variation of the partial pressures can be written by writing an approximate function relation the partial pressure to the relative position for each combustion product. The variation of the partial pressures is shown in Fig. 12. Fig. 12 represents the variation of the partial pressures of the combustion products with respect to the relative position along the engine. Based on the final values of the partial pressures, the variation of different thermodynamic parameters, including the flow velocity, universal gas constant, temperature and Mach number with respect to the relative position along the engine contour can be presented.

Fig. 13 represents the variation of the main thermodynamic parameters with respect to the relative position along the engine. As observed from the figure, the flow velocity and corresponding Mach number increase while going from the combustion chamber to the nozzle exit as expected. Moreover, it is, also, observed, that the temperature of the gas mixture drops as the flow goes from the

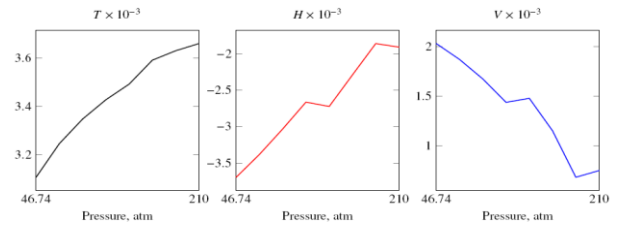


Figure 7: Variation of Thermodynamic Properties at Nozzle Throat

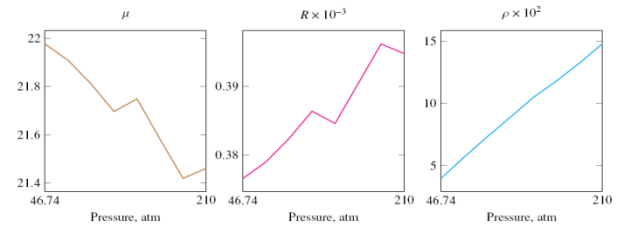


Figure 8: Variation of Thermodynamic Properties at Nozzle Throat (Continued)

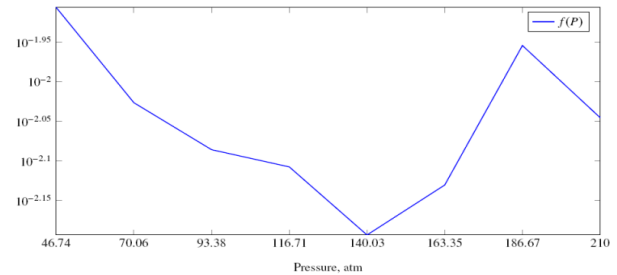


Figure 9: Variation of Specific Area with Local Sectional Total Pressure

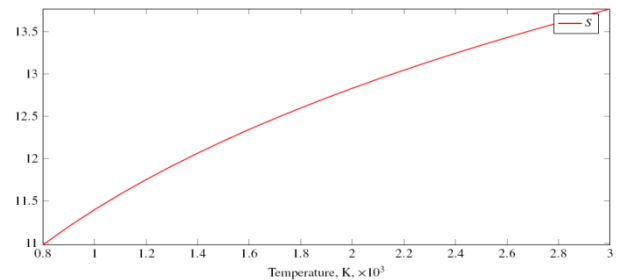


Figure 10: Entropy Variation at Nozzle Exit

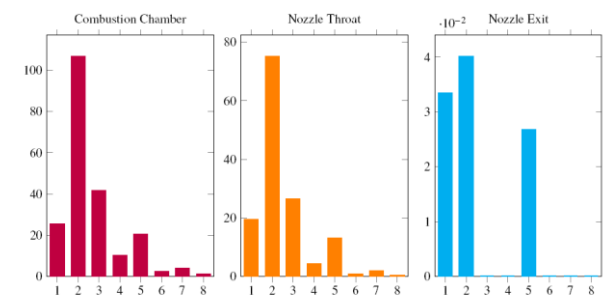


Figure 11: Partial Pressures of Combustion Products at Major Sections: 1 -  $P_{\text{CO}_2}$ , 2 -  $P_{\text{H}_2\text{O}}$ , 3 -  $P_{\text{CO}}$ , 4 -  $P_{\text{OH}^-}$ , 5 -  $P_{\text{H}_2}$ , 6 -  $P_{\text{O}_2}$ , 7 -  $P_{\text{H}^+}$ , 8 -  $P_{\text{O}^{-2}}$

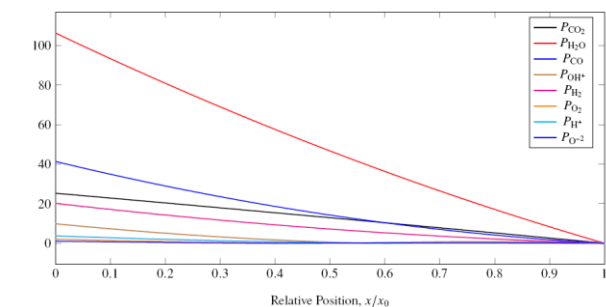


Figure 12: Variation of Partial Pressures of Combustion Products with Relative Position

combustion chamber to the nozzle exit. The mixture is cooled down. Moreover, due to the pressure drop of the individual compounds, the universal gas constant drops as well. Also, note, that the average specific heat ratio along the engine appears to be 1.1942.

### Conclusion

In the current paper a generalized tensor model has been studied and researched. The model consists of the stages such as the elementary composition of the propellant, construction of a system of equations considering all the recombination and disassociation reactions and solving a linearized system of equations in order to obtain the partial pressures of the combustion products and number of propellant moles required to reach the equilibrium phase. As the main research purpose, construction of a generalized model, that would be universal and have unique solutions for each individual case, has been considered. Using the example problem involving combustion of liquid methane with liquid oxygen, in liquid rocket engines, it has been proved, that the model behaves stably meaning that the solution does not diverge.

The results for the partial pressures of the combustion products and their variation along the engine with respect to the relative position together with the thermodynamic outcomes and major parameters have been presented. Furthermore, as mentioned before, a specific area approach used to determine the parameters at the nozzle throat has been extensively demonstrated through the example problem presented in the paper. The uniqueness of GTM is that it can be applied not only for the liquid rocket engines, but, also, for the other types of engines as well, including the internal combustion engines, turbofan, turbojet, etc., since all these engines include the combustion of the fuel component. Therefore, it can be concluded, that GTM can be applied in any engine that involves the combustion of the fuel component. The main advantage of GTM is that it yields appropriate results and is stable. Moreover, GTM can be applied for the other elements as well. In other words, the current mathematical model does not limit itself to the certain amount of elements. All the available elements can be implemented in GTM.

In addition, GTM takes into account all the recombination and disassociation reactions occurring in the engine. Therefore, the model can be accounted as unique. Besides, since the model is generalized, it can be combined with all the other mathematical models as well. For example, while dividing the solution domain into small control volumes while solving Navier – Stokes equations, GTM can be applied at every control volume taking the pressure found from the solution of Navier – Stokes equations as the total pressure input and yielding the partial pressures of the combustion products throughout the entire solution domain. On the other hand, the model can, also, be combined with the method of characteristics while designing the liquid rocket engine nozzle. Although, the problem is 1D, still GTM can be useful in some sense while combined with the method of characteristics [15].

### References

1. Alemasov, V.E., Dregalin, A.F., & Tishin, A.P. (1980). Theory of Rocket Engines (3rd ed.).
2. Glushko, V.P., Gurvich, L.V., Veits, I.V., Medvedev, V.A., Khachkuruzov, G.A., Yungman, V.S., Jacobson, A.Y. (1978). Thermodynamic Properties of Individual Substances (Vol. 1-4). Moscow: Science.
3. Iorish, V.S., Aristova, N.M., Bergman, G.A., Gorokhov, L.N., Gusarov, A.V., Ezhov, Y.S., Yungman, V.S. (1978). Thermodynamic Properties of Individual Substances (Vol. 5-6). Moscow: Science.
4. Sinyarev, G.B., & Dobrovolskiy, M.V. (1995). Liquid Rocket Engines - Theory and Design. Moscow: Governmental Publisher of Defense Industry.
5. Dorofeev, A.A. (2014). Fundamentals of Thermal Rocket Engines Theory (3rd ed.). Moscow: MSTU.
6. Sutton, G.P., & Biblarz, O. (2016). Rocket Propulsion Elements (9th ed.). Wiley.
7. Chan, V., & Alborzfar, L. Principles of Chemical Equilibrium. Retrieved June 5, 2019, from <https://chem.libretexts.org>
8. Chapra, S.C., & Canale, R.P. (2015). Numerical Methods for Engineers (7th ed.). New York: McGraw Hill Education.
9. Young, P.R. (2019, June 5). Molar Stoichiometry in Chemical Equations. Retrieved June 5, 2019, from [chem.libretexts.org](https://chem.libretexts.org)
10. Batishev, S.I., Gurtovoi, A.A., Demianenko, Y.V., & Sushkov, A.M. (2015). Thermodynamic Computation of Combustion and Flow Processes. Voronezh.
11. Bonnie, J.M., Michael, J.Z., Sanford, G. (2002) Coefficients for Calculating Thermodynamic Properties of Individual Species. Glenn Research Center, NASA TP-2002-211556, NASA Glenn Cleveland, Ohio, USA.
12. Gordon, S. and McBride, B. (1994) Computer Program for Complex Chemical Equilibrium Compositions and Applications, Vol.1. Analysis, NASA RP 1311.
13. Cantwell, B.J. Aircraft and Rocket Propulsion, (2015) AA283 course, Stanford University, Stanford California, 94305, [https://web.stanford.edu/~cantwell/AA283\\_Course\\_Material/AA283\\_Course\\_Notes/](https://web.stanford.edu/~cantwell/AA283_Course_Material/AA283_Course_Notes/), January 6, 2019, viewed in 25.03.2019.
14. Hill, P., Peterson, C. (1992) Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Addison-Wesley Publishing Company, 2nd Edition.
15. Abdulla, N. (2019) Implementation of variable specific heat ratio in liquid rocket nozzle design using method of characteristics, Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference “Creative Potential of Young People in the Solving of Aerospace Problems, February Readings-2019”, National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan, February 27-28, 2019, p.28-31.

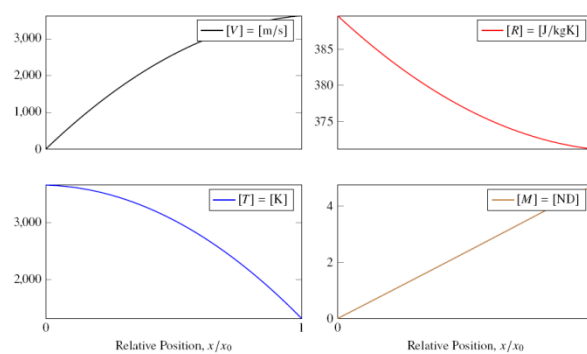


Figure 13: Variation of Thermodynamic Properties at Nozzle Throat



## Detection of Vampire Attacks on Smart Homes using Restricted Boltzmann Machines

*Wijesundare J.S.S., Hajiyev Y.M.*

*Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan  
jeevanthe.az@gmail.com*

### Abstract

*The Internet of Things is a highly ubiquitous, technology with a immense variety of applications which can improve living standards. Nevertheless the development of this technology is hindered by several factors, one being damaging security breaches. This paper proposes a method to develop a deep learning model known as Restricted Boltzmann Machines for effective detection of one such serious security breaches known as vampire attacks. Also, a literature based justification is given why this model is suitable for detection of this type of attacks. The paper also proposes further research directions.*

### 1 Introduction

The Internet of Things (IoT) is a highly ubiquitous, unobtrusive, versatile, technology which has a high potential to significantly enhance quality of life. According to Mc Kinsey [1], the contributions to the world economy in 2025 by IoT amounts to \$2.7 to \$6.2 trillion. Moreover high expectations on the IoT applications will result in a rapid growth of IoT services [2]. However, successful development of this technology is threatened by multiple factors, where one major reason being the ever increasing number of security attacks on IoT networks.

As Zarpelao et al. [3] has identified security breaches in IoT networks fall into four main types. These are 1) Denial of Service (DoS), 2) Routing attack, 3) Man in the middle attack, and 4) Conventional attack. According to Brun et al. [4] Denial of Sleep attack (which falls into DoS category) is one of the two types of security breaches which can cause devastating harm. As Brune et al. has identified a specific variety of Denial of Sleep attacks known as Vampire attacks exist which aim at draining all the power in IoT devices until service is essentially denied by all affected devices due to shutting down of operation.

Unless effective measures are taken to detect, and repel Vampire attacks on IoT systems such as Smart Homes, the IoT devices becomes highly vulnerable to complete failure due to loss of power. For this purpose various approaches were proposed in the literature. Intrusion detection systems are widely being used to detect security breaches in IoT environments such as Smart Homes. These systems use a wide range of algorithms, which includes Machine Learning Algorithms. The specialty in these algorithms is that their performance increase with the number of executions. Artificial Neural Network (ANN) is a machine learning model which was inspired by the structure and function of the human brain. The more specialized variety of machine learning algorithms is Deep Learning (DL) models. Such models are capable of extracting abstract, useful information from raw data. Generally, a DL model with at least two hidden layers is known as a Deep Learning Model [1]. This paper proposes a DL model known as Restricted Boltzmann machines for successful detection of Vampire attacks on Smart Homes. Section 2 describes different varieties of Vampire attacks on a Smart Home while highlighting its effect. Section 3 gives a thorough review of a Deep Learning model which we propose, which can detect Vampire attacks. This section justifies why this DL model is effective in successful detection of Vampire attacks on a Smart Homes. Subsequently, section 4 describes a method to develop a Deep Learning model for successful detection of this particular security breach in IoT networks. Finally, section 5 summarizes the work done in this paper, and suggests further research activity.

### 2 Effect of Vampire Attacks on Smart Homes

The Internet of things is a relatively new, versatile, and widely applicable technology, which has a major potential to enhance living standards. Smart Homes was developed as a result of the improvement of IoT infrastructure. This type of IoT systems have sensors and actuators distributed across a modern home with devices such as light bulbs, thermostat, and even refrigerators equipped with sensors, and other units capable of generating vast amount data which are analyzed by processors ranging from small to large. Such capacity to know data such as where the end users are, their physiological state (such as blood pressure, heart rate), geographical location etc. gives IoT system designers the capacity to make marvelous improvements in the quality of life in their end users.

Nonetheless, this endeavor of enhancing quality in life becomes an difficult due to issues such as Security breaches such as Denial of Sleep attacks which was found to be one of the most common, and damaging type of attacks (on Smart Homes) by Brun et al. [4]. As they have found Vampire attacks is a type of Denial of Sleep attacks. Dabbagh & Rayes [5] has found four types of Vampire attacks on IoT networks. 1) Denial of Sleep 2) Flooding attack, 3) Stretch attack, and 4) Carrousal attack. The authors agree that Denial of Sleep attack is a particular variety of Vampire attacks since the depletion of battery (as in the case of Vampire attack) is done through not letting IoT devices rest in the sleep mode. (In flooding attacks the attacker sends extraneous packets to neighboring devices for delivery; in Carrousal attacks the adversary sends wrong routing information, which contains loops; and in Stretch attacks a malicious attacker sends misleading routing data which causes packets in the network to travel much longer paths. In all four cases, as it is clear that the attacker forces devices to waste battery power.

In such instances when devices in a Smart Home waste energy the normal functioning of the digital devices stops. For instance, suppose an end user is about to have a medical condition such as a heart attack where the wrist band on his hand should ideally alarm the parametric personal in a hospital about an emergency. In such a circumstance an attack of the above nature (for instance a Denial of Sleep attack) could be life threatening since the devices does not function correctly. Hence effective detection of Vampire attacks om IoT networks becomes very important. The next section describes the mathematical background of a highly effective DL model for effective detection of Vampire attacks. In this paper these attacks are treated as anomalies in IoT generated data.

### 3 Anomaly Detection with Restricted Boltzmann Machines

A widely used machine learning model known as artificial neural network are inspired by the structure and function of the human brain. An artificial neural network (ANN) is an interconnected network of artificial neurons where each neuron is essentially a mapping function which considers its weighted inputs (inputs modified by their corresponding weights), the bias and produces a series of outputs. An ANN has three types of layers of neurons. Namely input, hidden, and output layers. The neural network finally makes a prediction based on the outputs of all neurons. A Deep learning algorithms are classified as ANNs which has multiple hidden layers which uses the recent advanced algorithms [1]. Section 3.1 describes an effective model for detecting anomalies. During detection, this model treats abnormal states of a IoT network, such as an a Vampire attacks as anomalies.

#### 3.1 Restricted Boltzmann Machines (RBM)

A Restricted Boltzmann Machine is mainly a neural network which is strictly interconnected. RBMs are declared as having hidden and visible layers where the processing or mapping of signals occur at both layers. Hence, RBMs are functionally different than the normally perceived ANN, where processing occur only at the hidden layers. Figure 1 shows the structure of a sample Restricted Boltzmann machine. It is clear from this diagram that all visible units are connected to all hidden units.

Zhang et al. [6] identified that RBMs uses Gibbs sampling to train the network. The joint distribution of an RBM is denoted by the equation (1). All equations from (1) to (5) were found by Zhang et al. [6].

$$p(v, h; \theta) = \frac{\exp(-E(v, h; \theta))}{Z} \quad (1)$$

The energy of an RBM, which is given in equation (2), is an indicator which denotes the configuration of values and parameters. It algebraically represents a RBM. The energy of a RBM is specified by the biases ( $a_j$  and  $b_i$ s) and weights  $W_{ij}$ s.

$$E(v, h; \theta) = - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J w_{ij} v_i h_j - \sum_{i=1}^I b_i v_i - \sum_{j=1}^J a_j h_j. \quad (2)$$

The output of hidden unit of a RBM is given in equation (3). Similarly, equation (4) shows the output of a visible unit. These equations shows when the output of a hidden unit  $h_j$ , which becomes 1 for given visible unit inputs, weights and the bias  $a_j$ .  $f$  represents the sigmoid function which is quite common to represent machine learning model distributions.

$$p(h_j = 1|v; \theta) = f \left( \sum_{i=1}^I w_{ij} v_i + a_j \right) \quad (3)$$

The (4) shows the mathematical relationship between the weights ( $w_{ij}$ ), bias ( $b_i$ ), and inputs ( $h_j$ ) for a visible unit  $v_i$

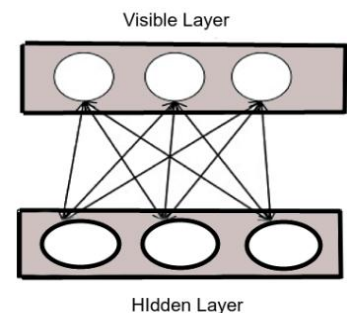


Fig. 1: A sample Restricted Boltzmann Machine

$$p(v_j = 1|h; \theta) = f\left(\sum_{j=1}^J w_{ij}h_j + b_i\right) \quad (4)$$

$$Z = \sum_v \sum_h \exp(-E(v, h; \theta)) \quad (5)$$

Equation (5) given above shows the normalization value for calculating the joint distribution of a Restricted Boltzman Machine. The next section describes how RBMs can be effectively used for detecting Vampire attacks in IoT networks.

### 3.1.1 Suitability of RBMs for Anomaly Detection

Al-Garadi et al. [7] has identified multiple Machine Learning Models for effective detection of anomaly in traditional networks, and has proposed them for IoT networks. Also, Imamverdiyev & Abdullayeva [8] has developed multiple machine and deep learning models for Dos attack detection in traditional networks. In the latter study the two authors have detected dos attacks as anomalies using several machine learning models. Table 1 shows the performance comparison of several machine and deep learning models developed by Imamverdiyev & Abdullayeva.

Table 1: Accuracy relative to accuracy of Decision Trees for Anomaly Detection

Model	Accuracy Relative to Decision Tree
SVM radial basis	0.0417
SVM (epsilon-SVR)	0.0525
Decision Tree	0
Gaussian Bernoulli RBM	0.0579

According to the above table it is clear that Gaussian Bernoulli RBM shows the best accuracy in detection of anomalies. Also, Decision Trees shows the worst accuracy among all three models. Thus it is clear that Specific varieties of RBMs (for instance Gaussian Bernoulli RBM) are suitable for effective detection Vampire attacks since these attacks can be treated as anomalies [8]. The next section describes an approach to develop an RBM based intrusion detection model for successful detection of Vampire attacks.

## 4 Method of Developing an RBM based IDS for Vampire Attack Detection

Initially an effective DL model known as Restricted Boltzman Machine (section 3.1) is implemented on a simulator known as Omnet++ [3]. For this purpose one or more programs have to be implemented for successful simulation of a Smart Home, the Vampire Attack, and the RBM based intrusion detection system. Subsequently, a reliable data set, which has gathered malicious security breaches (which includes Vampire Attacks) is used for training and testing the developed RBM model. The performance of the developed RBM based IDS must be compared to shallow learning models (such as decision trees) by visualizing the accuracy.

## 5 Conclusion

The Internet of Things is a highly influential technology which has significant potential to enhance quality of life. However, this technology has come across some major security concerns. This paper has proposed an effective model known as Restricted Boltzmann machines which can successfully detect one of the most damaging type of security breaches on Smart Homes known as Vampire attacks. The paper also has presented a numerical analysis, which analyzes the accuracy of several machine learning models and a specific variety of RBMs. Results show that certain varieties of RBMs can effectively detect vampire attacks. Further research should focus on testing the validity of RBMs experimentally as proposed in Section 4.

## References

1. J. Manyika, M. Chui, J. Bughin, R. Dobbs, P. Bisson, and A. Marrs, Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. McKinsey Global Institute San Francisco, CA, 2013, vol. 180.
2. M. Mohammadi, A. Al-Fuqaha, S. Sorour, and M. Guizani, "Deep learning for IoT big data and streaming analytics: A survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 20, no. 4, pp. 2923-2960, 2018.
3. B.B. Zarpelao, R.S. Miani, C.T. Kawakani, and S.C. de Alvarenga, "A survey of intrusion detection in Internet of Things," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 84, pp. 25-37, 2017.
4. O. Brun, Y. Yin, and E. Gelenbe, "Deep learning with dense random neural network for detecting attacks against iot-connected home environments," *Procedia computer science*, vol. 134, pp. 458-463, 2018.
5. M. Dabbagh and A. Rayes, "Internet of things security and privacy," in *Internet of Things From Hype to Reality*, Springer, 2019, pp. 211-238.
6. Q. Zhang, L.T. Yang, Z. Chen, and P. Li. A survey on deep learning for big data. *Information Fusion*, vol. 42, pp. 146-157, 2018.
7. M.A. Al-Garadi, A. Mohamed, A. Al-Ali, X. Du, and M. Guizani, "A survey of machine and deep learning methods for internet of things (IoT) security," *arXiv preprint arxiv:1807.11023*, 2018.
8. Y. Imamverdiyev and F. Abdullayeva, "Deep learning method for denial of service attack detection based on restricted boltzmann machine," *Big data*, vol. 6, no. 2, pp. 159-169, 2018.





## Технологии обеспечения кибербезопасности криптовалют

**Асланова Р.Н., Гасымов В.А.**

Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
ms.rafiga.aslanova.1996@mail.ru

### Введение

Технология блокчейн существует уже почти десять лет, первоначально она была введена как способ хранения и отправки первой криптовалюты-биткойна. Однако по мере постепенного распространения этой технологии по всему миру люди начали использовать ее различными способами во многих отраслях промышленности, в том числе в качестве средства повышения кибербезопасности.

**Blockchain** (англ. Blockchain, Block chain: block - блок, chain - цепочка) – это многофункциональная и многоуровневая информационная технология, предназначенная для надежного учета различных активов. Блокчейн как бессрочный цифровой распределённый журнал, экономических транзакций который может быть запрограммирован практически всего, что имеет ценность [1].

Как и Блокчейн, тема **кибербезопасности** также очень актуально и является источником больших инвестиций. Здесь рассмотрены три основополагающие аспекты:

- **Децентрализация:** данные, содержащиеся в блокчейне, децентрализованы и проверены, поэтому при правильном распределении системы концепция единой точки отказа исключается. Хакер все еще может атаковать один из узлов структуры, но, чтобы создать значительный ущерб, он должен атаковать значительное количество узлов блокчейна, что более сложно. Благодаря этому инструменту любая создаваемая система уже является устойчивой по умолчанию.
- **Анти-фальсификация:** каждый добавленный блок делает структуру блокчейна сильнее. Это происходит потому, что каждый блок содержит криптографическую ссылку на предыдущий блок, который может быть изменен только с одобрения узлов сети: по мере роста структуры хакеру становится все труднее разорвать цепочку и взять контроль.
- **Знание нулевого доказательства:** это концепция защиты данных, которая ортогональна блокчейну. Речь идет о проверке личности человека без использования его личных данных вместо этого, это делается путем проверки того, что они соответствуют определенным требованиям.

Блокчейн может внести значительный вклад в улучшение и упрощение для сферы кибербезопасности.



Рис. 1. Как работает блокчейн

Так как на данной технологии могут строиться различные типы услуг и приложений то и распределяют приватный и публичный Blockchain [2].

**Приватный блокчейн.** Эти блокчейны можно считать исключительными и их можно создать совершенствование частного бизнеса. Они бывают закрытые и организованные, обеспечиваются и управляются своими создателями.

**Публичный блокчейн.** К этим системам блокчейн может присоединиться и стать майнером каждый желающий, так как их администрированием следит само сообщество.

Блокчейн – технологии, как и Интернет, обладает встроенную стабильность к ошибкам. Сохраняя оборудования информации, сходные во всей сети, блокчейн не может:

- Управляться кем - то одним;
- Не имеет одной точки отказа.

Основы «цепочки блоков» как общепонятной и 100% уверенной базы данных делает употребление блокчейн чрезвычайно увлекательным для компаний, работающих в различных областях.

В данный момент уже существует порядок распространений для разработки бизнес-приложений на блокчейн предоставляющих:

- Безопасное управление сетей;
- Сохранение цифровых свидетельств, делающее целиком безопасным вход пользователей к сайтам (а именно исключая перехват ключей);
- Удостоверение прав на каждую достоянию.

Технология Blockchain - это мощная общественная книга, которая записывает каждый "блок" данных, когда он перемещается по многим компьютерам. Предприятиям всех типов и размеров приходится ежедневно иметь дело с большим количеством информации. Данные обычно являются чрезвычайно ценным активом для их операций. Но сохранить его в целости и сохранности может быть довольно трудной задачей для достижения. Так много кибератак произошло за последние два десятилетия. Кроме того, с постоянно увеличивающимся потоком цифровой информации важность обеспечения безопасности этих данных имеет огромное значение [3].

В 2017 году, Equifax пострадала от нарушения кибербезопасности, которое скомпрометировало конфиденциальную информацию почти на 50% населения США. Хакеры получили доступ к персональным данным более 145 миллионов потребителей. К сожалению, по меньшей мере у 209 000 из них были украдены учетные данные кредитных карт. Именно по этой причине многие отрасли промышленности рассматривают возможность внедрения технологии блокчейн для предотвращения подобных инцидентов [4].

Конечно, технология блокчейн не полностью защищена от кибератак, но она работает намного лучше, чем другие системы, предлагая более высокий уровень безопасности данных.

По мере того, большинство людей присоединяются к всемирной сети и технологии продолжают развиваться, все больше данных производится, и все больше хакеров будут пытаться украсть или повредить эти данные. Технология, лежащая в основе блокчейна, является универсальной и невероятно полезной для будущего Интернета, позволяя пользователям лучше защищать свои данные.

Инновационное использование технологии блокчейн уже становится частью других областей, помимо криптовалют, и может быть особенно полезно для повышения кибербезопасности. Внедряя строгие протоколы шифрования и распределения данных в сети, любой бизнес может гарантировать, что его информация останется в безопасности и недоступна для хакеров.

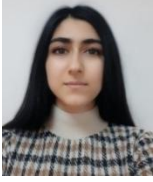
### Литература

1. S. Nakamoto Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system (2008)
2. D. Miller Blockchain and the internet of Things in the industrial sector
3. IT Professional, 20 (3) (2018), p. 1518
4. <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-tehnologii-blokcheyn-v-tselyah-obespecheniya-bezopasnosti-bankovskih-operatsiy>

### *Cybersecurity technologies for cryptocurrencies*

*Aslanova R.N., Gasimov V.A.*

*The article considers methods for ensuring the security of data storage and transmission through decentralized, untrusted, peer-to-peer systems. It also addresses the following issues: The tension between the use of blockchain technology and the potential use of blockchain technology to improve overall cybersecurity and minimize cyber attacks.*



## Uçuş aparatının uçuş verilənlərinin intellektual analizi alqoritmi

***Binnətəliyeva T.V., İsmayılov İ.M.***  
*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı*  
*turane98@bk.ru*

### Xülasə

Məqalədə hava gəmisinin uçuşu zamanı qiymətləri yazılmış uçuş verilənləri çoxluğunun intellektual analizi metodikasına və həmin metodikanı həyata keçirən sistemin qurulması prinsiplərinə baxılır. Təklif olunan üsulda uçuş hadisəsi altçoxluqdan uçuş verilənlərinin qiymətləri və uçuş verilənlərinin ikinci çoxluqlarından birindən uçuş verilənlərinin qiymətləri əsasında aşkar oluna bilər. Əgər uçuş hadisəsi altçoxluqdan aşkar olunmayıbsa, o zaman bu altçoxluqla qeyd olunan ikinci çoxluqlardan heç olmasa biri və bu altçoxluq arasında cütlərin yaranması ehtimalını əlaqələndirirlər. Bu zaman qeyd olunan birinci çoxluğu daha sonra ikinci çoxluqdan uçuş verilənlərinin yeni elementinin əlavə olunmasının köməyi ilə və ya qeyd olunan cütün yaranması ehtimalının qiymətlərinə müvafiq olaraq onun uçuş verilənlərinin heç olmasa bir elementinin ləğv olunmasının köməyi ilə yeniləşdirirlər. Beləliklə bu cür yeniləşdirilmiş uçuş verilənlərinin birinci çoxluğu daha sonra yenidən yeni uçuş zamanı yazılır.

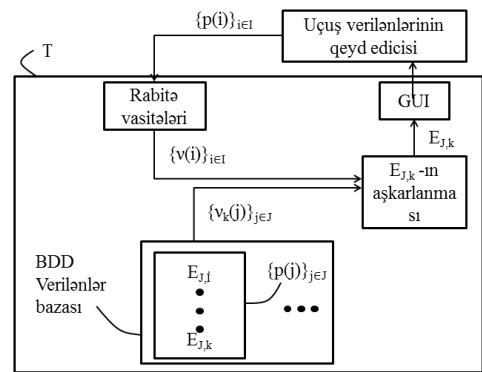
Uçuş informasiyasının analizi prosesi mahiyyətcə ixtiyari bir parametrin və ya parametrlər yığımının harada məhdudiyətlərdən kənara çıxmalarının yazılışlarının axtarışına gətirir [1]. Hava gəmisinin uçuşu zamanı yazılmış uçuş verilənləri çoxluğunun analizinin mövcud üsulları ekspertə identik uçuş şəraitləri üçün uçuş hadisələrini və ya dinamikanı (həmin eyni uçuş aparatı, uçuşun eyni sxemi) müqayisə etməyə imkan verir. Lakin uçuş verilənlərinin yazılmış qiymətləri əsasında aşkarlamağa imkan verən bütün uçuş hadisələrinə əlyətərlik imkanının olması, yəni hər şeydən əlavə BDD verilənlər bazasına yazılmış (BDD – Behavior-driven development, hərfi mənası “davranışa görə işlənmə”, – proqram təminatının işlənmə metodologiyası) və artıq baş vermiş uçuş hadisələrinin şəraitinə analoji olan uçuş şəraitlərində baş vermiş uçuş hadisələrinə əlyətərlik imkanının olması ekspert üçün daha münasib olardı. Verilənlərin analizinin ənənəvi alətlərindən fərqli olaraq verilənlərin intellektual analizi alqoritmləri hər hansı bir əvvəlki informasiyanın mövcud olmadığı halda əvvəlcədən gözlənilməyən anomal hadisələri müəyyən etməyə imkan verir.

Şəkil 1-də FDM (Flight Data Monitoring – uçuş verilənlərinə nəzarət) kimi məlum olan sistem eskiz şəklində verilmişdir [2]. Bu sistem  $\{p(i)\}_{i \in I}$  uçuş verilənləri çoxluğunun analizi imkanını təmin edir.

Burada  $I \subset D$ ,  $D$  isə uçuş verilənlərinin bütün mümkün ola bilən indeksləridir. Onların  $\{v(i)\}_{i \in I}$  qiymətlərini uçuş aparatının uçuşu zamanı yazırlar. Bu sistemin prinsipi ondan ibarətdir ki, uçuş aparatını bu  $\{v(i)\}_{i \in I}$  qiymətlərinin yazılışı vasitələri ilə təchiz edirlər. Bu cür vasitələr, məsələn “qara qutu” və ya xüsusi qeydedicilərdir, məsələn ACMS (Aircraft Condition Monitoring Systems - uçuş aparatının vəziyyətinin nəzarət sistemi). Bu uçuş verilənləri  $\{p(i)\}_{i \in I}$  (müvafiq olaraq onların qiymətləri) müxtəlif formalı çoxluqları qəbul edə bilərlər. Məsələn, uçuş verilənlərinin elementinin qiyməti ola bilər çoxölçülü ölçməni və ya uçuşun parametrlərini (cari mühitin təzyiqini, hava sürətini, vibrasiya tezliyini və s.) və ya bort heyəti tərəfindən həyata keçirilən (avtopilotun aktivləşdirilməsi) hərəkətlərin yerinə yetirilməsini təmsil edə bilər.

Uçuş aparatının uçuşu bitdikdən sonra və ya təyinat aeroportunda dayandıqdan sonra  $\{p(i)\}_{i \in I}$ -nin qiymətlərini kabel və ya naqilsiz rabitə vasitələri ilə verilənlərin emalı blokunun köməyi ilə bərpa edirlər və verilənlərin intellektual analizi alqoritmindən istifadə etməklə analiz edirlər.

Seansdan sonra analiz məsələlərinin həllinin fəaliyyətdə olan aləti kimi böyük verilənlər bazası daxilində gizli qarşılıqlı əlaqələrin aşkarlanması texnologiyası hesab olunur – Data Mining (texniki əlavələrdə - Inductive Learning). Onun meydana gəlməsi ilk növbədə verilənlər anbarlarında yığılan həddindən böyük həcmli informasiyanın analitik emalı zərurəti ilə bağlıdır [3]. Bu məqsədlə ekspert əvvəlcədən  $\{p(j)\}_{j \in J}$ , burada  $J \subset D$ , uçuş verilənləri çoxluğunu və  $\{p(j)\}_{j \in J}$  uçuş verilənlərinin hər bir çoxluğu ilə bağlı olan  $E_{j,k}$  uçuş hadisələri çoxluğunu müəyyən edir və BDD verilənlər bazasına yazır.  $\{p(j)\}_{j \in J}$  uçuş verilənlərinin  $J$  çoxluğu ilə bağlı olan hər bir  $E_{j,k}$  uçuş hadisəsi bu çoxluğun  $\{v_k(j)\}_{j \in J}$  qiymətlərinə müvafiq



Şəkil 1. Uçuş verilənlərinə nəzarət sistemi

olur. Bu qiymətlər əvvəlki uçuş zamanı verilənlər bazasına yazılmış olurlar ( $k$ , məsələn,  $\{v_k(j)\}_{j \in J}$ ) qiymətlərinin yazılışına təlimatı göstərir). Bu zaman onun üzərinə elə bir məhdudiyət qoyulur ki,  $v_k(m)$  qiyməti, heç olmasa bu  $\{p(m)\}_{m \in I}$  uçuş verilənlərinin bir elementi səviyyəsində özünün  $L_m$  nominal qiymətini aşmalıdır.  $L_m$  qiyməti həmçinin əvvəlcədən yazılmış olur və elə şəkildə verilir ki, uçuşların təhlükəsizliyi üzrə hər bir aviaşirkət tərəfindən qəbul edilmiş normativ sənədlərin tələblərinə cavab verməlidir. Riyazi ifadə şəklində  $E_{J,k}$  aşağıdakı kimi təsvir edilir.

$$E_{J,k} = \{v_k(j)\}_{j \in J} | v_k(j) > L_j \neq \emptyset$$

Bu ifadə  $\{v_k(j)\}_{j \in J}$  boş olmayan çoxluğu təmsil edir, elə bir çoxluğu ki, orada  $v_k(j)$ ,  $L_m$  nominal hədd qiymətindən böyükdür, yəni uçuş verilənlərinin nominal olmayan heç olmasa bir qiyməti mövcuddur.

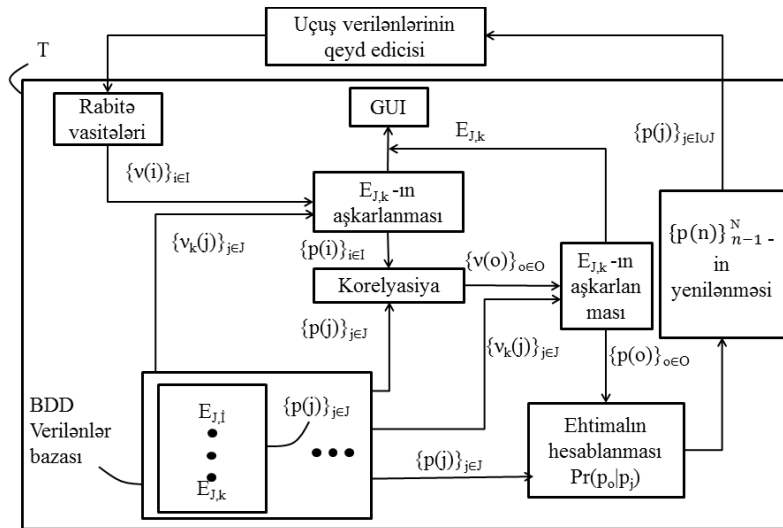
Ekspert tərəfindən uçuş verilənlərinin bu müxtəlif çoxluqlarının və onlarla bağlı olan uçuş hadisələrinin təyini və saxlanılmasından sonra uçuş aparatının uçuşu zamanı  $\{p(i)\}_{i \in I}$  uçuş verilənlərinin  $\{v(i)\}_{i \in I}$  çoxluğunun qiymətlərinin yazılışından sonra o bu  $E_{J,k}$  hadisələrinin aşkarlanması üçün təyin olunan və adətən kompüter proqramları şəklində olan vasitələri müəyyən edir. Bu alqoritm vasitəsilə o daha sonra aşkarlayır ki,  $E_{J,k}$  hadisəsi baş vermişdir, əgər nominal qiyməti aşan  $\{p(i)\}_{i \in I}$  uçuş verilənləri çoxluğundan uçuş verilənləri elementinin heç olmasa bir  $\{v(i)\}_{i \in I}$  qiyməti mövcuddur və əgər uçuş verilənlərinin bu elementi əvvəlcədən BDD verilənlər bazasına yazılmış uçuş verilənlərinin  $\{p(j)\}_{j \in J}$  çoxluğundan uçuş verilənlərinin elementinin  $\{v_k(j)\}_{j \in J}$  qiymətinə müvafiqdirsə. Təcrübədə BDD verilənlər bazası bir neçə  $\{p(j)\}_{j \in J}$  çoxluğu özünə daxil edir.

Sistem həmçinin ekspertə uçuş hadisələrinin yuxarıda göstərilən dinamikasını və ya digər dinamikanı əks etdirmək üçün GUI qrafiki vasitələrə malik ola bilər. Əksətdirmə bəzən cədvəllər şəklində olur. Bu cədvəllərdə nominal qiymətləri aşan uçuşun və ya bir neçə uçuşların verilənləri və ya uçuş verilənlərinin dinamikasını və uçuş hadisələrində digər dəyişiklikləri təmsil edən zaman diaqramları təsvir olunurlar.

Daha sonra ekspert qiymətləndirmə üçün bu əksətdirmələri analiz edir, həqiqətən də  $\{v(i)\}_{i \in I}$  qiymətlərinin analizi əsasında aşkar olunmuş uçuş hadisələri uçuşun gedişini və ya dinamikanın dəyişməsinə dəqiqliklə izləmək üçün uçuş zamanı baş verən hadisələrə müvafiqdirlərmi. Bu əsasda ekspert uçuş zamanı və ya uçuş aparatının bir neçə uçuşları zamanı baş vermiş uçuş hadisələri arasındakı münasibətləri alır və oxşar uçuş hadisələrinin təkrar yaranmasının qarşısını almaq üçün yerinə yetirilməsi zəruri olan əməliyyatı proqnozlaşdırır.

Qeyd olunan alqoritmə müvafiq olaraq  $\{p(i)\}_{i \in I}$ , uçuş verilənləri çoxluğunun analizi sisteminin eskiz şəklində təsviri şəkil 2-də verilmişdir.

Verilənlərin emalı bloku adətən eyni bir uçuş aparatının bir neçə uçuşu zamanı yazılmış verilənləri çoxluğu üçün qiymətlərin və ya müxtəlif aşkarlanmış uçuş hadisələrinin statistikasını hesablayır. Bundan sonra verilənlərin emalı bloku onların əsasında bu uçuş verilənlərinin və ya uçuş hadisələrinin zamana görə dəyişməsi ilə bağlı olan dinamikanı təyin edir. Bu dinamika riskin artması və ya azalmasını qiymətləndirməyə imkan verir. Digər tərəfdən qeyd etmək lazımdır ki, ekspertdə uçuş verilənlərinin qiymətləri nə qədər çox olarsa, verilənlər bazasına bir o qədər çox müxtəlif şəraitlər yazılacaq, yəni daha çox uçuş hadisələri aşkar olunacaq və ekspert bu hadisələrə gətirən uçuş şəraitini daha dəqiq qiymətləndirə biləcəkdir və müvafiq olaraq gələcəkdə potensial ciddi hadisələrin və ya qəzaların böyük sayının proqnozlaşdırılması imkanı yaranacaqdır.



Şəkil 2. Uçuş verilənləri çoxluğunun analizi sisteminin eskiz şəklində təsviri

### Ədəbiyyat

1. Руководство по организации сбора, обработки и использования полетной информации в авиапредприятиях гражданской авиации Российской Федерации. – М.: Воздушный транспорт, 2001. С.40
2. Способ и система для анализа полетных данных, записанных во время полета летных данных летательного аппарата. Сажем Дефенс Секюрите (FR). Изобретение 0002573735.27.01.16

3. Шитиков В.К. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R. Тольятти, Лондон – 2017. С- 351
4. Аршакуни С.А. Роль обработки полетной информации в повышении безопасности полетов и ее использование в подразделениях летной службы // Научный вестник МГТУ ГА. 2005. С-12.
5. Соловьев С.В. Интеллектуальный метод анализа для автоматизированного прогнозирования состояния КА. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2014г.

### **Алгоритм интеллектуального анализа полетных данных летательного аппарата**

*Биннаталиева Т.В., Исмаилов И.М.*

*Рассмотрена методика интеллектуального анализа множества полетных данных, значения которых были записаны во время полета летательного аппарата и принципы построения системы, реализующую эту методику. В предложенном способе полетное событие может быть обнаружено на основе значений полетных данных из подмножества и значений полетных данных из одного из вторых множеств полетных данных. При этом если полетное событие не обнаружено из подмножества, то с этим подмножеством связывают вероятность образования пары между упомянутым по меньшей мере одним вторым множеством и этим подмножеством.*



### **İnformasiya sistemlərinin monitorinqində proqnozlaşdırma üsulu və onun proqram realizasiyası**

***Amanov R.S., Əhmədov L.N.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
rashadamanov.naa@gmail.com*

#### **Xülasə**

İşdə daha uyğun monitorinq sistemləri və metodlarını müəyyənləşdirmək və effektiv həyata keçirmək üçün monitorinq sistemləri və metodlarının müqayisəli təhlili aparılır. Monitorinqin nəticələrinə əsasən proqnozlaşdırmanı təmin etmək üçün şəbəkə trafikinin həcmi əsas göstərici kimi götürülür. Şəbəkə trafikinin həcmi əks etdirən qiymətlər zaman keçdikcə dəyişdikcə proqnoz məqsədləri üçün model bazası seçilir. Vaxt aralığını emal edərkən, küylərin təsirini istisna etmək və silsilələrin quruluşunu daha yaxşı başa düşmək üçün hərəkətli orta və eksponensial hamarlaşdırma metodlarından istifadə olunur. Statistik təhlil şəbəkə trafik göstəriciləri əsasında aparılır.

Şəbəkə trafikində proqnozları təmin edən proqram hazırlanmışdır. Təvsiyə olunan alqoritm və proqram şəbəkə rəhbərlərinə şəbəkəni izləmək, monitorinq prosesini planlaşdırmaq və mümkün problemlərin proyektini hazırlamaq üçün icazə verir.

Müasir dövrdə hər bir müəssisənin fəaliyyətinin uğuru xeyli dərəcədə həmin müəssisədə kompüter texnologiyalarının, ilk növbədə isə kompüter şəbəkəsinin nə dərəcədə səmərəli tətbiqi ilə müəyyən olunur. Müəssisənin qarşısında duran bir sıra məsələlərin uğurlu həlli, heç şübhəsiz ki, şəbəkənin fəaliyyətində nasazlıqların, sapmaların, xətalərin vaxtında aşkar edilib aradan qaldırılması və bunun nəticəsi kimi fasiləsiz işin təmin olunması ilə sıx əlaqəlidir. Buna görə də kompüter şəbəkələrinin monitorinqi məsələsi aktual məsələ olaraq gündəmə gəlir. Kompüter şəbəkəsinin monitorinqi şəbəkəyə fasiləsiz nəzarət prosesi olub şəbəkədə olan nasazlıq və səhvlərin vaxtında aşkar olunmasını və müvafiq tədbirlər görülməsini təmin edir. Şəbəkənin vəziyyətinin monitorinqi mövcud şəbəkə monitorinqi metodları və sistemlərinin nə dərəcədə düzgün seçilməsi və tətbiqindən asılıdır və müxtəlif məlumatlandırıcı vasitələrin köməyiylə həyata keçirilir. Prosesin düzgün təşkili vaxta, vəsaitə qənaət etməyə və təhlükəsizliyi təmin etməyə imkan verir. Monitorinq prosesində əvvəlki məlumatların statistik emalı nəticələrindən istifadə etməklə sonrakı dövr üçün proqnoz verilməsi şəbəkənin fasiləsiz və səmərəli işinin düzgün planlaşdırılması üçün mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Təqdim olunan işdə müxtəlif şəbəkə monitorinqi sistemləri və metodları hərtərəfli təhlil olunmuşdur. Şəbəkə trafiki barədə toplanmış verilənlər əsasında statistik təhlil aparılmış və araşdırılmış proqnozlaşdırma metodlarının tətbiqi ilə şəbəkə trafikinə dair proqnozlar hazırlamağa imkan verən proqram təminatı hazırlanmışdır. Şəbəkə trafikinin proqnozlaşdırılmasını həyata keçirmək üçün işlənilmiş alqoritmlər və proqram təminatı əvvəlki dövrlərin məlumatları əsasında cari zaman üçün proqnozlaşdırma üçün tətbiq edilmiş və alınan nəticələr cari verilənlərlə müqayisə olunmuşdur. Müqayisənin nəticələri tətbiq olunan metodlar və alqoritmlərin qənaətbəxş olmasını təsdiq etmişdir. Bu da aparılan tədqiqatlar və yaradılan proqram təminatının şəbəkə administratorunun fəaliyyətində səmərəli bir vasitə olacağını deməyə və onun

gələcəkdə şəbəkənin fəaliyyətinin daha səmərəli təşkili üçün kifayət qədər faydalı olacağını söyləməyə əsas verir.

Şəbəkə monitoring sistemi şəbəkə trafikini, serverin mövcudluğunu və həmçinin performansını izləmək və qeyd etməyə imkan verən bir vasitədir. Mükəmməl şəbəkə monitoring sistemində aşağıdakılar olmalıdır [1-3]:

- Aktiv monitoring
- Xəbərdarlıq
- Proqnozlaşdırma qabiliyyəti
- Optimizasiya edilmiş şəbəkə performansı.

Bütün bu sahələr ən ağıllı şəbəkə monitoring sistemini qurmaq üçün birlikdə çalışırlar. Hər hansı şəbəkə üçün aktiv və ya real-vaxt rejimli monitoring olması yaxşıdır. O, həmişə şəbəkəyə, serverlərə, diaqnostik cihazlara və hətta şəbəkə qurğularına nəzarət edir. Xəbərdarlıqlar şəbəkədə qeyri-adi və ya normal olmayan bir vəziyyət olduğu zaman baş verir.

Proqnozlaşdırma sisteminin işlənilib hazırlanması prosesi iki mərhələdə yerinə yetirilmişdir. İlk mərhələdə Hyperic HQ, Nagios, Zabbix, Happy Apps, ManageEngine OpManager və Performans Co-Pilot kimi ən yaxşı monitoring proqramları, onların üstünlükləri və çatışmazlıqları araşdırılmışdır.

İkinci mərhələdə şəbəkə monitoring metodlarının müqayisəli təhlili aparılmışdır.

Aparılmış tədqiqatlar hər bir konkret şəbəkə üçün daha münasib monitoring sistemini və monitoring metodunu müəyyən etməyə və daha effektiv tətbiq etməyə imkan verir. Monitoring nəticələri əsasında proqnozlaşdırmanı həyata keçirmək üçün müəyyən bir kəmiyyət əsas götürülməlidir. Belə bir kəmiyyət olaraq şəbəkə trafikinin həcmi götürülmüşdür. Şəbəkə trafikinin həcmi ifadə edən qiymətlər zaman ərzində dəyişdiyindən proqnozlaşdırma sisteminin modeli olaraq zaman sıralarından [4,5] istifadə olunmuşdur. Sıralar bizi maraqlandıran qiymətlərin dəyişməsinin bütün tarixini müşahidə etməyə imkan verdikləri üçün verilənlərin təsviri üçün istifadə olunan geniş yayılmış və vacib formalardan biri hesab olunur. Bu, bizə tədqiq olunan kəmiyyətin "tipik" davranışı və ondan kənar çıxışmalar (meyləmələr) barədə mühakimə etməyə imkan verir. Sıraların analizi zamanı bizi onların strukturu və bütün əsas komponentlərin – trend, mövsümlük, küy və digər xüsusiyyətlərin qiymətləndirilməsi, həmçinin kəmiyyətin gələcək zamanda dəyişmələri üçün proqnoz verilməsi imkanı maraqlandırır.

**Proqnozlaşdırma metodları.**

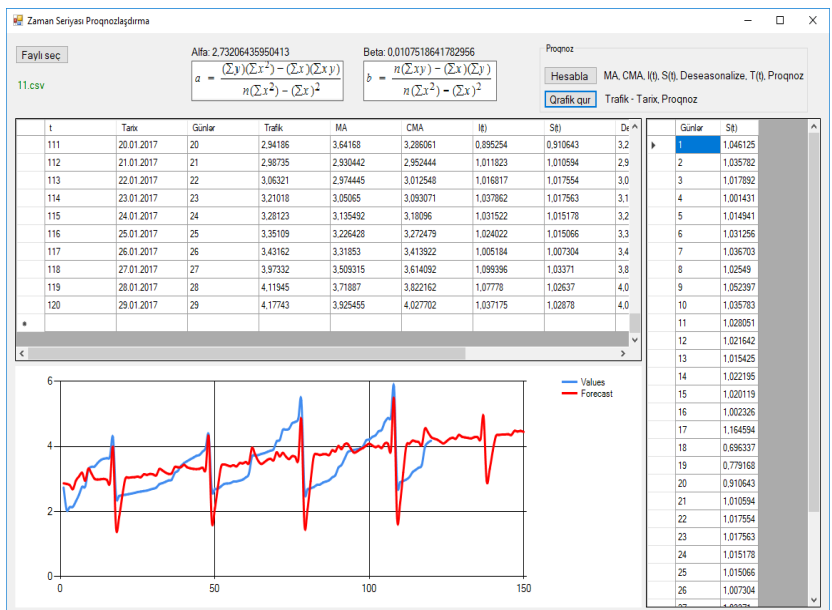
Sıralarla iş zamanı müşahidə olunan küylər çox vaxt sıranın strukturunun analizində çətinliklər yaradır. Bu təsiri istisna etmək və sıranın strukturunu daha yaxşı görmək üçün sıraların hamarlanması metodlarından istifadə etmək olar. Bu metodlara aşağıdakıları misal göstərmək olar:

- Naive metodu
- sadə orta qiymət metodu
- sürüşən orta qiymət metodu;
- eksponensial hamarlama metodu.
- çəki əmsallı orta qiymət metodu.

**Proqnozlaşdırma sisteminin şərhı [6]**

Proqnozlaşdırma proqramı vasitəsilə şəbəkə monitoring sistemlərində, monitoring nəticəsində yığılan verilənləri idxal etmək mümkündür. Bunun üçün monitoring sistemlərində olan ixrac funksiyasından istifadə edərək, verilənləri proqramın dəstəklədiyi format olan. CSV formatına ixrac etmək lazımdır. Bu veriyənlərdən istifadə edərək, proqram hesablamalar aparır və şəbəkə administratoruna şəbəkənin fəaliyyətini planlamağa imkan verir.

Proqramın "forecastNow" metodu parametr olaraq neçə gün üçün proqnozlaşdırma aparılacağını təyin edən "int" tipində qiymət alır və bu qiymətə uyğun hesablanan "St"



Şəkil 1. Proqnozlaşdırmanın nəticələrini əks etdirən qrafik

(mövsümlük) və “Tt” (trend) siyahılarını artırır və ilkin məlumatların emalı əsasında verilmiş müddət (məsələn, 30 gün) üçün proqnozlaşdırmanın nəticələrini əks etdirən qrafiki (qırmızı rəngli) qurur (şəkil 1):

Nəticələri aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar:

- Nəzarət olunan şəbəkənin aid olduğu müəssisənin fəaliyyətinin xüsusiyyətlərindən, şəbəkəni ölçüləri və istifadə intensivliyindən və istifadəçilərin hazırlıq səviyyəsindən asılı olaraq monitorinq sisteminin və metodunun seçilməsi məsələsi araşdırılmışdır;

- Əvvəlki məlumatların statistik analizi əsasında şəbəkə monitorinqində proqnozlaşdırma üçün alqoritm işlənmiş və C# proqramlaşdırma dilində verilənləri. CSV formatına ixrac etməyə imkan verən proqram təminatı hazırlanmışdır;

- Hazırlanmış proqramda verilmiş trafik məlumatları əsasında “Sadə ortalama” metodu vasitəsilə orta qiymətləri və bu qiymətlərdən istifadə etməklə It – qeyri-müntəzəmlik komponenti, St – mövsümlük komponenti, Tt – trend komponenti hesablanmışdır. Bu komponentlər əsasında, multiplikativ dekompozisiya modelindən istifadə etməklə proqnoz qiymətləri alınmışdır;

- Şəbəkə administratorları işlənilən hazırlanmış alqoritm və proqram təminatının köməyiylə şəbəkədə baş verə biləcək hadisələr haqqında proqnoz məlumatları almaq, şəbəkəyə nəzarət etmək və nəzarətin təşkilini planlaşdırmaq imkanı əldə edir.

### **Ədəbiyyat**

1. Amanov R.Ş. Şəbəkə monitorinq sistemlərinin müqayisəli xarakteristikaları. 13 fevral 2018, Fevral məruzələri MAA, s. 64-66.
2. Amanov R.Ş., Əhmədov L.N. Şəbəkə monitorinqi metodları. İnformasiya sistemləri və texnologiyaları. Nailiyyətlər və perspektivlər. Beynəlxalq elmi konfransın materialları. 15-16 noyabr 2018, SDU, s.316-318.
3. И. Уткин. Мониторинг локальной сети: системы и методы работы. <https://ilyaut.ru/articles/monitoring-lokalnoy-seti/>
4. Jonathan D.Cryer, Kung-S.Chan. Time series analysis. Springer, 2010, 491 p.
5. Lowekamp, Bruce B; Zangrilli, Marcia. Using Passive Traces of Application Traffic in a network Monitoring system. IEEE Computer Society 2004. <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1033294>
6. Əhmədov L.N., Amanov R.Ş. Şəbəkə trafiki əsasında proqnozlaşdırma alqoritm və proqramının işlənməsi. International Conference: Modern Information, Measurement and Control Systems: Problems and Perspectives (MIMCS’2019), 01-02 July, Baku, Azerbaijan p. 73.

### ***Forecasting method and its program realization in monitoring of information systems***

*Amanov R.Sh., Ahmadov L.N.*

*Comparative analysis of monitoring systems and methods is performed here to determine and effectively implement more appropriate monitoring systems and methods.*

*To enable the forecasting based on monitoring results, the volume of the network traffic is taken as the key indicator. As the prices reflecting the volume of network traffic changes through time, time ranges are selected as the model basis for forecasting purposes. While processing time ranges, to exclude the effect of noises and to understand the structure of ranges better, moving averages and exponential smoothing methods are use. Statistical analysis is conducted on the basis of network traffic indicators.*

*Software enabling projections on network traffic is prepared. Suggested algorithm and software permits network administrators to monitor the network, to plan the monitoring process and to project the potential issues.*



### **Big data təhsil sektorunu necə formalaşdırır**

***Qarayeva P.V., Əhmədov L.N.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
qarayeva.peri@mail.ru*

Məktəblər, universitetlər, kolleclər və təhsil qurumları şagirdlər, tələbələr, kafedralar və fakültələrlə bağlı böyük miqdarda verilənlərə sahibdir. Bu verilənlər təhsil müəssisələrinin funksional effektivliyini artırma biləcək məlumatları əldə etmək üçün təhlil edilə bilər. Tələbənin davranışı, imtahan nəticələri, hər bir tələbənin inkişafı və təhsil ehtiyacları kimi verilənlər dəyişən təhsil tələblərinə əsaslanmalıdır. Bunlar statistik analiz vasitəsilə işlənilə bilər və böyük verilənlər tələbələrin bilikləri həvəslə qəbul edəcəyi inqilabi sistemə yol açır [1].

Har Camel [2] təhsildə böyük məlumatların istifadəsinin faydalarını araşdırmışdı:

• **Şəxsi öyrənmə:** Bu indiki zamanda öyrənmə mühitini fərdlər üçün unikal etmək məqsədi daşıyır. Tədris mühitləri fərdiləşdirilərkən tələbəyə təqdim olunan məzmun növü, məzmunun ölçüsü və s. xüsusiyyətləri tələbənin öyrənmə tərzini araşdırmaq və tələbəyə məxsus təlim planını hazırlamaq üçün istifadə edilə bilər.

• **Adaptiv Öyrənmə:** Adaptiv öyrənmə sistemləri davamlı olaraq tələbələrə verilənlərini real vaxt rejimində toplayıb analiz edir, təhsil prosesini, mühiti şəxsin ehtiyac və bacarıqlarına uyğun olaraq dəyişdirir.

• **Dəqiq qiymətləndirmə:** Tələbələrə fəaliyyətini kameralar, sensorlar və s. verilənləri toplayan təbiiqlərlə izləməklə, onların uğurlarını daha dəqiq ölçən yeni qiymətləndirmə metodlarından istifadə etmək mümkündür.

• **Effektiv geri bildirim(feedback):** Big data qısa müddətdə tələbələrə girişinə cavab verir, daha asan və daha təsirli bir geribildirim dövrü təmin edir.

• **Performansın proqnozlaşdırılması:** Tələbələr rəqəmsal platformalarla qarşılıqlı əlaqə qurarkən, onların fəaliyyət qeydləri arxa planda saxlanılır. Bunları təhlil edərək tələbələrə davranışlarını, bacarıqlarını və sonrakı fəaliyyətlərini təxmin etmək olar. Bu yolla müəllimlər zəif performanslı olan tələbələrə inkişafına diqqət edə bilərlər.

Big data-nın tətbiqi ilə dəyişə bilən Təhsil Sektorundakı bəzi sahələrə nəzər salaq:

**Tələbələrə nəticələri.** Bir təhsil sektoruna böyük məlumatlar tətbiq edildikdə, bütün təhsil orqanı öyrənmələr və valideynlərlə birgə bu texnologiyanın imkanlarından faydalanır. Hər bir tələbə təhsil aldığı müddətdə özünəməxsus verilənlər izi əmələ gətirir, bu da tələbənin davranışını daha yaxşı başa düşmək üçün təhlil və sonralar ən yaxşı öyrənmə mühiti yaratmaq üçün istifadə edilə bilər. Big data analitikası tələbələrə ən çox sevdikləri fənlər, müəllimlər, dərslər, dərsləndirən fəaliyyətləri, hər imtahana sərf etdikləri vaxt və s. çərçivəsində tələbələrə təhsil mühitində fəaliyyətlərini izləyir. Bunlar əsasında hər tələbənin maraqlarını göstərəcək hesabat hazırlana bilər [3].

**Müəllimlərin təhlili.** Müəllimlər, verilənləri idarəedən sistemlərin tətbiqi ilə Big data analitikasından maksimum faydalanaraq, təhsil ocaqlarında tələbələrə öyrənmə qabiliyyətinə və üstünlük verdiyi fənlərə görə öyrənmə təcrübəsi yaradırlar. Şəxsiyyətləri öyrənmək istədiklərini seçməyə yönəldən çoxsaylı proqramlar hazırlanır. Bunun vasitəsilə bir tələbənin gələcəkdə və indi nə etmək istədiyi haqqında nəticələr əldə oluna bilər. Bütün tələbələrə eyni dərəcədə daha yaxşı öyrənmə təcrübəsi üçün rəy aldıqdan sonra müəllimlər tədris bacarıqlarını inkişaf etdirə bilərlər.

**Karyera imkanları.** Bir tələbənin bütün fəaliyyətlərini təhsil aldığı illər ərzində dərinlən öyrənmək, səlahiyyətli orqanın tələbənin irəliləyişini, güclü və zəif tərəflərini anlamasına kömək edəcəkdir. Əldə edilən nəticələr tələbənin maraqlandığı və daha sonra eyni sahədə karyera qura biləcəyi sahələri təklif edəcəkdir. Tələbə müəyyən bir sahəni öyrənməyə can atırsa, seçimi təqdir edilməli və bu yolda dəstəklənməlidir.

**1. Tələbənin nəticələrini yaxşılaşdırmaq [4].** Təhsil sistemi daxilində Big data-nın tətbiqinin ümumi məqsədi şagird-tələbə nəticələrini yaxşılaşdırmaqdır. Hal-hazırda tələbələrə fəaliyyətinin əsas dəyişənləri tapşırıq və imtahanlardan əldə olunan nəticələndir. Ancaq təhsil aldığı dövr müddətində hər bir tələbə individual verilənlər izi yaradır və onun real vaxt rejimində təhlil edilməsi tələbələrə fərdi davranışlarını daha yaxşı başa düşməyə və tələbələr üçün optimal təlim mühitini yaratmağa kömək edəcəkdir. Təhsil sektoruna Big data-nın kompilyasiyası tələbənin hərəkətlərini, məsələn, bir suala cavab vermək üçün nə qədər vaxt sərf etdikləri, imtahana hazırlaşmaq üçün hansı mənbələrdən istifadə etdikləri, hansı sualları cavablandırmadığı və s. izləmək mümkündür. Bu və buna bənzər sorğular hər tələbəyə dərhal rəy verərək avtomatik və anında cavablandırıla bilər.

**2. Tədris proqramını özləşdirmək.** Big data-nın köməyi ilə hər bir tələbə üçün özəl proqramlar hazırlana bilər. Bu, onlayn və offlayn öyrənmə kimi tanınan "qarışq öyrənmə" metodunun köməyi ilə mümkündür və tələbələrə yerindən və zamanından asılı olmayaraq maraqlı olan dərsləri izləmək, eyni zamanda professorlar tərəfindən offlayn yönləndirmə imkanı yaradır. Hazırda bu, dünya üzrə paylanmış MOOC-ların (Massive Open Online Courses) vəziyyətində baş verir. Məsələn, Stanford Universitetindəki Maşın Öyrənmə Dərsini Andrew Ng tərəfindən öyrədildiyi zaman yalnız 400 tələbə iştirak etdi. Ancaq eyni kurs bir MOOC olaraq təqdim edildiyi halda bu 100.000 tələbə cəlb etdi.



Şəkil 1. Big data-nın təhsil sektoruna təsiri



**3. Təhsildən yayınmaların sayını azaltmaq.** Təhsil sektoruna Big data-nın inteqrasiyası tələbələrin nəticələrini yaxşılaşdırmağa kömək edərsə, məktəb, kollec və ali təhsil müəssisələrində təhsildən yayınma və qovulma hallarının səviyyəsi də azalacaqdır. Təhsil müəssisələri əvvəlki tələbələrin nəticələrinin analizinə əsasən gələcək tələbələrin nəticələri barədə proqnoz vermək üçün toplanmış verilənlər üzərindən proqnoza əsaslanan analitik tədqiqatlardan istifadə edə bilər. Bu cür proqnozlar sınaq və səhv ehtimalını minimuma endirərək tədris planına daxil edilmədən əvvəl ixtisas üzrə fənlərin təhlilini aparmağa da kömək edə bilər. Həmçinin öyrənmələrin universitet və ya peşə məktəbini bitirdikdən sonra iş bazarında necə davrandıqlarını izləmək üçün də Big data-dan istifadə edilə bilər. Bu da gələcək tələbələrə düzgün universitet və ixtisas seçmələrinə kömək ola bilər.

**4. Beynəlxalq şirkətlərə işə qəbulu hədəfləmək.** Təhsil sektorundakı Big data-dan, beynəlxalq şirkət və təşkilatlar işə müraciət edən məzunları və müraciət prosesinə təsir edən mümkün amilləri təhlil üçün istifadə edə bilər. Bu cür biliklər müəssisələrə işə qəbul strategiyasını hazırlamağa və buna uyğun vəsait ayırmağa imkan verəcəkdir. Bu verilənlər axını həm də tələbələrə beynəlxalq universitetlər üzrə axtarış və müraciət prosesini sürətləndirərək onlar haqqında məlumatları təhlil etməyə kömək edəcəkdir. Big data-nın gələcək illərdə təhsil industriyasında inqilab etmək potensialı var. Daha ağıllı və potensialı olan tələbələrin təşkilatlara və cəmiyyətə müsbət təsiri olacaqdır.

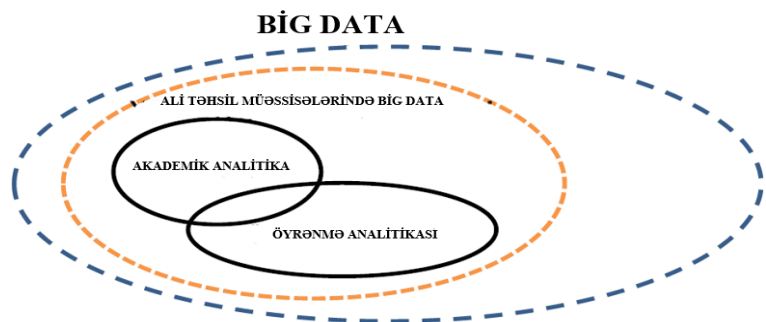
İnnovasiya, müəssisələrin verilənləri necə istifadə etməsi, sənayeni inkişaf etdirməsi və təhsilin yenilənməsi biçimini dəyişdirir. Big data sistemləri insanlara təşkilatların verilənləri necə təhlil etməsini və şərh etmələrini və bu şərtləri daha yaxşı qərar qəbul etmək üçün istifadə etmələrini öyrənməyə və inkişaf etdirməyə kömək edir. Bu, verilənləri həmişəkindən daha dəqiq toplaya, anlaya və təhlil edə biləcək mütəxəssislərin rolunu daha da artırır. Akademik şəraitdə, tələbələrin üz ifadələri, diskret fiziki hərəkətlər və sosial qarşılıqlı təsir kimi mürəkkəb xarakterləni özündə cəmləşdirən fasiləsiz video yayımları ilə təchiz edilmiş futurist sinifləri formalaşdırılacaq. Bu quruluş, tələbələrin qarşılıqlı əlaqədə olduqları bütün obyektləri, həmçinin tələbələr və müəllimlər tərəfindən deyilən hər bir ifadəni özündə cəmləşdirə bilər. Bundan əlavə, qiymətləndirmə sistemi tədqiqatçılara tələbələri öyrənməyə motivasiya edən proqramları kəşf etməyə imkan verən geyiləbilən qurğular tərəfindən qeydə alınan biometrik siqnalları əldə etməyə imkan verə bilər.

Təhsildə böyük məlumatların ortaya çıxması İKT-nin təhsilə inteqrasiyasına əsaslanır. Distant təhsil, virtual sinif tətbiqetmələri və bulud əsaslı məlumat mübadiləsi müasir təhsil sahəsində populyarlıq qazanır. Bu texnologiyalar, tələbələrin sayının artması ilə ənənəvi sinif təhsili verən ənənəvi universitet və qurumlara meydan oxuyur (Edbrix, 2016) [5]. Elektron tədrisin yayılması ilə, Öyrənmə İdarəetmə Sistemləri (LMS) üzrə müəllim və tələbələrin identifik verilənləri gündəgün təhsil sahəsində toplanmış məlumatların miqdarını artırır. Tələbənin təlim idarəetmə sistemi vasitəsilə: alınan dərslər, dərslərdəki qiymətlər, dərslər zamanı hər bölməni mənimsəməyə neçə dəqiqə sərf etdiyi, hansı bölmənin üzərindən neçə dəfə təkrar keçdiyi, hansı bölməyə son dəfə daxil olduğu, dərslər ən çox sərf etdiyi gün müddətləri (səhər, günorta, axşam), müxtəlif sensorlar köməyi ilə toplanmış üz ifadələri, sosial media üzərindən paylaşılan bir çox məlumat təhsildə böyük məlumatların bir hissəsi kimi görünür. Bundan əlavə, sistemə daxil olan bütün tələbələr üçün bir çox oxşar qeydlərin aparıldığını nəzərə alaraq təhsildə maraqlı tərəflər üçün faydalı olacaq həllər hazırlamaq vacibdir.

Böyük məlumatlar, xüsusilə təhsil sektorundakı məlumatların analizi və öyrənmə analitikalarında istifadə olunur, Şəkil 2-də ali təhsildə analitika və akademik analitika kimi böyük məlumatların istifadə sahələri sxematik təsvir olunub [6].

Öyrənmə analitikası verilənlərin təhlili və öyrənməni birləşdirən kompüter elmləri, verilənlər elmləri və sosial elmlər kimi müxtəlif sahələrdən olan tədqiqatçıları bir araya gətirən yeni bir fənlərə bərabər bir sahə olaraq görülür. Bu sahədə aparılan tədqiqatlara proqnozların təhlili, sosial şəbəkə və emosiya təhlili, fərdi öyrənmə və daha yaxşı kurikulum hazırlanması daxildir. Öyrədici verilənlər mədənciliyində tələbələrin daha yaxşı öyrənmələrinə kömək etmək üçün

rəqəmsal və onlayn təhsil sistemləri (öyrənmə idarəetmə sistemləri və ya kütləvi açıq onlayn dərslər) ilə tələbələrin qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində yaranan məlumatlara maşınla öyrənmə üsulları (AİS) tətbiq olunur. Hesablama statistikasını, məlumatların yaradılması, təbii dilin işlənməsi, maşın öyrənməsi, insanın kompüterlə



Şəkil 2. Təhsildə böyük məlumatların istifadəsi sahələri

qarşılıqlı əlaqəsi və vizuallaşdırılması kimi kompüter elmləri, qərarqəbuletmə elmi, statistik məlumatların təhlili, sinif/təlim texnologiyası, informasiya nəzəriyyəsi, təşkili və idarəetmə elmlərinə töhfə verir və hamısı öyrədici verilənlər mədənciliyinin çətiri altında toplanır.

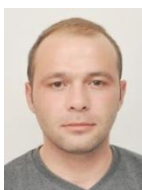
### Ədəbiyyat

1. <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/how-is-big-data-influencing-the-education-sector>
2. Har Camel, Y. (2016). Regulating “big data education” in Europe: Lessons learned from the US. *Internet Policy Review*, 5(1). doi: 10.14763/2016.1.402
3. <https://dzone.com/articles/how-is-big-data-influencing-the-education-sector>
4. <https://www.smartdatacollective.com/how-big-data-and-education-can-work-together-help-students-thrive/>
5. Herold, B. (2016). The future of big data and analytics in K-12 education - Education week.
6. Prof. Dr. Hatice Ferhan ODABAŞI, Prof. Dr. Buket AKKOYUNLU, Prof. Dr. Aytekin İŞMAN. “Eğitim Teknolojileri Okumaları/2017”.

### *How does Big data form education sector*

*Qarayeva P.V., Ahmadov L.N.*

*Big data technology is supporting the driving of new educational models, such as digital learning and customized curricula. Unfortunately traditional classroom curricula consist of static learning plans that are applied consistently for all students, regardless of their academic performance. But in the digital classroom, educators use big data technology to collect information about students and develop customized learning plans. This serves as an especially beneficial resources for educators charged with mixed learning paths of classes Using innovative big data systems, however, school districts are implementing blended learning programs that merge the traditional classroom with the online learning. This allows students to achieve targeted learning outcomes, while absorbing lessons at their possible pace.*



### **Bulud texnologiyalarında yüklənmənin balanslaşdırılmasının tətbiqi**

***Bağırılı H.R., İsmayilov B.Q.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*  
*huseynrb@code.edu.az*

Bu məqalədə məqsəd bulud hesablaması üçün yüklərin balanslaşdırma alqoritmlərini araşdırmaqdır. Bu xidmətə ehtiyacı olan bütün cihazların daha sürətli bağlantısını təmin etmək üçün şəbəkə yükünün bərabər bölünməsi məqsədi ilə bulud hesablanmasında müxtəlif növ balans alqoritmləri təhlil edilir. Həyata keçirilən yük balansı alqoritmləri arasında qarışqa koloniyasını optimallaşdırma alqoritmı digərləri ilə müqayisədə daha əlverişlidir.

Bulud hesablaması istifadəçilərə mövcudluq və nöqsanlara qarşı dözümlü tətbiqləri təşkil etməyə imkan verən bir alqoritmidir. Bu alqoritm kompüter texnologiyası üçün istifadə olunan internet əsaslı bir platforma təmin edir, hesablama mənbələrini toplayır və onları avtomatik idarə edir. İstifadəçilərin irəli sürdükleri tələbə uyğun olaraq müvafiq aparat, proqram təminatı və xidmət təqdim edir. Bir bulud hesablaması quruluşu, internet üzərindən çıxış, qaynaqların birləşdirilməsi, xidmətin mövcudluğu və fərdi istifadəçilər tərəfindən istifadə edilən xidmətlərin ölçülməsi ilə təsnif edilir. Bulud hesablaması məlumatların saxlanması sahəsi, şəbəkələr, kompüter emalı gücü və istifadəçi tətbiqi daxil olmaqla kollektiv bir qrup təmin edir. Bulud texnologiyalarında dörd yerləşdirmə modeli vardır:

- Public
- Private
- Community
- Hybrid.

**Xidmət Modelləri** – bulud hesablamasının əsaslandığı oriyentasiya modelləridir. Bunlar aşağıda göstərilən üç əsas xidmət modelinə bölünür.

- Infrastructure as a Service (IaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Software as a Service (SaaS).

Yük tarazlığı vaxtın və ehtiyatların daha səmərəli istifadəsi üçün bütün iş yükünün bir qrup sistem üçün ayrıca qovşaqlara yenidən təyin edilməsi üsuludur. Yük balansı bir tətbiqi server infrastrukturunu

genişləndirmək üçün əsas vasitədir. Tələb artdıqca yük balansçısı birbaşa yeni serverə trafik göndərməyə başlayacağı təqdirdə, resurs serverinə yeni serverlər əlavə edə bilər. Yük balansında iki fərqli alqoritm mövcuddur. Onlar statik və dinamik alqoritmdir.

Statik alqoritmlər – serverlər arasında trafikin bərabər şəkildə bölünməsidir. Bu yanaşmada, serverlərdəki məlumatların tam qüsursuz şəkildə ötürülməsi baş verir.

Dinamik alqoritmlər – bütün şəbəkəni axtararaq serverdəki uyğun çəkiliyi seçir və trafiki tarazlaşdırmaq üçün ən yüngül serverə üstünlük verir. Uyğun bir server seçmək üçün sistemdə əlavə trafikin artmasına səbəb olan şəbəkələrdə etibarlı ünsiyyətə ehtiyac duyar.

#### **Bulud texnologiyalarında yük balansının üstün cəhətləri**

Redundancy (İxtisar) – İki və ya daha çox eyni serverlərin işə salınması prosesini təsvir edir, beləliklə bir serverin işğal ediləcəyi halda zamanətli bir prosesi təmin edir.

Scalability (Miqyaslama) – Müvafiq qaynaq tələbləri təklif olunsada, düzgün host həllini tapmaq üçün ölçülmə qabiliyyəti həmişə nəzərə alınmalıdır.

Resource optimization (Resursların optimallaşdırılması) – Yükün balanslaşdırılmasında trafikin server klasterinə necə yayıldığını optimallaşdırmaq olar ki, bu da ən yaxşı üstünlüyü əldə etməyə imkan verir.

Security (təhlükəsizlik) – Təhlükəsizlikdə, şəbəkə yalnız bir IP ilə yükləməyə məruz qalır, bu da hücum halında qırılma nöqtələrinin miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

Bulud texnologiyalarında yük tarazlığı həddindən artıq yüklənmiş, aktiv yerli iş yüklərini bütün qovşaqlar arasında bərabər şəkildə paylayan bir üsuldür. Sistemin ümumi işini səmərəli şəkildə yaxşılaşdıraraq, resurslardan səmərəli istifadəyə və istifadəçilərin razı qalmasına nail olur. Tapşırıqlar müxtəlif yerlərdən gəldikdə yük balansçısı onları qəbul edir və müvafiq yük bölgüsü üçün məlumat mərkəzinə paylayır. Yükün balanslaşdırılması üçün aşağıdakı üsullara nəzər salaq.

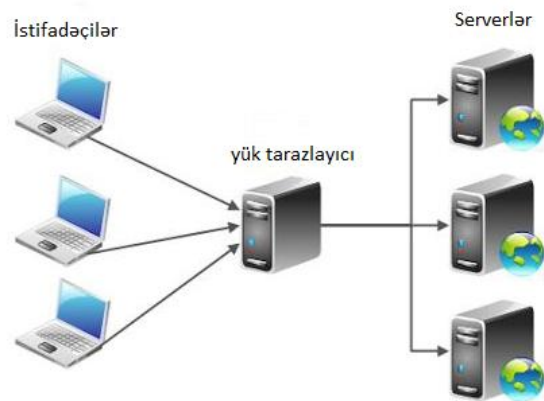
**Round Robin Alqoritm** – Əvvəlki vəziyyətlərin nəzərə alınmadığı statik yük balans alqoritmlərindən biridir. Bu sadədir və iş bölgüsü üçün Round Robin metodundan istifadə edir. Təsədüfən ilk nodu seçir və sonra işi bütün digər qovşaqlara bərabər olaraq bu üsul ilə bölür. Əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, heç bir prosesual rabitəyə ehtiyac duymur. Burada təyin edilmiş hər bir nod müəyyən bir ağırlığa malikdir. Düyünlərin ağırlığına əsasən istəkləri əldə edərlər. Bütün qovşaqlar bərabərdirsə bu trafikin düzgün paylanmasına işarədir.

**Opportunistic Load Balancing Algorithm** – Bu alqoritm VM-in hazırkı iş yükünü düşünməyən statik yük balans alqoritmlərindən biridir. Adətən hər nodu məşğul saxlayır, yerinə yetirilməmiş tapşırıqları tez və təsadüfi qaydada hazırkı nod ilə əlaqələndirir. Burada tapşırıqların hər biri təsadüfi olaraq noda verilir. Bu alqoritm bir yük balans cədvəli təmin edir, lakin yaxşı nəticə vermir. Tapşırıqlar yavaş bir şəkildə işlənir, burada nodun cari icra müddəti hesablanır.

**Min-Min Load Balancing Algorithm** – Bu alqoritmə növbədə gözləməyin icrası və başa çatma vaxtı bulud meneceri tərəfindən müəyyən edilir. Minimum icrası olan işlər əvvəlcə prosessorlara tapşırıqlar ki, tapşırıq vaxtında yerinə yetirilsin. Lakin maksimum icrası olan vəzifələr müəyyən bir müddət gözləməlidir. Beləliklə, prosessordakı bütün vəzifələr yenilənməlidir və növbədəki vəzifələr çıxarılmalıdır. Minimum vaxt icrası olan tapşırıq maksimum vaxt icrasından daha yaxşı yerinə yetirilir.

- Hesablanma vaxtı istisna olmaqla (ETC - Excepted Time of Compute) – Bütün qovşaqlarda tapşırıqlar istisna olmaqla işləmə müddəti ETC-də saxlanılır,
- Minimum Tamamlama Vaxtının Alqoritm (MCT - Minimum Completion Time Algorithm) – Minimum başa çatma vaxtına əsasən tapşırıqları ayırır.

**Ant Colony Optimization Based Load Balancing Algorithm** – qarışqa koloniyası optimallaşdırılmasına əsaslanan yük balanslaşdırma alqoritmidir. Bu alqoritm qarışqaların hərəkətinə əsaslanaraq qida və koloniya arasında ən optimal yolu tapmaq üçün hazırlanmışdır. Bu yanaşmanın əsas məqsədi iş yükünü düyünlər arasında səmərəli şəkildə bölüşdürməkdir. Qarışqalar bulud düyünündən məlumat toplayır və tapşırıqlar üçün xüsusi qovşağı təyin edirlər. Vəzifə baş qovşaq təyin edildikdən sonra, qarışqa həddindən artıq yüklənmiş düyünü yoxlayaraq növbəti qovşaq ilə irəliləyir. Hərəkət zamanı yüklənmiş qovşağı yenidən tapırsa, irəli istiqamətə hərəkət edir. İş uğur qazandıqda yenilənir, sonra nəticə qarışqanın fərdi nəticəsinə əsasən bildirilir. Fərdi nəticəni aldıqdan sonra tam hesabat hazırlamaq üçün



Şəkil: 1 Yük balansının nümunəsi

birleşdirilir. Qarışqa hər hərəkət üçün nəticəni yenilədikdə həll dəsti avtomatik olaraq yenilənir. Geri hərəkət etməməsi üçün qarışqa hədəf qovşağa çatdıqda intihar edir.

**Active Clustering load balancing Algorithm** – Təsadüfi seçmə üsulunun təkmilləşdirilmiş formasıdır. Bu alqoritmdə çoxluq anlayışı istifadə olunur. Bu alqoritmın əsas prinsipi bənzər qovşaqları bir-birinə qruplaşdırmaq və həmin qruplaşdırılmış qovşaqlara əsaslanaraq işləməkdir. Düyünlərin qruplaşdırılması mənbələrin ötürmə qabiliyyətini səmərəli şəkildə artırmasına kömək edir. Bu alqoritmdə matç hazırlayıcı adlanan bir metod tətbiq olunur. Bu proses yükü bərabər balanslaşdırmaq üçün iterativ şəkildə icra edilir. Sistem performansını ötürmə qabiliyyətini artıraraq yüksək səviyyədə inkişaf etdirilir. Ötürmə qabiliyyətində artım olduqda mənbələrdən səmərəli istifadə etmək olur.

#### Bulud texnologiyalarında yükün balanslaşdırma alqoritmlərinin müqayisəsi

Yük Balans Alqoritmı	Statik / Dinamik	İş bölgüsü	Üstünlükləri	Çatışmazlıqları
Round-Robin	Static	Birinci qovşağı sistemsiz şəkildə seçir, digər qovşaqları isə Round-Robin üsulu ilə ayırır	Bütün serverlərdə yük bölgüsü eyni olur	Hər hansı bir proses əvvəlcədən bilinmir
Opportunistic Load Balancing Algorithm	Static	Sistem strukturuna əsaslanır	Hər qovşağı məşğul tutur	İcra müddəti başa çatdı, lakin qovşaq hələ də məşğuldur
Min-Min Load Balancing Algorithm	Static	Növbədə gözləyən işi müəyyənləşdirir və tamamlayır	Az icra müddəti olan işləri daha yaxşı yerinə yetirir	Tükənməyə doğru aparır
AntColony Optimization Based Load Balancing Algorithm	Static	Qarışqaların hərəkətlərinə əsaslanaraq qidalarını toplamaqda optimal yol axtarır	İş yükünü düyünlər arasında səmərəli və optimal iş cədvəlində bölüşdürür	Yoxdur
Honeybee Foraging Load Balancing Algorithm	Dynamic	Bal arılarının davranışlarına və bal toplamağa yanaşmalarına əsaslanır	Virtual maşının cavab vermə və gözləmə müddəti azalır	Resurslarda artım olanda maşının məhsuldarlığı azalır
Biased Random Sampling Load Balancing Algorithm	Dynamic	Təsadüfi seçmə metoduna əsaslanır	Yük balansına sistemdəki bütün qovşaqlar vasitəsilə nail olur	Yük artdıqda pozulmalar baş verir
Active Clustering load balancing Algorithm	Dynamic	Qovşaqları birlikdə qruplaşdırmaq	Bənzər qovşaqlar birlikdə qruplaşdırılır	Qovşaqların müxtəlifliyində artım olduqda performans zəifdir

#### Ədəbiyyat

1. Rajesh George Rajan, V.Jeyakrishna (Dec 2013), "A Survey on Load Balancing in Cloud Computing Environment", Vol.2, Issue.12, pp.4726-4728.
2. ZenonChaczko,VenkateshMadadevan, ShahrzadAslanzadehand,ChristopherMedermind (2011),"Availability and Load Balancing in Cloud Computing", Vol.14.pp.138-140.
3. <https://www.edgehosting.com/managed-solutions/managed-hosting-services/server-load-balancing/benefits>.
4. Dharmesh Kashyap, Jaydeep Viradiya(Nov 2014),"A Survey of Various Load Balancing Algorithms in Cloud Computing", Vol.3,Issue.11,pp.115-119.
5. Shanti Swaroop Moharana,RajaDeepanD.Ramesh and Digamber Powar(May2013),"Analysis of Load Balancers in Cloud Computing",Vol.2,Issue.2,pp.101-108.
7. Upendra Bhoi,Purvi N.Ramanuj(April 2013) "Enhanced Max-Min Task Scheduling Algorithm in Cloud Computing", Vol.2,Issue.4,
8. J.Uma,V.Ramasamy,A.Kaleeswaran(Feb 2014),"Load Balancing Algorithms in Cloud Computing Environment-A Methodical Comparison",Vol.3,Issue.2,pp.272-274.
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing).

#### Application of load balancing in cloud technologies

Бағирли H.R., Исмайлов B.G.

*Cloud Computing is a huge concept and load balancing plays a very important role in Clouds. We have discussed and compared various load balancing algorithms, other load balancing algorithms can also be applied. Balancing the network load equally is one of the significant tasks in cloud computing. The ant colony optimization works better and distributes the workload in an efficient manner when compared to other algorithms.*



### Mikropeyklərin elektrik qida parametrlərinə telemetrik nəzarət sisteminin işlənməsi

*Abbash F.A., Eynullayev V.S.*

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
fidanabasli13@gmail.com*

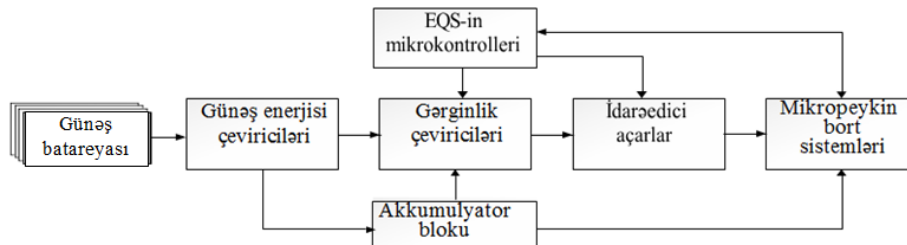
#### Xülasə

Mikropeyklərin elektrik parametrlərinə telemetrik nəzarət sisteminin işlənməsinə baxılmış, mövcud elektrik qida sistemlərinin (EQS) funksional imkanları təhlil edilmiş, peyklərdə tətbiq olunan EQS və telemetrik nəzarət sisteminin xüsusiyyətləri təhlil edilmiş, EQS-in iş rejimlərinə və parametrlərinə intellektual nəzarət blokunun strukturu təklif edilmişdir.

**Problemin aktuallığı.** Hal-hazırda rəbitə, naviqasiya, yerin məsafədən zondlanması, elmi tədqiqatlar və s. məqsədlər üçün mikro və nanopeyklərin kosmosa buraxılması çox geniş yayılmışdır. Bu məsələlərin həlli elə də ucuz başa gəlmir. Ona görə də peykdən, onun işini təmin edən parametrlərin vəziyyəti barəsində Yerə məlumatlar göndərilməsini təmin etmək və lazım olduğu zaman Yerdən komandalar verərək baş verə biləcək problemlərin qarşısını almaq vacib məsələlərdən biridir. Peykin həyat fəaliyyətini təmin edən əsas sistemlərdən biri elektrik qida sistemidir (EQS). Bütün bort elektron sistemlərinin işini təmin edən elektrik qida sistemi parametrlərinin dəyişməsi, müxtəlif nasazlıqlar və qısa qapanmalar zamanı bir sıra elementlərin və blokların bu və ya digər səbəblərə görə sıradan çıxması halları baş verir. Bu da öz növbəsində peykin işini ləngidir, ümumilikdə onun istismar müddətini azaldır və bir sıra hallarda onun fəaliyyətinin tamam dayanmasına gətirib çıxarır. Belə problemlərin vaxtında aşkarlanması, yerdən idarəoluna bilməsi və həll edilməsi üçün peykin elektrik qida parametrlərinə telemetrik nəzarət sisteminin işlənilməsi tətbiq olunması son illər mikro və nanopeyklərin layihələndirilməsi sahəsində ən aktual məsələlərdən biri hesab olunur.

Bir qayda olaraq mikro və nanopeyklərin layihələndirilməsinin ilkin mərhələsinə aşağıdakı 3 əsas məsələ daxildir: 1) Daşıyıcı konstruksiyanın işlənməsi; 2) Qidalandırma sisteminin işlənməsi; 3) Radiorəbitə sisteminin işlənməsi.

EQS peykin verilmiş istismar müddətində orbital uçuşu, həmçinin, onun yerüstü sınaqları zamanı onun bort sistemlərinin elektrik enerjisi ilə təmin olunması üçün nəzərdə tutulub. Mikropeykin aparaturası bir qayda olaraq, müxtəlif nominal gücünə gərginliklər və ayrı-ayrı qidalanma tələb edir. Ona görə də EQS-in tərkibinə bir qayda olaraq, gərginlik çeviriciləri və stabilizatorları daxil olur, hansı ki, bu qurğuları çox vaxt ikincili enerji mənbələri adlandırılır. EQS mikrokontrolleri günəş batareyalarındakı cərəyanları və gərginlikləri, o cümlədən günəş panelləri və çeviricilərin cərəyanlarını və gərginliklərini ölçür. Çeviriciləri və batareya doldurma sistemini idarə edir. Bu məlumat vahid EQS telemetriya paketində toplanır. Qida gərginliyi dörd ayrı kanal vasitəsilə verilir, bunlardan üçü bir mikrosxem ilə idarə olunur, bu da kanala birbaşa nəzarət etməklə yanaşı çeviricini həddindən artıq yüklənmədən qoruyur və kanaldakı cərəyan 1A həddini aşdıqda kanalı bağlayır. Gərginliklərin hər birinin idarə olunan kanalı başlanğıcda standart olaraq, sonradan - bort kompüterindəki əməllərə əsasən açılır. Qeyd olunanları nəzərə almaqla, müasir bort EQS-nin struktur sxemini şəkil 1-də göstərilmiş kimi vermək olar.



Şəkil 1. Mikropeykdə EQS-in struktur sxemi

Yerətrafi fəzada fəaliyyət göstərən və Günəşin yaxın planetlərinin tədqiqini aparan mikropeyklərdə çox hallarda ilkin enerji mənbələri (elektrik enerjisinin bərpa olunması üçün) kimi panellərlə birləşdirilmiş və günəş batareyaları adlanan fotoelektrik çeviriciləri (FEC) istifadə edirlər. Günəş batareyaları günəş

şüalanmasının enerjisinin sabit elektrik cərəyanına çevrilməsini yerinə yetirir. Günəş FEÇ-lərini elə birləşdirirlər ki, lazım olan gərginliklər (ardıcıl birləşmə) və lazım olan güc (paralel birləşmə) təmin olunsun.

Son illər EQS-lərin tərkibində 3-kaskadlı GaInP/GaAs/Ge əsaslı günəş batareyalarının, LiFePO<sub>4</sub> tipli akkumulyatorların və onların optimal rejimlərinin təmin olunması üçün dolub-boşalmasına intellektual nəzarət sisteminin tətbiqinə xüsusi yer verilir.

Bort qurğularının qidalandırılması üçün çox vaxt bir neçə fərqli gərginliklər tələb olunur. Müxtəlif gərginliklər təmin edən qida mənbələrini qurmaq üçün çeviricilərin imkanlarından istifadə olunur.

Enerji akkumulyatorları kimi nominal gərginliyi, tutumu, nominal boşalma və yüklənmə cərəyanları, istismar müddəti və öz-özünə boşalma cərəyanı ilə xarakterizə edilən KB (kimyəvi batareyalar) istifadə olunur. Akkumulyatorların xidmət müddəti bir çox amillərdən: boşalmanın dərinliyindən, yüklənmənin rejimindən, yüklənmə və boşalma arasındakı perioddan, temperaturdan və digər faktorlardan asılıdır.

Öz-özünə boşalma – boşalma cərəyanı olmadıqda (akkumulyator yükəndən ayrıldıqda) daxili kimyəvi proseslərin hesabına, həmçinin, batareyanın çirklənmiş xarici səthi hesabına sızma cərəyanının yaranması nəticəsində batareyanın tutumunun bir hissəsinin itirilməsi prosesinə deyilir. Öz-özünə boşalma sızma mikrocərəyanları ilə xarakterizə olunur və faizlərlə qiymətləndirilir. Saxlanılma müddəti t zamanında batareyanın tutumunun itirilməsi (faizlərlə) ölçüsü (həddi) aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$S = 100(C_0 - C_t) / C_0,$$

burada C<sub>0</sub> - ilkin, yaxud yüklənmiş ikinci cərəyan mənbəyi ilə istismarın başlanğıc anında verilmiş tutumdur. C<sub>t</sub> - t zaman anında cərəyan mənbəyinin tutumudur.

Müasir EQS-də Panasonic 18650B seriyalı batareyalardan istifadə edirlər. Seçilmiş batareyalar daha yüksək boşalma cərəyanına, yüksək saxlama temperatur həddinə və tutuma malikdir. Son illər mikropeyklərdə daha kiçik xüsusi çəki parametrləri və kiçik öz-özünə boşalma cərəyanı ilə xarakterizə olunan litium-ion batareyaları tətbiq tapırlar. Cədvəl 1-də GomSpace Li-I 18650, Panasonic NCR 185560B akkumulyatorlarının xüsusiyyətləri göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Akkumulyatorların müqayisəsi

Parametr	GomSpace Li-I 18650	Panasonic NCR 18650B
Gərginlik, V	3,0 - 4,2	2,5 - 4,2
Dolma (şarj) cərəyanı, mA	1000 - 2500	900 - 3100
Boşalma cərəyanı, mA	1000 - 3750	2900 - 6800
Dolma (şarj) temperaturu, C°	-5-ilə +45 arasında	0 ilə 45 arasında
Boşalma temperaturu, C°	-20 ilə +60 arasında	-20 ilə +60 arasında
Saxlama temperaturu, C°	-20 ilə +20 arasında	-20 ilə +50 arasında
Dövrələrin sayı (elektrik itkisi 20 %)	350	500
Tutum, MAh	2600	3070

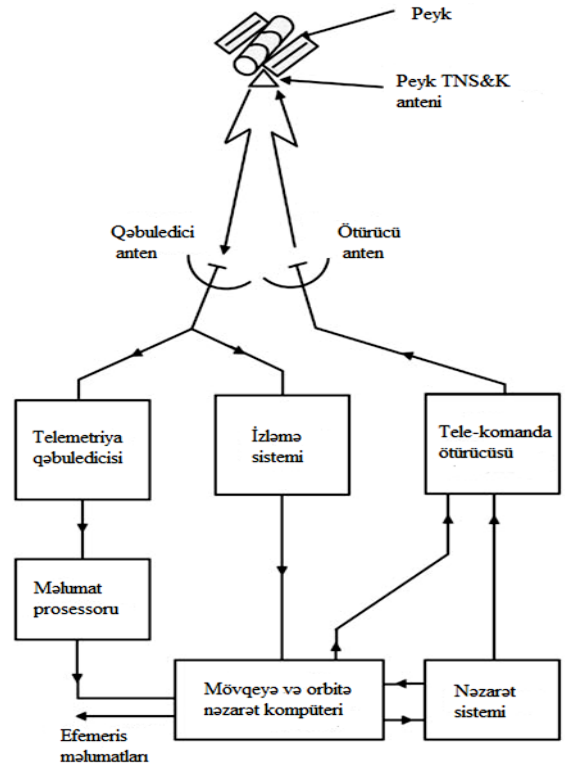
Telemetriya vasitəsilə gərginlik, cərəyan, müqavimət, eləcə də temperatur və digər parametrlər ölçülür. Telemetriyanın bütün mahiyyəti, ölçülən kəmiyyətin əvvəlcə cərəyanı və ya gərginliyə, daha sonra tələb olunan formatlı bir siqnala çevrilməsi və öz növbəsində rabitə kanalı ilə ötürülməsidir.

Mikropeykin fəaliyyətinə nəzarət olunan parametrlərinin sayı onlarla, yaxud yüzlərlə ola bilər, ona görə də ölçmə elementlərindən (vericilərdən) informasiyanın ötürülməsi üçün informasiyanın sıxlaşdırılması (kodlaşdırılması) yerinə yetirilə bilər. Bu informasiya telemetrik radioxətt ilə yerüstü qəbul məntəqələrinə ötürülür. Radioxəttin qəbuledici tərəfində hər bir vericidən gələn siqnalların seçilməsi və çevrilməsi (dekodlaşdırma) baş verir. Optimal işçi tezliklər kimi 144MHs Yerdən borta (uplink) 440MHs bortdan yerə (downlink) tezliklərini qəbul etmək olar.

Ümumi halda telemetrik nəzarət sisteminin struktur sxemini şəkil 2-də göstərilmiş kimi vermək olar.

Telemetrik nəzarət sistemi (TNS) bort sistemlərinin vəziyyəti, onların iş rejimləri, qida mənbələrinin gərginlikləri, bölmələrdə temperatur və atmosfer təzyiqi və s. haqqında informasiya almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bundan başqa telemetrik informasiyaya peyk naviqasiya aparaturasından verilənlər və bort zamanı haqqında məlumat da daxil ola bilər. Telemetrik nəzarət verilənləri bort sistemlərinə və trayektoriya hesablarına nəzarət olunması üçün vacibdir. İnformasiya mikropeykdə yerləşdirilmiş vericilərdən daxil olur. Bu sistem zərurət yarandığı halda peykə əmrlər verir və əmrlərin yerinə yetirilməsinə nəzarət edir. Telemetriya və izləmə funksiyası iki tərəfli: yuxarı istiqamətli (uplink) və aşağı istiqamətli (downlink) olur, komanda funksiyası isə yalnız bir tərəfli (uplink) olur.

Şəkil 2. Telemetrik nəzarət sistemi və komanda (TNS & K) alt sisteminin blok sxemi



Yerüstü telemetrik aparatura radioqəbuledicidən, siqnalların dekodlaşdırması və qeydiyyatı, informasiyanın analizi və əksətdirilməsi aparaturasından təşkil olunur.

Peykin (mikropeykin) tipindən asılı olaraq, telemetriya sistemlərinin müxtəlif qurulma variantları ola bilər. Adətən, peykin telemetrik nəzarət sistemi idarəetmə sisteminin tərkibinə daxil olan bort kömpüteri və telemetrik informasiyanın yığılması bloku vasitəsilə yerinə yetirilir.

Aparılan təhlillər göstərir ki, EQS-in daha etibarlı və effektiv telemetrik nəzarətini və yerdən idarə olunmasını təmin etmək üçün bu sistem, hər akkumulyatorun temperaturuna, çap lövhələrinin daha çox yüklənmiş hissələrinin temperaturuna nəzarət vericilərinin, günəş batareyalarının cərəyan və gərginliklərinə, eyni zamanda hər bir ikinci qida gərginliyinə nəzarət və s. vericiləri ilə təmin edilməlidir.

**Nəticə.** Təklif olunan layihədə son illərin nailiyyətlərini nəzərə almaqla, GaInP/GaAs/Ge 3 kaskadlı günəş batareyalarının analoqu olan günəş batareyalarının əsasında panellərin seçilməsi və hazırlanması, LiFePO4 tipli akkumulyatorların alınması, qida mənbələrinin iş rejimlərinə və parametrlərinə intellektual nəzarət blokunun işləyib hazırlanması nəzərdə tutulur. EQS-ə telemetrik nəzarəti təmin etmək üçün hər akkumulyatora, günəş panellərinin vəziyyətinə, plataların temperaturuna və digər parametrlərə nəzarət vericilərini əsaslandırılıb seçmək və işləyib hazırlamaq nəzərdə tutulur.

### Ədəbiyyat

1. В.Ф. Фатеева. Малые космические аппараты информационного обеспечения / Под редакцией – М.: Радиотехника, 2010.
2. Д.Д. Давыдов, А.А. Соболев, Е.В. Устюгов, С.В. Шафран. Проектирование системы электропитания наноспутников семейства SamSat. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева. Изв. вузов. Приборостроение. 2016. Т. 59, № 6.
3. <https://nanoavionics.com/cubesat-components/>
4. Scientific and Technical Aerospace Reports, Volume 7, Issue 23

### Processing of telemetry control system for electrical power parameters of microsattellites

Abbasli F.A., Eynullayev V.S.

It was examined the processing of telemetry control system of electrical power parameters of microsattellites in this article. The functionality of existing electrical power systems (EPS) has been analyzed, the features of telemetry control systems used in EPS and satellites have been examined and it has been proposed to develop an intellectual control unit for the operation and parameters of EPS.



### Nanopeyk üçün optoelektron səmtləşdirmə və stabilləşdirmə sisteminin struktur modeli

**Bayramova G.İ., İsgəndərov İ.Ə.**

Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
gulsenem1997@mail.ru

### Xülasə

İşdə kosmik aparatın (KA) Yerə səmtləşdirilməsi üçün optoelektron sistemin modelinin işlənməsinə baxılmışdır. Mövcud səmtləşdirmə və stabilləşdirmə sistemlərinin funksional imkanları təhlil edilmiş, KA-larda tətbiq olunan optoelektron səmtləşdirmə, stabilləşdirmə və naviqasiya qurğularının xüsusiyyətlərinə baxılmış və mikrobolometrik matrislər əsasında səmtləşdirmə sisteminin strukturu təklif edilmişdir.

Bucaq stabilizasiyası, peykin uçuş trayektoriyasının uçuşun daha çox təcillə baş verdiyi sahələrində: bir orbitdən o biri orbitə keçdikdə, enmə trayektoriyasına keçid vaxtı və s. vaxtı orbitin korreksiyası zamanı peykin (nanopeykin) hərəkətinin tənzimlənməsini təmin edir. Bucaq stabilizasiyası sistemi çoxlu enerji sərfiyyatı tələb edir, çünki bu sistem kifayət qədər böyük özündən çıxaran qüvvələr və momentlər şəraitində işləyir. Peykin səmtləşdirilməsi zərurəti aşağıdakı hallarda yaranır: günəş batareyalarının işi hesabına enerji alınması halında; naviqasiya ölçmələri zamanı; elmi tədqiqatlar aparıldıqda; iti istiqamətlənmiş antenanın köməyi ilə informasiyanın Yerə ötürülməsi zamanı; peykin uçuş trayektoriyasının dəyişdirilməsi məqsədilə tormozlayıcı və ya sürət vermə mühərrikinin qoşulmasından əvvəl.

Stabilləşdirmə sistemi yalnız aktiv olduğu halda, səmtləşdirmə sistemi həm aktiv, həm də passiv ola bilər. Passiv səmtləşdirmə sistemləri qravitasiyalı, inersial, aerodinamik və s. olmaqla öz işi üçün peykin borta ehtiyat yığılmış enerjinin sərf olunmasını tələb etmir. Bu sistemlər yüksək qənaətliliyi ilə fərqlənirlər.

Kosmik aparatların optoelektron səmtləşdirilmə və naviqasiya qurğuları böyük həcmdə informasiyanı emal edən qurğulardır. Bu sistemlər yüksək dəqiqliyə malik olmalı və avtonom olaraq fəaliyyət göstərməlidirlər. Buna görə də ilkin informasiya vericiləri kimi KA-nın müxtəlif astronomik şüa mənbələrinə - ulduzlara, Günəşə, planetlərə (o cümlədən Yerə) nisbətən hansı bucaq altında yönəldiyini təyin edən optik-elektron qurğular istifadə olunur. Belə qurğular müasir KA-nın idarəetmə sistemlərinin tərkibində dörd əsas məsələnin həllini təmin edə bilər. Astronomik yönəltmədə məqsəd hər hansı bir eksperimenti, ölçmələri, manevari həyata keçirmək üçün KA-nı və ya onun hər hansı bir qurğusunu, məsələn teleskopu, Günəş batareyalarını və s. müəyyən bir istiqamətdə yönəltməkdən ibarətdir. Bu zaman astronomik qurğu və qurğular bilavasitə KA-nın idarəetmə konturuna daxil olur və yönəltmə rejimi müddətində fasiləsiz olaraq işləyir.

**İnfraqırmızı diapazonlu (İQ) optoelektron Yerə səmtləşdirmə qurğuları.** İQ diapazonlu Yer qurğuları funksional təyinatına, imkanlarına və istismar xüsusiyyətlərinə görə üç qrupa ayrılır: 1) Yer in mövcudluğunu göstərən qurğular; 2) Yerli şaqul quran qurğular; 2) Meyl bucağını ölçən qurğular.

Yerin mövcudluğunu göstərən qurğular Yer in KA-ya nisbətən tərpənməz olan bir-birinə nəzərən  $180^\circ$  bucaq altında döndərilmiş iki bucaq sahəsindən birində olduğunu təyin edir.

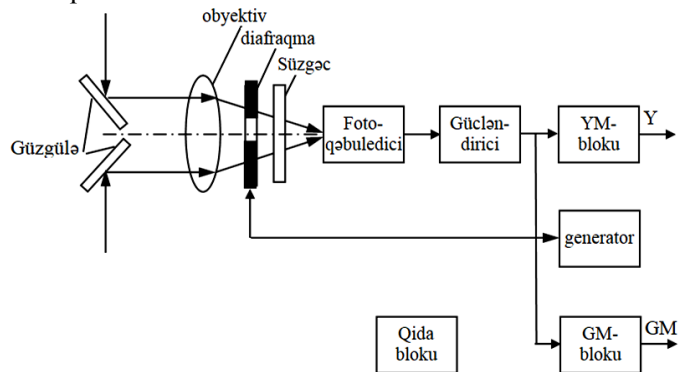
Yerli şaqul qurucuları qurğuların oxunun Yer in mərkəzinə doğru istiqamətdən meyl bucağını iki qarşılıqlı perpendikulyar müstəvidə təyin edir və çıxış siqnalı formalaşdırır. Meyl bucağından asılı olaraq çıxış siqnalı xətti və yaxud pilləvari ola bilər. Meyl bucağını təyin etmək üçün cisim bucağı dairəvi trayektoriya üzrə skan edilir və faza detektoru vasitəsilə çıxış siqnalı formalaşdırılır. Uyğunsuzluq, meyl bucağı olmadıqda skanetmə trayektoriyası üfüqlə üst-üstə düşür. Bu zonanın ölçüsü kiçik ( $1 \div 2^\circ$ ) olur.

Meyl bucağını ölçən qurğuların oxunun Yer in mərkəzinə doğru istiqamətdən meyl bucağını onlarla dərəcələrlə ölçülən geniş diapazonda yüksək dəqiqliklə ölçürlər. Qurğunun bir-birinin əksi istiqamətdə yönəlmiş iki obyektivi var və iki cisim bucağı daxilində müşahidələr aparılır: bunlardan biri dayaq, digəri isə işçi bucaqlardır. Obyektivlərdən biri Yerə doğru, digəri isə kosmosa doğru yönəldikdə Yer in mövcudluğunu bildirən siqnal formalaşır. Qurğu ( $7 \div 20$ ) mkm dalğa uzunluqları diapazonunda işləyir.

Şəkil 1-də belə qurğunun struktur sxemi verilmişdir. İşçi və yaxud dayaq cisim bucağında yerləşən Yer in şüalanması güzgülərdən əks olunaraq əvvəl obyektivə, sonra isə modulyasiyaedici diafraqmadan və süzgəcdən keçərək piroelektrik fotoqəbuledicinin üzərinə düşür. Generatorun verdiyi dayaq siqnalına nəzərən modulyasiya olunmuş işıq şüasının fazası şüalanmanın hansı obyektivdən qurğuya daxil olmasından asılıdır. Gücləndirici blokun tərkibində fazaya həssas detektor var. Odur ki, işığın fazasından asılı olaraq gücləndiricinin çıxış gərginliyinin qütbü müxtəlif ola bilər. Nəticədə əgər Yer işçi cisim bucağındadırsa çıxış siqnalı müsbət, dayaq bucağında yerləşdikdə isə mənfi qütblü olur.

Əgər Günəş cisim bucaqlarından birindədirsə, bu halda onun hansı cisim bucağında yerləşməsindən asılı olmayaraq Günəş in mövcudluğunu bildirən blokda müsbət qütblü siqnal formalaşır. Bu onunla bağlıdır ki, Günəşdən gələn siqnal Yer in verdiyi siqnalından güclüdür.

İşığın modulyasiyası diafraqmanın vibrasiyaları vasitəsilə aparılır. Bunun üçün elektromexaniki generator istifadə edilir. Generator diafraqmanın rəqslərini və fazaya həssas detektor üçün dayaq gərginliyini təmin edir. Qeyd olunduğu kimi, görünən diapazonda işləyən Yer qurğularının ciddi bir nöqsanı var. Bu nöqsan günün müxtəlif saatlarında Yer in Günəş



Şəkil 1. Yerə səmtləşdirmə qurğusunun struktur sxemi:  
YM – Yer in mövcudluğu; GM – Günəş in mövcudluğu



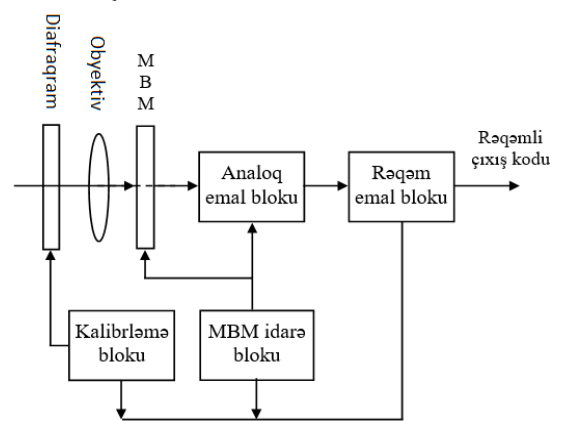
tərəfindən işıqlandırılan hissəsinin ölçülərinin və formasının dəyişməsi ilə bağlıdır. Bu isə onların tətbiqinin məhdudlaşdırır.

**Çoxelementli qəbuledicilər əsasında Yerə səmtləşdirmə qurğuları.** Son onilliklərdə soyudulma tələb olunmayan mikrobolometrik matrislər (MBM) işlənilib hazırlanmışdır. MBM-in tətbiqi yeni tip İQ diapazonlu Yer qurğularının layihələndirilməsi və hazırlanması üçün yeni əlverişli imkanlar yaradır. Bu imkanlar MBM-qəbuledicilərin bir sıra üstün cəhətləri ilə bağlıdır. İlk növbədə qeyd etmək lazımdır ki, MBM-qəbuledicilərin hər bir kanalının həssaslığı birelementli ən yaxşı birelementli qəbuledicilərə nisbətən bir qədər yüksəkdir. Bundan başqa, birelementli qəbuledicilərdə fəzanı müşahidə etmək və tam informasiya formalaşdırmaq üçün optik-mexaniki skanetmə reallaşdırılmalıdır. MBM-qəbuledicilər isə öz piksellərində böyük həcmdə informasiya formalaşdırır və onun elektron oxunmasını təşkil edir.

Başqa bir üstün cəhət ondan ibarətdir ki, bir elementli, optik-mexaniki skanetmə qurğularda müşahidə olunan obyektin hər bir hissəsinin verdiyi şüalanma ancaq o zaman anında qəbuledici və sonrakı emaledici blok tərəfindən qəbul edilir ki, qəbuledici həmin hissəyə “baxır”, qalan vaxtlarda isə bu hissənin şüalanması istifadə olunmur. MBM-qəbuledicilərdə isə müşahidə olunan obyektədən gələn şüalanma bütün piksellər tərəfindən eyni zamanda qəbul edilir və şüa enerjisi ayrı-ayrı piksellərdə istilik enerjisi şəklində (5÷10) msn. ərzində toplanır. Burada enerjinin toplanması pikseldən siqnalın alınib-alınmamasından asılı olmayaraq baş verir. Başqa sözlə, bir elementli qəbuledicilərdən fərqli olaraq MBM-qəbuledicilərdə fəzanın öyrənilən hissəsi skan edilmir, yəni paralel olaraq müşahidə olunur.

Şəkil 2-də MBM əsasında Yer qurğusunun struktur sxemi verilmişdir.

Obyektiv Yerin olduğu fərz olunan fəza hissəsini MBM-ə proyeksiya edir. Obyektiv elə seçilir ki, Yer kürəsi onun cisim bucağına yerləşsin. İdarə blokunun verdiyi siqnal informasiyanın oxunma tezliyi ilə üç müxtəlif tezliklə sinxronlaşdırır. Bunlar informasiyanın piksellərdən alınma tempinə uyğun olan takt siqnalı tezliyi, sətirlər üzrə oxunma tezliyi və kadrılar üzrə oxunma tezliyidir. Matrisin çıxış siqnalı analoq blokda ilkin emal edildikdən sonra rəqəm blokunda koda çevrilir. Rəqəm emal bloku olduqca yüksək məhsuldarlığa malik kompüterdir. O piksellərdən informasiyanı bir neçə MHs tezliklə qəbul etməli, yaddaşda saxlamalı, müəyyən alqoritmlər üzrə onu emal etməlidir. EHM-in çıxışında rəqəm şəklində kod formalaşır. Bu kod verilmiş cisim bucağında Yerin olub-olmaması haqqında, Yerin aşkar olunduğu halda onun bucaq koordinatları haqqında informasiya daşıyır.



Şəkil 2. MBM əsasında Yer qurğusunun struktur sxemi

MBM-dən istifadə edildikdə, sadalanan üstünlüklərə aşağıdakıları da əlavə etmək lazımdır: optik-mexaniki skanetmə tələb olunmadığı üçün qurğunun kütləsi və qabarit ölçüləri azalır; presizion optik və mexaniki detallar azaldığı üçün konstruksiya sadələşir və onun hazırlanması üçün əmək sərfi azalır; informasiya bir neçə nöqtədən yox, bütün fəza hissəsindən alındığı üçün dəqiqlik artır.

**Optoelektron səmtləşdirmə sisteminin struktur sxeminin əsaslandırılması.** Tepləpelenqatorlar hal-hazırda elm və texnikada böyük yer almışdır. Tepləpelenqatorların ciddi inkişafı yeni nəsil cihazlarının ixtirasına gətirib çıxardı.

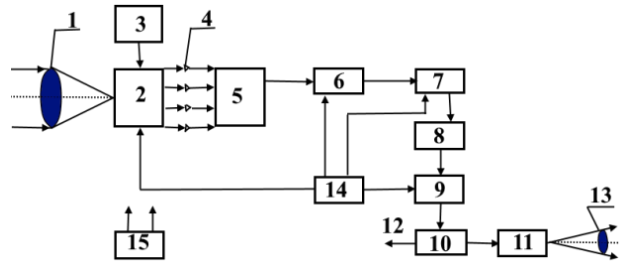
Tepləpelenqatorların iş prinsipi obyektlərin, ərazinin, görünən hər-hansı bir əşyanın şüalandırdığı istilik enerjisinə əsaslanmışdır. Onun yaranması üçün obyektə ərazi arasında, obyektin konturunda isə onun elementləri arasında istilik şüalanması vacibdir. Hazırki, tepləpelenqatorlar istilik həssaslığı 0,05-0,1 K daxilində qəbul edir. Tepləpelenqator cihazların bir neçə keyfiyyətləri var: təbii işıqlanmanın səviyyəsindən asılı olmayaraq uzaq məsafəni görmə, bu da imkan verir sutkanı tam işləməyə, müxtəlif maniyə törədən intensiv işıq təsiri altında işləməyə, atmosferin ən aşağı şəffaflyq halında (duman, yağış, qar, toz, tüstü) işləməyə.

Bu cihazlar obyektlərdən istilik şüalanmasını aşağıdakı hallarda qəbul edə bilirlər: Görünən diapazon və yaxın İQ diapazon üçün qeyri şəffaf olan mühitlərdə də bu cihazlar istilik şüalanması ilə müşahidə olunan İQ optik dalğaları qəbul etmək imkanına malikdir. XX əsrin 60-cı illərindən tepləpelenqatorların inkişafı 2 istiqamətdə inkişaf etmişdir: 1. Diskret qəbuledicilərdən istifadə edib mexaniki sistemləri şüalanma və köçürmə yolu ilə. 2. Mexaniki köçürməsi olmayan cihazlardan istifadə etmək yolu ilə.

Yerin İQ optik diapazonda yaratdığı istilik şüalanmasının gücünün hesabından sonra müəyyən olunmuşdur ki, müasir MBM-lər istifadə etməklə, tepləpelenqasiya prinsipi əsasında qurulan Yerə

optoelektron səmtləşdirmə sistemini yaratmaq olar. Bu prinsiplə qurulan Yerə optoelektron səmtləşdirmə sisteminin quruluş sxemini şəkil 3-də göstərilmiş kimi təsvir etmək olar.

Strukturunu təklif olunan sistemin tərkibinə daxildir: 1 - İQ obyekt (Yer kürəsi), 2 - İQ fotoqəbuledici matrisi, 3 - soyuducu blok və ya termostabil matris, 4 - ilkin gücləndirici, 5 - multipleksor, 6 - qeyri-bərabər siqnalın analog tənzimləyicisi, 7 - analog-rəqəmsal çevirici, 8 - qeyri-bərabər siqnalın rəqəmsal tənzimləyicisi, 9 - matrisin işləməyən fotoqəbuledici elementinin düzəldilmə bloku, 10 - videosiqnalın mikroprosessor vasitəsilə təsvirinin formalaşması bloku, 11 - fərdi kompüterə qoşulmaq üçün rəqəmsal çıxış, 12 - TV-monitor, 13 - okulyar sistem, 14 - dövrə generator, 15 - əsas enerji təchizatı.



Şəkil 3. Təplopelenqasiya prinsipi əsasında qurulmuş Yerə optoelektron səmtləşdirmə sisteminin quruluş sxemi

Aparılan hesabat və tədqiqatlar müasir çoxelementli soyudulmayan MBM-lər tətbiq etməklə, nanopeyk üçün Yerə optoelektron səmtləşdirmə sisteminin yaradılmasının mümkün olduğunu göstərir.

#### Nəticə.

Təhlillər və hesabatlar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, hal-hazırda bir çox ölkələrin aparıcı şirkətləri tərəfindən soyudulmayan mikrobolometrik fotoqəbuledici matrislər buraxılır və matrisləri təplopelenqasiya məqsədləri üçün çox asanlıqla tətbiq etmək olar. Yerin İQ optik diapazonda yaratdığı istilik şüalanması gücünün hesabatından sonra müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan mikrobolometrik fotoqəbuledicilər kosmik aparatlarda, həmçinin nanopeyklərdə tətbiq olunsaydı, geniş hündürlük diapazonları (300-30000km) üçün Yerə optoelektron səmtləşdirmə sistemini yaratmaq olar.

#### Ədəbiyyat

1. Бортовые системы управления космическими аппаратами. Учеб.пос./ Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г. и др. Под ред. А.С. Сырова. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. – 304 с.: ил.
2. Никольский В.В. Основы проектирования автоматических космических аппаратов. Учеб. Балт. Гос. Тех. Унив., СПб., 2007, 230 с.
3. Sidi, M. Spacecraft Dynamics & Control. A Practical Engineering Approach, Cambridge University Press, 2001.
4. [https://www.researchgate.net/publication/268570830\\_Optical\\_Navigation\\_System](https://www.researchgate.net/publication/268570830_Optical_Navigation_System)

#### Structural model of optoelectronic orientation and stabilization system for nanosatellite

Bayramova G.I., Iskandarov I.A.

This article reviews the model of optoelectronic systems used for spacecraft. The functionality of the existing routing and stabilization systems was analyzed, the features of optoelectronic stabilization and navigation devices used in spacecraft were considered, and the structure of the microbolometric matrix adaptation system was proposed.



#### Uçuş aparatlarının hava verilənləri sistemi üçün optoelektron vericilərin analiz və sintezi

**Əhmədzadə M.Ə., İsgəndərov İ.Ə.**

Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
xanim.ehmedova.1997@mail.ru

#### Xülasə

İşdə uçuş aparatlarının (UA) hava verilənləri sistemində əhəmiyyətli təzyiqlik vericiləri əvəzinə optoelektron təzyiqlik vericilərinin işlənilməsi tətbiq olunması hesabına yeni növ hava sürətinin, şaquli sürətin və hündürlüyün ölçülməsini təmin edəcək vericilər sisteminin hesabat modeli verilmiş və uçuş aparatlarında tətbiqi imkanları əsaslandırılmışdır.

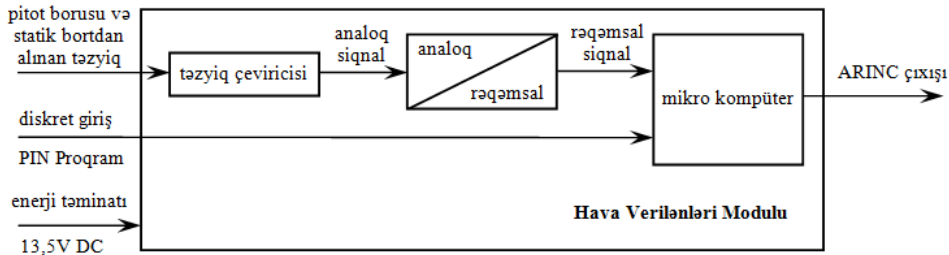
**İşin məqsədi** optoelektron təzyiqlik vericilərinin tətbiqi ilə uçuş aparatlarının uçuşda hava sürəti, şaquli sürət, hündürlük və digər parametrlərin ölçülməsi imkanlarının və yeni hava verilənləri sisteminin qurulması perspektivlərinin müəyyənləşdirilməsidir.

**Problemnin qoyuluşu.** Son illər UA-ların da bortunda dəqiqliyi, operativliyi və ölçülən parametrlərin diapazonunu artırmağa imkan verən elektron təzyiqlik vericiləri geniş tətbiq tapmaqdadır.

Hava verilənləri sistemlərində (HVS) istifadə olunan ənənəvi vericilərin çirklənməsi, boruların tutulması və buzlaşması zamanı ciddi xətalər, problemlər yaranır və hətta bu hesaba faciəli aviaqəzələr baş verir. Bu baxımdan HVS-in təkmilləşdirilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir və daha müasir vericilərin tətbiqi ilə bu sistemin qurulması geniş perspektivlər yaradır. Yeni növ elektron vericilərinin tətbiqi hesabına HVS-in etibarlılığı, informativliyi və parametrlərinin dəqiqliyi xeyli artmış olar.

**Optik təzyiqlik vericilərinin analiz və sintezi.** Elektron təzyiqlik vericiləri bir qayda olaraq, həssas element, onun çıxış parametrini elektrik siqnalına çevirən çevirici və ilkin gücləndiricidən ibarət olur. Ən geniş yayılmış elektron vericilər maqnit, tutum, pyezonelement, pyezonezonans və optik vericilərdir.

Müasir HG-də tətbiq olunan elektron hava verilənləri modulu pitot və statik portlardan daxil olan hava təzyiqlərini təzyiqlik çeviricilərinin köməyi ilə analoqlik siqnalına, analoqlik-rəqəmsal çeviricisi vasitəsilə rəqəmsal koduna çevirir, sonra isə hava verilənləri kompüterinə ötürərək, uyğun parametrlərin hesablanmasını təmin edir (şəkil 1).



Şəkil 1. Pitot və statik təzyiqlik vericiləri əsasında qurulmuş elektron HVS

Son illər geniş tətbiq tapmaqda olan *optik təzyiqlik vericiləri*, elektron vericilərinin bir növü olaraq, ölçmə prinsipinə görə iki formada hazırlana bilər: optoelektron və lifli-optik (LOV). Optoelektron vericilər çoxqatlı şəffaf struktura malik olurlar. Bu strukturdan işıq şüası keçir. Şəffaf qatlardan biri ətraf-mühitin təzyiqlindən asılı olaraq öz parametrini dəyişə bilər. Dəyişə bilən iki parametr mövcuddur: şəffaf qatın sındırma əmsalı və ya qalınlığı.

NASA-nın NESLIE layihəsi çərçivəsində innovativ bir optik hava məlumat sistemi olaraq hazırlanmış optoelektron LİDAR əsaslı hava verilənləri sistemi Cessna Citation II tədqiqat təyyarəsində quraşdırılaraq, test uçuşları zamanı sınaqdan keçirilmişdir. Sistemdə, təyyarənin hava sürəti vektorunu ölçmək üçün LİDAR texnikası tətbiq edilmişdir. Bu sistem ənənəvi pitot-statik sistemindən fərqlidir və buna görə də onun hesabına uçuş təhlükəsizliyinin artacağı gözlənilir.

Bu layihələrin nəticələri göstərir ki, sistem normal və sərt şəraitdə işləyə bilər (təmiz hava, böyük yağış damlaları və toz hissəcikləri) və LİDAR texnikası hava məlumatlarını ölçmək üçün perspektivli bir texnikadır. Təyyarənin əsl hava sürəti, hücum bucağı və yan sürüşmə bucağı bu yeni ehtiyat sistem vasitəsilə hesablanabilir. Bu sistem ənənəvi pitot-statik hava məlumat sistemlərindən fərqli olaraq, özündə havaya çıxan zondları (4 ədəd) ehtiva etmir.

LİDAR əsasında qurulan belə sistemin funksional imkanlarının təhlili belə sistemin çox mükəmməl və perspektivli olduğunu göstərir. Lakin bu sistemin tərkibi və konstruktiv xüsusiyyətləri, onun kütləvi tətbiqinin nisbətən mürəkkəb olduğunu və baha başa gəldiyini göstərir.

LOV-lar əsas həssas element kimi optik liflərin istifadə ediləndiyi vericidir. LOV-ları ümumi halda iki hissəyə ayırmaq olar; optik liflərin ötürmə xətti kimi istifadə olunduğu və optik liflərin həssas element kimi istifadə olunduğu vericilər.

Son illər təzyiqlik ölçmə sistemlərində tətbiq üçün daha həssas və dəqiq elektron cihazların yaradılmasına imkan verən LOV-lar işlənilib hazırlanmışdır. Bu tip vericilərdə, LOV-lar ya optik liflərin ötürmə xətti, ya da həssas elementi kimi istifadə olunurlar. Əksətdirici tipdə olan LOV-lar arasında ən geniş yayılmış konstruksiya optik lifdən müəyyən məsafədə yerləşdirilmiş işıq əks etdirən deformasiya olunan metal membran əsasında qurulmuş vericilərdir. Belə vericilərin əsas çatışmazlığı geometrik ölçülərindən, xüsusilə də membran və optik lif arasındakı boşluqdan asılı olan temperatur xətalıdır.

Yuxarıda qeyd olunan çatışmazlıqlar optik tunel effekti hesabına aradan qaldırılmışdır. Bunun üçün vericinin tərkibinə gətirici və aparıcı optik liflər, təxminən şüalanma mənbəsinin dalğa uzunluğuna bərabər qalınlıqlı halqavari aralıq qatı malik optik prizma və ölçülən təzyiqləndən asılı olaraq prizmanın kənar hipetonuzuna nisbətən yerini dəyişən membran daxil edilmişdir. Bu tip vericidə membran kimi kiçik qabarit ölçülərinə malik olan (ölçülən təzyiqləndən asılı olaraq,  $0-300$  Kq/sm<sup>2</sup> diapazonunda membranın radiusu təxminən 4-5mm olur) kvarts lövhəsindən istifadə etmək olar. Belə konstruktiv həllə ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq vericinin konstruktiv parametrlərinin dəyişməsinə əsaslanan xətalərin minimuma endirilməsinə imkan verir. Məsəl üçün C5-1 markalı kvarts şüşəsindən istifadə olunduqda, 5-10°C-yə bərabər

olan xətti genişlənmənin temperatur əmsalı,  $-100\text{--}+500^\circ\text{C}$  diapazonda temperatur dəyişməsi zamanı  $0,0025\%$  dəyişir. Əlavə xətalara səbəb olan Yunq modulunun dəyişməsi isə  $1\%$ -i keçmir.

Aparılan analizlər və hesablar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, belə verici  $0,35\pm 2$  atm ( $\approx 200\div 1500$  mm.c.s.) təzyiqlə diapazonunda  $10^{-4}$  tərtibində təzyiqlə dəyişməsinə hiss edə bilər və vericinin temperatur sabilliyi  $0,001\div 0,003$  atm/ $^\circ\text{C}$ -dir. Bu da onu göstərir ki, HG-lərinin  $0\div 10000$  m hündürlükdə uçuşlarını yerinə yetirdikləri zaman, uyğun olaraq, atmosfer təzyiqinin  $760$  mm.c.s. $\div 200$  mm.c.s. dəyişməsi baş verdiyindən, bu diapazonda təzyiqlə dəyişməsinə lifli-optik vericinin köməyiylə  $0,1$  mm.c.s. dəqiqliyi ilə qeydə almaq olar. Bu isə o deməkdir ki,  $100$  m hündürlük dəyişməsinə uyğun olaraq, atmosfer təzyiqinin  $12$  mm.c.s. qədər dəyişdiyini nəzərə alsaq, belə bir verici vasitəsilə bütün hündürlük diapazonunda ( $0\div 10$  km), hündürlüyü  $1$  m dəqiqliyi ilə ölçmək olar. Baxılan verici, hazırlanma zamanı çətin texnolojilik və ölçmə prosesləri tələb etmir,  $\pm 100^\circ\text{C}$  temperatur diapazonunda işləyə bilər və böyük təzyiqləri ölçmək üçün raket-kosmik texnikası məmulatlarında istifadə olunurlar. Araşdırmalar göstərir ki, UA-ların HVS-i üçün vericilər bloku hazırlamağa imkan verən müxtəlif növ LOV-lar mövcuddur. Müasir hazırlanma prinsiplərinə əsaslanan elektron vericilərə, silisiumlu mikrostruktura malik olan LOV-ları misal göstərmək olar.

LOV-un həssas elementi kimi liflə etibarlı şəkildə birləşdirilmiş, mikron ölçülərə malik olan silisium lövhə istifadə edilir. Lövhənin qalınlığı çox zaman  $10\text{--}100$  mkm, eni isə lifin en kəsinin sahəsindən asılı olaraq  $150\times 150$  mkm<sup>2</sup> və ya  $200\times 200$  mkm<sup>2</sup> ola bilər. Onları hazırlamaq üçün  $100$  mkm qalınlıqlı standart silisium lövhələrdən istifadə olunur. Mövcud hazırlanma texnologiyası işıqtürücülərin arasındakı silisium qatın qalınlığını  $10\text{--}1000$  mkm intervalında dəyişməyə şərait yaradır. Bu da öz növbəsində həssas elementin çevirmə funksiyasını idarə etməyə imkan verir.

Güzgü əvəzinə əksətdirmə əmsalı  $R\approx 30\%$  olan silisiumun səthini əhatə edən dielektrik və ya metal təbəqə, yaxud da silisium-hava boşluğu ola bilər. Təzyiqlə təsiri altında lövhənin deformasiyası zamanı buraxma və əksətdirmə əmsalları xətti olaraq dəyişir. Bu xüsusiyyət belə həssas element əsasında lifli-optik vericilər hazırlamağa imkan verir. Əksətdirici tipli həssas element əsasında hazırlanmış optik-lifli vericilər nisbətən çətin konstruksiyaya malik olurlar. Lakin böyük həssaslığa və geniş tətbiqə malik olduğu üçün əksər lifli-optik vericilər bu strukturda hazırlanır. Əksətdirici tipli lifli-optik təzyiqlə vericisinin həssas elementinin işıqlı diodundan (İD) çıxan şüa lifli-optik xətlə ayırıcıdan keçərək həssas elementə çatır.

Həssas elementin kənarları güzgü rolunu oynayır: hərəkətsiz və hərəkətli səthləri bir-birindən  $h_0$  məsafədə yerləşmişdir və silisium-hava boşluğunun əksətdirmə əmsalı təxminən  $r_{1,2}\approx 0,3$ -ə bərabərdir. Belə həssas element bir neçə millimetr tərtibində olan  $h_0$  bazası ilə özünü zəif işıqlanma Fabri-Pero interferometri kimi aparır. Əks olunan şüa optik lif və ayırıcı vasitəsilə fotoqəbulediciyə (FQ) gəlir. Beləliklə, qeydə alınan şüanın gücündən mütənasib asılı olan çıxış siqnalı alınır. Zəif işıqlanmalı Fabri-Pero interferometrinin əksətdirmə əmsalı  $R$  aşağıdakı düsturla müəyyən olunur:

$$R = r_1 + r_2 - \sqrt[2]{r_1 \cdot r_2} \cdot \cos \frac{4\pi h}{\lambda} . \quad (1)$$

Si (silisium) üçün  $r_1=r_2\approx 0,3$  və  $R \approx 0,6(1 - \cos \frac{4\pi h}{\lambda})$ .

Elastiklik nəzəriyyəsinin xətti çərçivəsində, təzyiqlə təsiri altında membranın deformasiyası  $\Delta h=h_0-h$  onun enindən çox az olduqda, interferometrin bazasının ( $h$ ) təsir edən təzyiqlə ( $P$ ) qiymətindən asılılığı aşağıdakı qanun üzrə olur:

$$h=h_0-\beta P, \Delta h=\beta P, \quad (2)$$

burada

$$\beta = \frac{3(1-\mu^2)}{16} \cdot \frac{A^4}{E \cdot H^3} \quad (3)$$

membranın elastiklik əmsalı;  $A, H$  – uyğun olaraq membranın radiusu və qalınlığı;  $M, E$  – uyğun olaraq membranın materialının (silisium) Yunq modulu və Puasson əmsalıdır.

Verilən ifadələr əsasında əmsal və həndəsi parametrlərin bir neçə qiymətləri üçün hesablar aparılmış silisium lövhəciyi əsasında hazırlanmış membrana malik olan LOV-un sürətin və hündürlüyün ölçülməsində tətbiq olunma imkanlarının təhlili aparılmış və sürətin LOV verici ilə ölçülməsi üçün  $A, H$  parametrlərinin fərqli qiymətləri üçün bir neçə hal baxılmışdır. Bir hal üçün:

$A=5$  mm;  $H=300$  mkm;  $\mu=0,28$ ;  $E=133$  QPa. Bu hal üçün  $\beta = 0,030075188 \cdot 10^{-6}$  (m/Pa),  $P = \Delta h / 0,030075188 \cdot 10^{-6} = 3,33 \cdot 10^7 \Delta h$ .

Əgər  $\Delta h=0\div 100$  mkm= $0\div 10^{-4}$  m qəbul edilsə, maksimal  $\Delta h$  dəyişməsinə yarada biləcək təzyiqlə  $P = 3,33 \cdot 10^3$  Pa =  $3,33 \cdot 10^3 \cdot 0,0075$  mm.c.s. =  $24,975$  mm.c.s. =  $0,0329$  atm olacaq.

Parametrləri bu hala uyğun olan LOV hava sürətinin ölçülməsi sistemində tətbiq oluna bilər.

Konstruktiv quruluşu və texnoloji cəhətləri təhlil olunan vericilərdə interferensiya mənzərəsinin kifayət qədər görünməsinə əldə etmək üçün  $\Delta \lambda \ll \frac{\lambda^2}{2h}$  şərtinin təmin olunması lazımdır. Burada  $\lambda$ - şüanın dalğa uzunluğu,  $\Delta \lambda$ - mənbənin spektrinin enidir. Qiymətlər göstərir ki, mövcud işıqlı diodları üçün süalınmanın dal-

ğa uzunluğu 1200÷1300 nm ya da 1500÷1600 nm diapazonda, spektral xəttin eni  $\Delta\lambda\approx(30\div60)$  nm,  $h$  qiyməti isə bir neçə mikron olmalıdır. Belə həssas elementlərin hazırlanması üçün prespektiv material kimi yüksək dəqiqlik, xassələrin və elastikliyin stabilliyi ilə xarakterizə olunan monokristallik silisium təklif olunur.

$\lambda=0,9$  mkm dalğa uzunluqlu optik dalğanın bir periodu ərzində təzyiğin qiymətinin dəyişməsi aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\Delta P_1 = \frac{\lambda}{4\beta_0} = 0,9 \cdot 10^{-6} / (4 \cdot 0,030075188 \cdot 10^{-6}) = 7,5 \text{ Pa} = 0,05625 \text{ mm.c.s.}$$

$\Delta h=1$  mkm olduqda,  $P = 3,33 \cdot 10^7 \cdot \Delta h = 3,33 \cdot 10^7 \cdot 10^{-6} = 33,3 \text{ Pa} = 0,24975 \text{ mm c.s.}$

Şüanın spektral xəttinin enindən ( $\Delta\lambda=(20\div30)$  nm) asılı olaraq,  $P$ -nin xətasını aşağıdakı kimi təyin edirik:  $(\Delta P / P) \cdot 100\% = (0,05625 / 0,24975) \cdot 100\% = 22,5\%$ .  $\Delta h = 10$  mkm üçün nisbi xəta 2,25%,  $\Delta h=100$  mkm üçün isə 0,225% təşkil edəcək.

**Hava sürətinin ölçülməsi üçün verici.** HG-nın hərəkət parametrlərinin ölçülməsi üçün bort qurğularının fəaliyyət prinsipinin əsasında aerometrik üsul dayanır. HG-nın sürəti havaya və yerə nəzərən ölçülür. Buna görə də həqiqi sürət –  $V$  (havaya nəzərən hesablanan), yol sürəti –  $W$  (yerə nəzərən hesablanan) və cihaz (indikator) sürəti –  $V_c$  (axının şiddətinin bütün hündürlüklərdə eyni qəbul edilməsi ilə hesablanan) uçuş sürəti anlayışları fərqləndirilir.

Aviasiya texnikasının inkişafı aerometrik parametrlərin ölçülməsinə olan tələbatı da artırır və bu parametrlərin qiymətləri müasir HG-də təkə cihaz panelində pilotun vizual müşahidəsi üçün istifadə olunmur, eyni zamanda HG-nın müxtəlif sistemlərinə elektrik siqnalı şəklində daxil olur. Bunun üçün müxtəlif elektron qurğular (hava sürəti vericisi, hündürlük vericisi və s.) istifadə olunur.

Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi elektron təzyiç vericilərinin hazırlanmasının və tətbiqinin ən prespektiv variantı lifli-optik vericilər texnologiyası baxıla bilər. Xüsusilə də hava sürətinin ölçülməsi üçün ən praktiki variant membranlı lifli-optik vericilər (əksetdirici tipdə) hesab oluna bilər.

HG-nın hava sürətinin (havaya nəzərən sürətinin) ölçülməsi atmosfer təzyiqinə nəzərən təyyarənin qarşı tərəfindən təsir göstərən təzyiğin dəyişməsinin ölçülməsinə əsaslanmışdır. Belə ki, uçuş zamanı təyyarəyə təsir edən tam təzyiç aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$P_{tam} = P_{st} + P_{din} \rightarrow P_{din.} = P_{tam} - P_{st.}$$

Burada  $P_{tam}$  – havanın tam təzyiqi,  $P_{st}$  – statik təzyiç (uçuş hündürlüyündə atmosfer təzyiqi),  $P_{din}$  – dinamik təzyiç (statik təzyiçə nəzərən hava axınının təzyiqinin dəyişməsi).

Bernulli tənliyinin əsasında aparılan çevrilmələrdən sonra havanın sıxlığı nəzərə alınmaqla, dinamik təzyiç ilə hava sürəti arasında aşağıdakı riyazi ifadə alınır:

$$P_{din} = \rho \frac{V^2}{2}, \quad (4)$$

burada  $\rho$  – havanın sıxlığı ( $1,22575 \text{ kq/m}^3$ );  $V$  – uçuş sürətidir.

Airbus 320 təyyarəsinin misalında kreyser sürətini 900 km/saat qəbul etməklə, (4) düsturu əsasında bu sürətə uyğun olan dinamik təzyiç hesablasaq:

$P = 1,22575 \cdot (900 \cdot 1000)^2 / (2 \cdot 3600^2) = 38305 (\text{kq/m}^3) \cdot (\text{m}^2/\text{san}^2) = 38305 ((\text{kq}\cdot\text{m})/\text{san}^2) \cdot (1/\text{m}^2) = 38305 (\text{N/m}^2) = 38305 \text{ Pa} = 38305 \cdot 0,0075 \text{ mm c.st.} = 287,288 \text{ mm c.st.}$  alarıq. Bu da onu göstərir ki, həqiqətən seçilmiş parametrlər əsasında aparılmış hesablamalar belə vericinin, sürətin ölçülməsi üçün tətbiq olunması mümkündür və məqsədəuyğun hesab oluna bilər.

**Nəticə.** Aparılan təhlillər, Airbus 320 və digər HG-nın misalında aparılmış hesablamalar göstərir ki, LOV-lar işləyib hazırlayaraq, ənənəvi Pito və statik təzyiç vericilərin əvəzinə tətbiq etmək hesabına uçuş zamanı çirklənmə, buzlaşma və digər səbəblərdən yaranan səhv məlumatları aradan qaldırmaq və eyni zamanda sistemin həssaslığını və dəqiqliyini artırmaq mümkündür.

### Ədəbiyyat

1. Воробьев В.Г., Глухов В.В., Кадышев И.К. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы. Транспорт. 1992. 399с.
2. Airbus 320 Manual
3. <https://reports.nlr.nl/bitstream/handle/10921/470/TP-2012-068.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### *Analysis and synthesis of optoelectronic sensors for air data systems of aircraft*

*Ahmadzada M.A., Iskandarov I.A.*

*In this work, a report model of the transmitter system is substantiated, which allows you to measure new air speed, vertical speed and altitude using optoelectronic pressure sensors instead of traditional pressure sensors in air data systems.*



**Локальный коммутатор бортовой радиотелеметрической системы**

**Гасанлы Г.М., Ибрагимов Р.А.**

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан*

*qxasanly@bk.ru*

**Аннотация**

В статье описывается разработанный авторами локальный коммутатор (ЛК) бортовой радиотелеметрической системы (БРТМС). Приводятся функциональная и принципиальная схемы, состав и конструктивные особенности ЛК.

Ракетная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) характеризуется разовостью использования, необходимостью длительной сохранности при хранении, сверхвысокими требованиями к термостойкости и ударопрочности, особой ограниченности массы и габаритов, высокими требованиями к безотказности [1].

Радиотелеметрическая система (РТМС) осуществляет преобразование аналоговых параметров во время-импульсный код и передачу информации по радиолинии на приемно-регистрирующую станцию.

РТМС содержит 7 измерительных каналов основного коммутатора (ОК) с частотой опроса 3200 Гц. На каждый канал ОК может быть подключен локальный коммутатор (ЛК), содержащий 26 измерительных каналов с частотой опроса 100 Гц.

Локальный коммутатор предназначен для увеличения числа измерительных каналов БРТМС, он запускается 8-ой фазой основного коммутатора (ОК-8) и имеет 26 измерительных каналов, 3 калибровочных и 3 маркерных канала (всего 32 канала). Напряжение датчиков, прокоммутированные блоком ЛК (частота опроса 100Гц), подаются на вход 4-го канала ОК-8, и во время 4-го канального интервала ОК-8 на вход схемы сравнения. Таким образом, измерительные импульсы каналов ЛК расположены в 4-ом канальном интервале время-импульсного кода прибора [2].

Время-импульсный телеметрический код РТМС содержит:

- а) в одном кадре ОК: 8 опорных импульсов; 7 измерительных импульсов;
- б) в одном кадре ЛК: 26 измерительных импульсов; 3 маркерных импульса (в 30, 31 и 32-ом каналах ЛК); 3 калибровочных импульса (временное положение импульса в 13-ом канальном интервале соответствует 50%, 14-ом -100% и 29-ом -0% измерительной шкалы).

Маркером кадра ОК является отсутствие измерительного импульса в 8-м канальном интервале. Маркером кадра ЛК является наличие измерительных импульсов, расположенных впереди измерительной шкалы, в 30, 31 и 32-ом каналах ЛК. Общая информативность РТМС - 22400 измерений в секунду.

Функциональная схема ЛК приведена на рис.1. Прибор нормально функционирует при подаче на входы измерительных каналов от датчиков напряжения от 0 до +2В.

ЛК (рис.2) представляет собой электронный коммутатор на 32 канала, состоит из PIC-контроллера (PIC16F628A) [3] DD1 и четырех 8-ми канальных коммутаторов аналоговых сигналов DD2...DD5 (CD4051) [3,4].

Дешифратор выбора секций коммутаторов построен на микросхемах DD7, DD6.2 и DD6.3. Микроконтроллер DD1 запускается спадом импульса 8-го канального интервала. На входы 11 DD5, 11, 10 DD3 подаются соответственно калибровочные импульсы 0В, +1В, +2В, соответствующие 0%, 50% и 100% измерительной шкалы прибора.

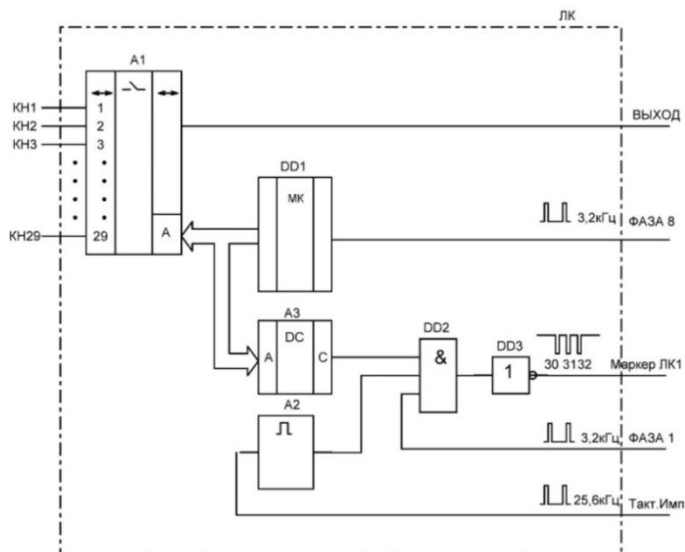


Рис.1. Функциональная схема ЛК

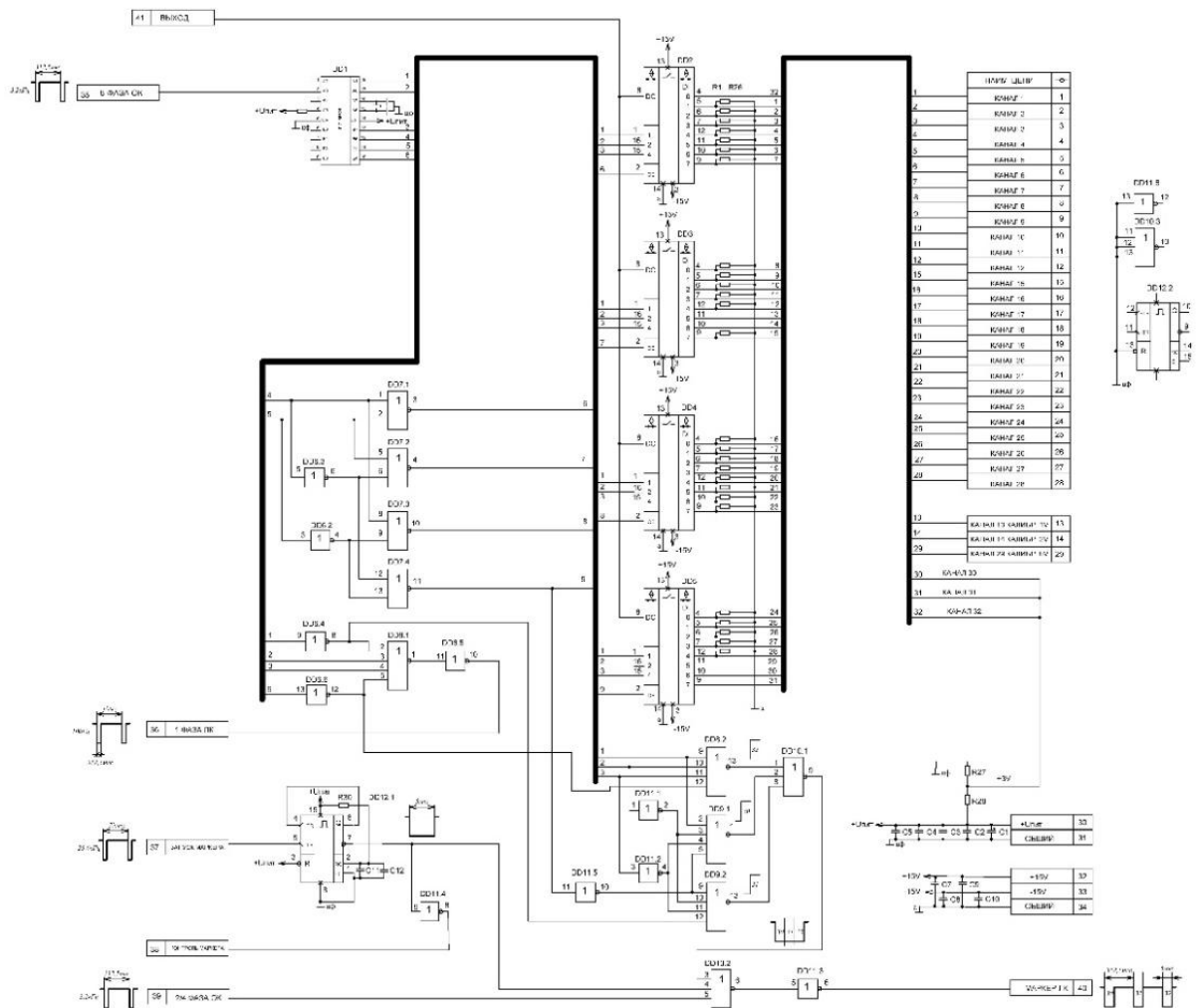


Рис.2. Схема электрическая принципиальная ЛК

Калибровочные импульсы расположены во время-импульсном коде прибора соответственно в 29-ом, 13-ом и 14-ом канальном интервале ЛК. На входы 9,10 DD5 и 4 DD2 с делителя напряжения R27, R28 подается постоянное напряжение +3В, которое подключается на вход 4-го канала основного коммутатора во время маркерных 30-го, 31-го 32-го канальных интервалов ЛК. Этим предотвращается срабатывание схемы сравнения от напряжения помех во время маркерных каналов ЛК.

Схема выделения импульсов маркеров ЛК состоит из мультивибратора DD12.1 и схемы выделения импульса с длительностью от начала 30-го до конца 32-го канальных интервалов на DD8.2, DD9, DD11.1, DD11.2, DD11.5. Ждущий мультивибратор DD12.1 по входу 5 запускается спадом тактовых импульсов. Длительность импульса на выходе 7 DD12.1 (5мкс) задается номиналами C11, C12, R30 и определяет расположение импульсов маркеров ЛК во время-импульсном коде прибора относительно опорных импульсов.

С выхода 6 микросхемы DD11.3 снимаются отрицательные импульсы с длительностью импульсов ждущего мультивибратора и расположенные во времени в 4-ом канальном интервале основного коммутатора только во время 30-го, 31-го и 32-го канальных интервалов ЛК. По фронту этих импульсов в ОК-8 формируются импульсы маркеров ЛК. Питание ЛК осуществляется постоянным током напряжениями: +15В, +12В, +5В, минус 15В.

**Выводы.** Применение микроконтроллера в составе ЛК позволяет улучшить массогабаритные характеристики. Кроме этого измерительный процесс аналоговых сигналов становится гибким в виду того, что меняя программу микроконтроллера можно изменить очередность измерительных сигналов. Малое энергопотребление также является одним из преимуществ данной системы.

### Литература

1. Система БРТС-9-М. Технические условия. И21.410.001 ТУ.
2. Ибрагимов Р.А., Свихнушин Н.М. Радиотелеметрическая система преобразования аналоговых сигналов во время-импульсный код. Известия Национального Аэрокосмического Агенства, 2019, №1(22), с.53-57.

3. Яценков В.С. Микроконтроллеры Microchip®. Практическое руководство. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. - 296 с. ил.
4. [http://tec.org.ru/board/4051\\_hcf4051m013tr/103-1-0-1902](http://tec.org.ru/board/4051_hcf4051m013tr/103-1-0-1902)

### *The local switch for rocket onboard radio-telemetric system*

*Gasarly G.M., Ibrahimov R.A.*

*The article describes the local switchboard of the onboard radio telemetry system. The functional and circuit diagram, composition and design features of the local switch are given.*



### **Stabilitron əsasında tam təsadüfi rəqəm formalaşdırıcısı**

***Həsənov R.A., Əliyeva İ.N.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*h.ruslan@naa.az*

#### **Xülasə**

Məqalədə, entropiya mənbəyi kimi stabilitronda yaranan küylərin istifadə olunduğu tam təsadüfi rəqəm formalaşdırıcısının (TTRF) funksional sxemi verilmişdir. Funksional sxemə uyğun olaraq formalaşdırıcının sərt məntiq və RISC texnologiya elementləri əsasında qurulmuş prinsiplial sxemi və iş alqoritmi təklif olunmuşdur. Qurğunun işinin yekun nəticəsi kimi 8 bitlik tam təsadüfi rəqəm (TTR) ardıcılıqları nümunəsi verilmişdir.

İnkişaf tarixinin kifayət qədər uzun olmasına baxmayaraq kriptosistemlərə qoyulan tələblər yalnız 1883-cü ildə holland kriptografı Oqüst Kerkqoffs tərəfindən “Hərbi kriptografiya” adlı məqalədə formalaşdırılmışdır. Təklif olunmuş 6 tələbdən ikisi müasir kriptosistemlərin layihələndirilməsi prosesində aksiom kimi qəbul olunur. Müasir elmi interpretasiyada bu tələblər aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər [1]:

1. Kriptosistemin çevrilmələr mexanizmi heç bir məxfilik tələb etməli deyil; ehtimal olunmalıdır ki, bu mexanizmlər bütövlüklə rəqib tərəfə məlumdur.

2. Kriptosistemin dayanıqlılığı yalnız məxfi açarlar - kriptoaçarlarla təyin olunmalıdır.

Göründüyü kimi kriptoaçarın formalaşması və məxfi ötürülməsi bütövlükdə kriptosistemin məxfiliyini təyin edir.

Hal-hazırda kriptoaçarların formalaşdırılmasında bir neçə yanaşmadan istifadə olunur [2,3]: psevdotəsadüfi rəqəm formalaşdırıcılarının (PTRF) tətbiqi, tam təsadüfi rəqəm formalaşdırıcılarının (TTRF) tətbiqi və hər iki tip formalaşdırıcının birgə tətbiqi.

PTRF tətbiqinin üstünlükləri yüksək sürət və alınan açar ardıcılıqlarının yenidən canlandırılma bilməsidir. Buna baxmayaraq bütün növ PTRF-lərin iki böyük çatışmazlığı mövcuddur: formalaşan kriptoaçarların periodikliyi və müəyyən riyazi modelə tabe olması.

PTRF-lərin göstərilən çatışmazlıqlarının aradan qaldırılması məqsədi ilə kriptoaçarların formalaşmasında entropiya mənbəyinin istifadəsi zərurəti yaranır və belə qurğulara TTRF deyilir. Kriptografik məqsədlər üçün istifadə olunan TTRF-lər bir qayda olaraq xarici entropiya mənbəyi əsasında reallaşdırılır [4-6].

TTRF-in PTRF-lə müqayisədə ən böyük çatışmazlıqları fiziki proseslərin nisbətən aşağı tezlikli təbiəti səbəbindən kriptoaçarların formalaşma sürətinin aşağı olması və alınan tam təsadüfi rəqəmlərin (TTR) yüksək təsadüfiliyə [7] malik olmamasıdır. Birinci çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün PTRF və TTRF-in birgə tətbiqindən istifadə olunur. Yekun qurğu hər iki sinif kriptoaçar formalaşdırıcısının müsbət xüsusiyyətlərini (cəldlik və təsadüfilik) özündə birləşdirir. Bu zaman TTRF vasitəsilə formalaşan təsadüfi ardıcılıq PTRF üçün başlanğıc qiymət (seed) rolunu oynayır. Başqa sözlə, TTR-lərin formalaşma anları arasında kriptoaçarlar psevdotəsadüfi alqoritm üzrə formalaşır [8]. İkinci çatışmazlığın aradan qaldırılması isə sırf TTRF-in reallaşma üsul və vasitələrindən asılıdır. Beləliklə, istənilən halda alınan kriptoaçarların keyfiyyəti istifadə olunan TTRF-dən asılı olur.

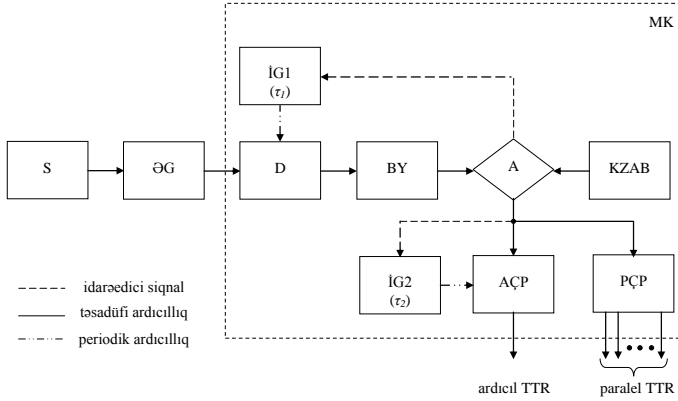
Deyənlərdən görünür ki, yüksək təsadüfiliyə malik TTRF-lərin yaradılması üsul və vasitələri birbaşa kriptosistemin dayanıqlılığını təyin edir və müasir dövrdə çox yüksək aktuallığa malikdir.

Məqalədə fiziki proses kimi stabilitronda yaranan küylərdən istifadə olunan TTRF-in reallaşdırılmasına baxılır. Məlumdur ki, istilik küylərinin entropiya mənbəyi kimi istifadəsi zamanı alınan ardıcılıqlarda güclü korrelyasiya müşahidə olunur [9]. Bu zaman TTR formalaşdırılmasından danışmaq olmaz. Stabilitron elektrik - tunel və ya selvari deşilmə rejimində işləyərkən yaranan küylər isə tamamilə fərqli təbiətə malikdir və kriptografik məqsədlər üçün tətbiq oluna bilər. Həm tunel (və ya Zener), həm selvari deşilmə stabilitronda əks qoşulma zamanı baş verə bilər. Yaranma səbəblərinin müxtəlif olmasına baxmayaraq baxılan küylərin



təbiəti demək olar ki, identikdir və entropiya mənbəyi kimi istifadə oluna bilər. Təcrübələr göstərir ki, sözügedən küylər davamlı dəşilmə rejiminə keçənə qədər, yəni volt-ampere xarakteristikasında (VAX) dəşilmənin başlanğıc anına qədər yer alır [10, 11].

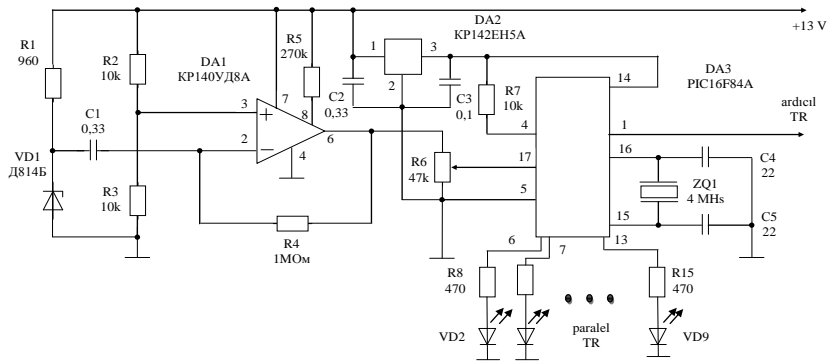
Təklif olunan qurğunun funksional sxemini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar (şəkil 1).



Şəkil 1. Stabilitron əsasında TTRF: S-stabilitron, ƏG-əməliyyat gücləndiricisi, D-diskretləyici, BY-bufer yaddaş, A-analizator, KZAB-kriptoqrafik zəif açarlar bazası, PCP-paralel çıxış portu, AÇP-ardıcıl çıxış portu, İG1-impuls generatoru 1, İG2-impuls generatoru 2, MK-mikrokontroller

Əvvəl qeyd edildiyi kimi entropiya mənbəyi kimi stabilitronun (S) istifadə olunur. Yaranan küylər əməliyyat gücləndiricisi (ƏG) vasitəsi ilə gücləndirilir və diskretizator (D) tərəfindən zaman üzrə diskretləşir. Diskretləşmə periodu ( $\tau_1$ ) impuls generatoru 1 (İG1) çıxışında formalaşan periodik impuls ardıcılığı vasitəsi ilə təyin olunur. Hər bir diskretləşmə əməliyyatı nəticəsində bir TTR (0 və ya 1) alınır və çox dərəcəli bufer yaddaşında (BY) müvəqqəti olaraq saxlanılır. Giriş küyünün diskretləşməsi BY-nin registrinin tam dolmasına qədər davam edir. Nəticədə TTR ardıcılığı formalaşır və ilkin emal üçün analizatora (A) ötürülür. Burada əsas məqsəd kriptoqrafik zəif açarların qurğunun çıxışına ötürülməsinin qarşısının alınmasıdır. Bu məqsədlə BY çıxışındakı təsadüfi ardıcılıq kriptoqrafik zəif açarlar bazasına (KZAB) əvvəlcədən daxil edilmiş ardıcılıqlarla XOR əməliyyatı vasitəsi ilə müqayisə olunur. Müqayisənin nəticəsi sıfır olarsa giriş küyünün yenidən zaman üzrə diskretləşməsi üçün A tərəfindən İG1-ə start signalı göndərilir və yeni TTR formalaşır. Nəticə sıfırdan fərqli olarsa təsadüfi ardıcılıq ardıcıl çıxış portuna (AÇP) və paralel çıxış portuna (PCP) ötürülür. Eyni zamanda impuls generatoru 2 (İG2) vasitəsi  $\tau_2$  periodlu impuls ardıcılığının formalaşmasına start verilir. Beləliklə TTR-lər  $\tau_2$  periodu ilə AÇP-nin çıxışında formalaşır. Qeyd etmək lazımdır ki,  $\tau_1$  zaman intervalının qiyməti eksperimental yolla seçilir və küyün amplitudunun dəyişmə sürəti ilə xarakterizə olunur.  $\tau_2$  zaman intervalının qiyməti isə istənilən qədər kiçik seçilə bilər. Göründüyü kimi S və ƏG-dən başqa qurğunun bütün funksional blokları rəqəmsal struktura malikdir və mikrokontroller (MK) üzərində reallaşdırıla bilər.

Qurğunun prinsiplial sxemi şəkil 2-də təsvir olunmuşdur. TTRF D814B tipli stabilitron, KP140YD8A tipli ƏG və PIC16F84A tipli MK üzərində yığılıb. Stabilitronun işçi nöqtəsi dəşilmənin başlanğıc hissəsində, stabilizasiya gərginliyindən bir qədər az – 8,2V seçilib. Əvvəl deyildiyi kimi VAX-ın məhz bu oblastında küylər daha intensivdir. Baxılan halda stabilitronun çıxışında işçi nöqtədə küylərin osilloqramı şəkil 3-də təsvir olunub.



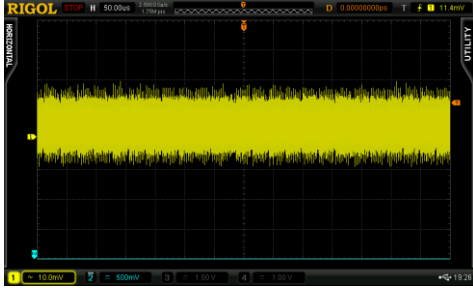
Şəkil 2. Stabilitron əsasında TTRF-in prinsiplial sxemi.

Alınan küylər ƏG vasitəsi ilə gücləndirildikdən sonra MK girişinə (17 və ya RA0 portu) ötürülür.

Girişə verilən küyün (şəkil 4) səviyyəsi R6 potensiyometri ilə MK-in qeyri müəyyənlik zonasında - təxminən 0,5V səviyyəsində seçilir. Qeyri müəyyənlik zonasına düşən signal MK tərəfindən təsadüfi olaraq məntiqi "1" və ya "0" kimi qəbul oluna bilər. Yuxarıda təsvir olunan əməliyyatlardan (bax şəkil 3) sonra AÇP-də (1 və ya RA2 portu) ardıcıl TTR, PCP-də isə (6-13 və ya RB0-RB7 portları) paralel TTR formalaşır.

PIC16F84A MK-nin iş alqoritmi şəkil 5-də təsvir olunmuşdur. MK, RA0 portunun məntiqi səviyyəsinin yoxlanmasını yerinə yetirir və giriş (küy) signalının səviyyəsindən asılı olaraq məntiqi "0" və ya məntiqi "1" formalaşdırır. Məntiqi səviyyə bərabər zaman intervallarından ( $\tau_1$ ) bir yoxlanılır. Qeyd edək ki,  $\tau_1$  zaman intervalı elə seçilməlidir ki, küyün səviyyəsi növbəti yoxlamaya qədər dəyişsin. Baxılan halda  $\tau_1=10ms$  seçilmişdir. Bu əməliyyat struktur sxemdə (bax şəkil 1) ƏG çıxışında alınan gücləndirilmiş küyün İG1 vasitəsi ilə diskretləşməsinə uyğun gəlir. Daha sonra program tərəfindən həmin məntiqi səviyyələr 8 dərəcəli BY

olan RN registrinə yazılır və hər-bir bitin yaddaş yuvasına yazılmasından sonra RN registrinin dolması yoxlanılır. Əgər RN registri tam dolmayıbsa, RA0 portunun məntiqi səviyyəsi yenidən oxunur və nəticə boş yaddaş yuvasına yazılır. RN registri dolduqdan sonra alınmış TTR ardıcılığının müqayisəli analizi keçirilir. Əgər bu ardıcılıq kriptografik zəif deyilsə, PORTB-yə yazılır, yəni PÇP-yə ötürülür. Eyni zamanda formalaşmış ardıcılıq RA2 portu, yəni AÇP tərəfindən  $\tau_2$  periodu ilə çıxışa ötürülür.  $\tau_2$  zaman intervalı istənilən qədər kiçik seçilə bilər. Baxılan halda  $\tau_1=1\text{ms}$  seçilmişdir. Müqayisəli analizin reallaşdırılması formalaşan ardıcılıqlar arasında qanunauyğunluq müşahidə olunanların çıxışa ötürülməməyini təmin edir ki, nəticədə generatorun çıxışında TTR ardıcılıqları formalaşır. Formalaşma başa çatdıqdan sonra proqram başlanğıc mövqeyə qaydır və MK-in çıxışında yeni TTR ardıcılığı generasiya olunur.

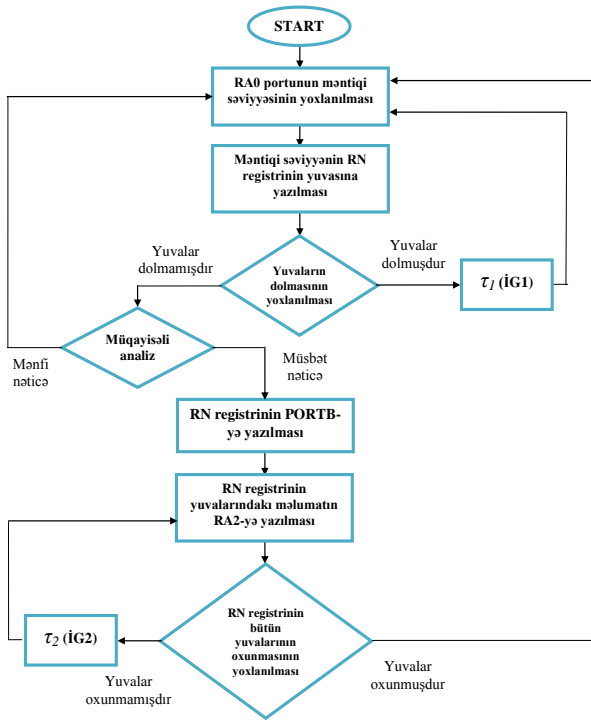


Şək.3. Stabilitronun çıxışında küylərin ossilloqramı

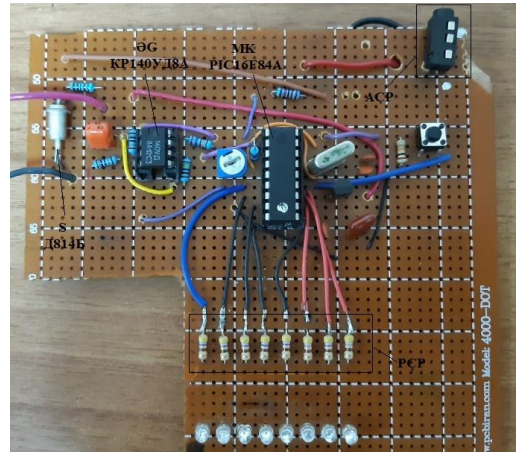


Şək.4. MK-in girişindəki küylərin ossilloqramı

Təklif olunan qurğunun ümumi görünüşü şək.6-da, qurğu vasitəsi ilə alınmış TTR ardıcılığı nümunəsi cədvəl 1-də verilmişdir.



Şək.5. PIC16F84A MK-in iş alqoritmi



Şək.6. Stabilitron əsasında TTRF-in ümumi görünüşü

Cədvəl 1. TTR ardıcılığı nümunəsi

```

... 10110110 10111010 10101010 10101011 10101101 10110101 11010101 01010101 01010111
01010011 01011011 01101011 10101011 10101010 10100110 10010110 11010110 01010111
01010101 01110101 00110101 1110101 10110100 10110110 10110111 10111010 10101010
10101011 10101001 10100101 10110101 11010101 01010101 01010111 01010011 01011011
01001011 00101011 10101011 10101010 10111010 10011010 11011010 01011010 01011011
01011001 01011101 01010101 01110101 11110101 11110100 11110110 11110010 11111010
11101010 10101010 10101011 10101001 10101101 10100101 10110101 10010101 11010101 ...
    
```

**Nəticə.** Müasir dövrdə yüksək kriptodayanıqlılığa malik kriptoaçarların alınması üçün entropiya mənbəyinə malik TTRF-in tətbiqi geniş yayılmaqdadır. Entropiya mənbəyi kimi stabilitronun elektrik deşilməsinə keçid zamanı baş verən küylərdən istifadə etmək olar. Növündən asılı olmayaraq (tunel və ya selvari) VAX-da stabil deşilmə zonasından əvvəlki oblastda dayanıqlı küylər formalaşır, hansılar ki,

güclənmə və rəqəmsal emal nəticəsində TTR kimi istifadə oluna bilərlər. Seçilmiş D814B tipli stabilitronda formalaşan küylər KP140UD8A tipli ƏG vasitəsi ilə gücləndirilərək təklif olunan alqoritm üzrə PIC16F84A MK vasitəsi ilə emal olunur. Göstərilmişdir ki, sadalanan elementlər üzərində yığılmış qurğu TTR generasiyası üçün tətbiq oluna bilər.

### Ədəbiyyat

1. Токарева Н.Н. Симметричная криптография. Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск, 2012. 234 с.
2. Иванов М.А., Чугунков И.В. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях: Учебное пособие / Под ред. М.А. Иванова. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 400 с.: ил.
3. Димаки А.В., Светлаков А.А. Аппаратно-программный генератор случайных чисел, сопрягаемый с компьютером типа IPM PC // Известия Томского политехнического университета, 2004, Т.307, №1.
4. Ewert M. A Random Number Generator Based on Electronic Noise and the Xorshift Algorithm // Proceedings of 2018 VII International conference on network, communication and computing (ICNCC 2018), TAIWAN, DEC 14-16, 2018, pp.357-362.
4. Kim J., Nili H., Truong N.D., et all. Nano-Intrinsic True Random Number Generation: A Device to Data Study // IEEE Transactions on circuits and systems I-Regular papers, 2019, vol.66, pp. 2615-2626.
5. Балыгин К.А., Зайцев В.И. и др. Квантовый генератор случайных чисел, основанный на пуассоновской статистике фотоотсчетов, со скоростью около 100 Мбит/с // ЖЭТФ, 2018, том 153, вып. 6, стр. 879-894.
6. Григорьев А.Ю. Методы тестирования генераторов случайных и псевдослучайных последовательностей // Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и инф. технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2017, № 1, с. 22-28.
7. <https://software.intel.com/en-us/articles/intel-digital-random-number-generator-drng-software-implementation-guide>
8. Beenakker C.W.J., Buttiker M. Suppression of shot noise in metallic diffusive conductors // Physical Review, 1992, Vol.46, Iss.3, pp.1889-1892.
9. Stipcevic M., Koch Ch. True Random Number Generators // Open Problems in Mathematics and Computational Science, 2014, pp.275-315.
10. Шашкина А.С., Кривошейкин А.В., Скворцов Н.Н., Воротков М.В. Фрактальные свойства лавинного пробоя светодиода // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физ.-мат. науки № 4(253) 2016, с.85-93.

### *The true random number generator based on Zener diode*

*Hasanov R.A., Aliyeva I.N.*

*The article presents a functional diagram of a true random number former (TRNF), which uses noise generated by Zener diode as a source of entropy. In accordance with the functional scheme, an electrical scheme based on logic and RISC technology elements and a work algorithm have been proposed. 8-bit real random number (RRR) sequence is given as a result of the device's performance.*



### **Mikrokontroller əsasında avtonom hündürlükölçənin işlənməsi**

**İsmailov S.M.**

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
siyavuw456@mail.ru*

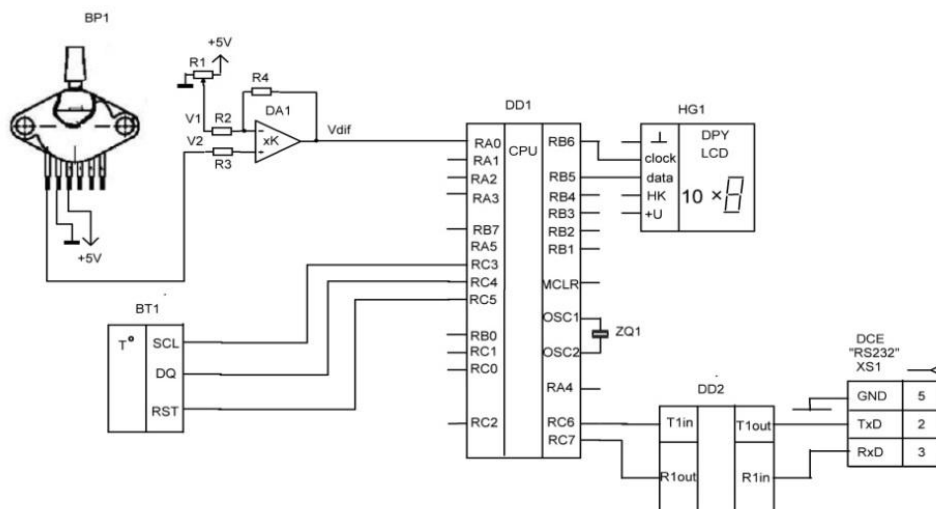
Müasir dövrdə uçuş aparatında (UA) quraşdırılmış istənilən naviqasiya sisteminin Yer kürəsinin səthinə nəzərən öz koodinantlarını müəyyən etməsi lazımdır. Hündürlüklərin böyük diapazonunda bu problemin effektiv həlli təzyiqli vericisi əsasında hazırlanan barometrik hündürlükölçənin tətbiqidir.

Uçuşun hündürlüyü barometrik, radiotexniki, ətalətli və elektrostatik metodlarla ölçülür. Bunların içərisində barometrik və radiotexniki metodları ən əsas olanlardır [1].

Barometrik hündürlükölçənlər aviasiya sahəsində uzun müddətdir ki, istifadə olunur. Əvvəllər hündürlük ölçənlərin həssas elementləri kimi ölçüləri və kütləsi böyük olan cihazlardan hazırlanmış metal aneroid qutular istifadə olunurdu. Göstəricisi ox (əqrəb) indikatorlu olan bu cihazlarda kökləmə çox çətin olmaqla yanaşı, böyük xəta payına malik idi. Eyni zamanda temperaturun cihaza olan təsirini nəzərə ala bilmirdi. Mikrokontroller (MK) texnikasının meydana gəlməsi kiçik kütlə və qabaritə malik hündürlükölçənlərin yaranmasına zəmin yaradan silisium təzyiqli vericiləri hazırlandı ki, bununla da yuxarıda göstərilən çatışmazlıqlar aradan qaldırılmaqla, daha təkmilləşdirilmiş hündürlükölçənlər tətbiq olunmağa başlandı [3].

Tərəfimizdən işlənilmiş mütəlx təzyiqli verici əsasında hündürlükölçənin funksional sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir. Burada mütəlx təzyiqli çeviricisi kimi Motorola firmasının MPX4115A yarımqeçirici inteqral verici tətbiq edilmişdir. MPX4115A – bu 15kPa-dan 115kPa-a qədər ölçmə diapazonununa malik olan mütəlx təzyiqli vericisidir. Verici çıxış signalını 0,2V-dan 4,8V-a qədər gücləndirməyə malik olan daxili gücləndirmə sxeminə malikdir. Daxili gücləndirmə sxeminə malik olan vericilərdən istifadə etməklə temperatur kompensasiyası ilə əlaqədar olan problemləri aradan qaldırır, qurğunun qabarit ölçülərini kiçildir və hazırlamasını sadələşdirir. Çünki verici mütəlx təzyiqli ölçür və sıfır hündürlükdə onun çıxış signalı sıfıra bərabər deyil və əksinə, daha yaxın çıxışın (təxminən 4 100 kPa-da atmosfer təzyiqli vaxtı) maksimal

qiymətinə, o verilmiş icazə ilə (0,01 kPa) bütün diapazonda sıfırın və ölçünün quraşdırılması üçün gərginliklərin çıxılmasının sxemi lazımdır, hansı ki, DA1 diferensial gücləndiricisinin tətbiqi ilə hazırlanmışdır.



Şəkil 1. Mütləq manometrli hündürlükölçənin funksional sxemi

### Nəticə

Beləliklə, göstərilən xüsusiyyət və aparılan təcrübələrdən alınan nəticələrə əsasən mikrokontrollerlər əsasında işləyən barometrik avtonom elektron hündürlükölçənlərin aşağıdakı üstünlüklərini qeyd edə bilərik:

- Kütlə və qabarit ölçülərini azaldılması;
- İstismar olunduqca istənilən ilkin vericilərin (sensorların), təzyiq vericilərinin parametrləri dəyişdiyindən ölçmə prosesinin dəqiqliyini artırmaq üçün müəyyən olunmuş korreksiya əmsalının nəzərə alınması lazımdır. MK-nın tətbiqi ilə bu proseduru proqram təminatında dəyişiklik etməklə qısa müddətdə yerinə yetirmək olur;
- Ənənəvi hündürlükölçənlərdən fərqli olaraq ətraf mühitin temperaturunu da nəzərə alaraq daha dəqiq ölçmələri yerinə yetirir. Bu ölçmələri MK-nın imkanlarından istifadə edərək LCD monitorunda əks etdirmək, və ya məsafəyə ötürmək də mümkündür.
- Hündürlükölçənin verdiyi dəqiq məlumatlardan naviqasiya sistemlərində, hündürlüyün saxlanılmasında və s. geniş istifadə olunur.

### Ədəbiyyat

1. Шумков А. Применение датчиков давления в системах навигации. // Chip News, №8 (91), 2004.
2. Маргелов А. Полупроводниковые датчики давления Motorola // Электроника, ноябрь, 2003.
3. Kester W., Briant J., Jung W. Sensor Signal Conditioning. Чаp. 7. Перевод в журн. «Схемотехника», №3, 2000.

### *Development of an independent altimeter on the basis of microcontrollers*

*İsrafilov S.M.*

*The article analyzes the basic principles of altitude measurements and the use of altimeters in civil aviation. Pressure transducers, their construction principles and specifications are summarized and its structure given.*



### Helikopterin uçuş-texniki parametrlərinə məsafədən nəzarət sisteminin modeli

**Həsənov S.E.**

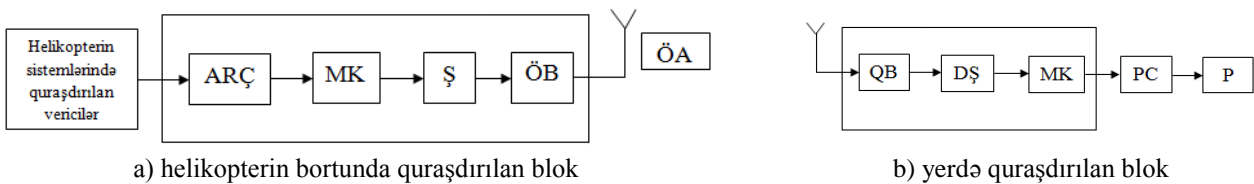
*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*  
*sahil\_76@mail.ru*

### Xülasə.

İşdə uçuş-texniki parametrlərin helikopterin bortunda quraşdırılan vericilər əsasında məsafədən nəzarət sisteminin modeli təklif edilmiş, baş vermiş imtinaların mühəndis-texniki heyət tərəfindən məsafədən aşkarlanması, texniki xidmətin qabaqcadan planlaşdırılması və optimallaşdırılması məsələlərinə baxılmışdır.

Müasir dövrdə uçuşların təhlükəsizliyi məsələləri müasir aviasiyanın aktual problemlərindən biri kimi qiymətləndirilir. Uçuşların təhlükəsizliyinə aid olan məsələlərdən biri də texniki xidmətin düzgün və vaxtında reqlament üzrə yerinə yetirilməsidir. Texniki xidmətin düzgün yerinə yetirilməsi üçün uçuş-texniki parametrlərə nəzarət etmək, yaranmış nasazlıqları vaxtında aşkar etmək və bu istiqamətdə müəyyən profilaktik tədbirləri görmək lazımdır. Təklif etdiyimiz model bu sahədə müəyyən işlərin görülməsində yardımçı vasitə ola bilər. Belə ki, helikopter uçuşda olarkən hər hansı bir sistemin və ya aqreqatın imtinası halı ortaya çıxa bilər və bu imtina uçuşun yerinə yetirilməsinə maneçilik törətməz. Lakin aşkar edilən nasazlıq yerüstü mühəndis-texniki xidmətə (MTX) vaxtında çatdırılarsa, bu zaman MTX qabaqcadan müəyyən olunmuş plana əsasən bu nasazlığın qarşısının alınması üçün müəyyən tədbirlər görür və tez bir zamanda nasazlıq aradan qaldırılır. Bundan əlavə həmin sistemin vasitəsilə yaranmış hər hansı bir nasazlığın və ya limitdən kənara çıxan parametrlərin neçə dəfə eyni bort nömrəli helikopterlərdə aşkarlanması haqqında analiz aparmaq da mümkündür.

Təklif olunan sistem özündə müəyyən qurğuları birləşdirir ki, bu qurğuların da hər biri müəyyən funksiyaları yerinə yetirir. Bu sistem helikopterin mühərriklərində, köməkçi güc qurğusunda, hidravlik sistemində, yanacaq sistemində və naviqasiya – rabitə sistemlərində quraşdırılan müəyyən vericilərdən analoq siqnallar şəklində qəbul etdiyi məlumatları analoq-rəqəm çeviricisi vasitəsi ilə rəqəmsal formaya çevirir və həmin rəqəmsal informasiyanı (məsələn, baş reduktorun yağ təzyiqi, dövrlər sayı və s.) cəmləyici blokda yerləşən mikrokontrollərə (MK) göndərir. Mikrokontrollərdə yığılan məlumatlar emal olunur və şifratora (Ş) ötürülür. Şifratorada bu məlumatlar kod şəklində emal olunur və ötürücü bloka (ÖB) göndərilir. Ötürücü blok məlumatları seçilmiş tezlik kanalında ötürücü antenanın (yüksək tezlikli, çox yüksək tezlikli və ya ehtiyac olarsa quraşdırılan peyk antenna) (ÖA) vasitəsilə şüalandırır (şəkil 1 a). Radiodalğalar şəklində şüalandırılan yüksək tezlikli impuls siqnalları yerüstü qəbuledici antenanın (QA) vasitəsilə qəbul olunur. Qəbul olunmuş yüksək tezlikli impuls siqnalları qəbuledici bloka (QB) göndərilir, orada aşağı tezlikli impuls siqnallarına çevrilir və deşifratora (DŞ) ötürülür. Deşifratora göndərilən məlumatlar aşkar formaya çevrilir və mikrokontrollərə ötürülür. Mikrokontroller alınmış rəqəmsal parametrləri emal edir və kompüterə (PC) göndərir. Kompüterə göndərilən məlumatlar hazırlanmış xidməti proqram vasitəsilə analiz edilir və lazım gələrsə printer (P) qurğusunun vasitəsilə çap olunur (şəkil 1 b).



Şəkil 1. Məsafədən nəzarət sisteminin struktur sxemi

Kompüterə yazılmış xidməti proqram uçuşu yerinə yetirən helikopterlərdən gələn informasiyaları eyni vaxtda qəbul edir. Əgər alınan informasiyaların oxunması zamanı əldə olunan parametrlər normal işçi diapazonda olarsa, proqram buna reaksiya vermir, lakin hər hansı bir parametrlərin verilmiş işçi diapazondan kənara çıxdığı aşkar olunarsa, bu zaman proqram vizual xəbərdarlıq edir və uyğun helikopterin bort nömrəsini, uçuşun yerinə yetirilmə vaxtını və diapazondan kənara çıxmış parametri (və ya yaranmış nasazlığı) göstərir (şəkil 2).

Bort nömrəsi	Uçuşun yerinə yetirilmə vaxtı	Hardan	Hara	Cari çatma vaxtı	Yaranmış nasazlıq	Xəbərdarlıq
A3245	21 Nov. 2019 15:00 UTC	Bakı	Gəncə	16:10	Baş reduktorun yağının təzyiqi	●
A5326	21 Nov. 2019 09:50 UTC	Şəki	Zaqatala	10:00		
A5326	21 Nov. 2019 12:10 UTC	Zaqatala	Qəbələ	14:20	Hidravlik sistemdə mayenin miqdarı	◆
A3245	21 Nov. 2019 16:45 UTC	Gəncə	Lənkəran	17:55		

Şəkil 2. Kompüterdə informasiyanın əks olunması

### Ədəbiyyat

1. А.И. Панибратский, А.И. Носырев. Приборное оборудование вертолета Ми-171 и его летная эксплуатация (учебное пособие для экипажей). НП Центр подготовки персонала. г. Тюмень 2008.
2. Руководство по технической эксплуатации вертолета Ми-8 АМТ (Ми-171)1995 г.

4. Регламент технического обслуживания вертолета Ми-8 АМТ (Ми-171). Част 3. Авиационное и радиоэлектронное оборудование. 1995 г.
5. Альбом фидерных схем вертолета Ми-8 АМТ (Ми-171).
6. A.M. Paşayev, A.R. Nəşənov, İ.Ə. İsgəndərov, F.A. Abdullayev. Elektron qurğularının əsasları. Cild 3. Rəqəm qurğuları. Bakı-2014.

### **Модель системы управления полетно-техническими параметрами вертолета**

Гасанов С.Э.

Предложена модель системы дистанционного зондирования на основе летно-технических параметров вертолета, а также вопросы дистанционного обнаружения, предварительного планирования и оптимизации технического обслуживания командой инженеров.



### **Повышение надёжности работы щёточно-коллекторного узла тяговых электродвигателей**

**Джабраильзаде В.М.**

Национальная академия авиации, Баку, Азербайджан  
cabrailzada@inbox.ru

#### **Аннотация**

В данной статье применяя программу MATLAB/Simulink показан интенсивность искрения значения поперечного тока и выявлена определённая предельная величина амплитуды, превышение которой приводит к возникновению искрения на коллекторе тягового электродвигателя.

Исследования, проведённые за последние годы в отрасли метрополитена, а именно связанные с тяговыми электродвигателями (ТЭД) однозначно дают нам знать, что главными причинами низкой надёжности тяговых двигателей в эксплуатации являются именно не удовлетворительные качества ремонта, пропуск дефектов при его контроле, а также из-за быстрого выхода из строя коллекторно-щёточного узла (КЩУ). Роль КЩУ заключается в том, что он обеспечивает электрическое соединение цепи ротора с цепями, которые расположены в неподвижной части ТЭД.

Традиционным путём исследования надёжности электрических машин (тяговых двигателей) несомненно же является исследование статистических данных об отказах. Исследуя причин отказов тяговых двигателей при их эксплуатации приходим к выводу, что надёжность работы тяговых электродвигателей во многом зависит от исправного состояния КЩУ. Статистика показывает, что в среднем 25% отказов коллекторных машин постоянного тока происходит из-за выхода из строя КЩУ, а в транспортных установках (в электропоездах метрополитена, железных дорогах и т.д.) доля таких отказов достигает 44-66 %. Причиной же возникновения таких частых отказов ТЭД, связанных с коллекторно-щёточным узлом заключается в том, что скользящие контакты КЩУ во время эксплуатации интенсивно изнашиваются от трения.

Одним же из возможных методов оценки повышения надёжности КЩУ тяговых двигателях - это предложение измерения поперечного тока щётки в ТЭД постоянного тока для оценки искрения. Выбирая двигатели типа ТЛ2К1, НБ-514 и т.д. в которой щётка разрезная, мы имеем возможность измерить значение поперечного тока щётки без всяких либо изменений конструкций КЩУ. На рис 1 показана схема работы КЩУ, причём при наличии разрезной щётки. При изолировании отдельных частей щётки 1 и 2 друг от друга в определённый момент времени, который показан на рисунке по обоим будет протекать токи. При этом эти токи отличаются друг от друга на величину  $i_K$ . Суммарная же ЭДС определяет направление этого тока в процессе коммутации. Под так называемыми «сбегающими и набегающими» частями щётки токи будут иметь существенно разные значения по плотности. Это же в свою очередь приводит к искрению того или иного края щётки, ну а интенсивность зависит от  $i_K$ .

По схеме осуществляется изменение тока в коммутируемой секции. Мощность, токовая нагрузка и напряжение питания двигателя – от этих трёх показателей полностью зависит выбор геометрических размеров, а также параметров измерительного трансформатора. Индикационное устройство искрения состоит из трансформатора тока, латунной шпильки, проходящий через кольцо трансформатора тока, а также латунной гильзы, служащий второй клеммой для подключения первичной обмотки, изоляционной обоймой.

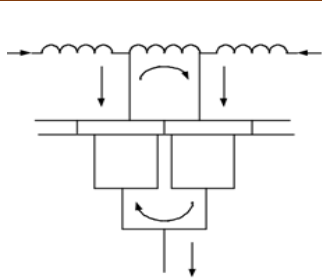


Рис 1. Схема работы КЩУ при наличии разрезной щётки

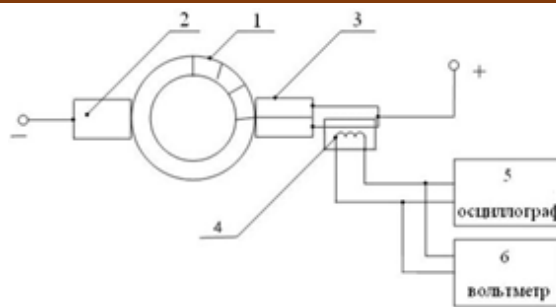


Рис 2. Схема устройства индикации искрения на MATLAB/Simulink.  
1) коллектор машины постоянного тока; 2) контактная щетка; 3) разрезная контактная щетка; 4) трансформатор тока; 5) осциллограф; 6) вольтметр

Применяя прикладную программу MATLAB/Simulink мы задали несколько входных параметров тягового двигателя (рис.2) и получили 2 графика с разными амплитудами искрения.

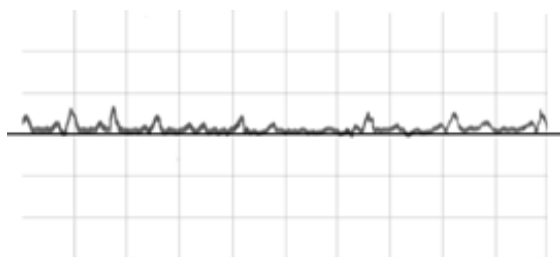


Рис 3. Интенсивность искрения: <1 балла,  $n=1500$  об/мин;  $U=99$  Мв (MATLAB/Simulink).

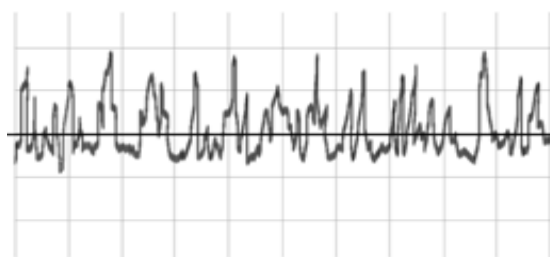


Рис 4. Интенсивность искрения: 3 балла,  $n=1500$  об/мин;  $U=900$  Мв (MATLAB/Simulink).

Как мы видим из приведённых осциллограмм графиков, действующее значения поперечного тока обладает определённой предельной величиной амплитуды при трёхбалльной интенсивности. В случае, если действующее значение этого тока превзойдёт эту амплитуду, то это приведёт к возникновению искрения на коллекторе, который приводит к более быстрому изнашиванию контактов КЩУ, что в конечном итоге приводит к выходу из строя самого КЩУ. Всё же это постепенно со временем приводит к выходу из строя самого тягового электродвигателя.

В данной статье применяя программу MATLAB/Simulink показан интенсивность искрения значения поперечного тока и выявлена определённая предельная величина амплитуды, превышение которой приводит к возникновению искрения на коллекторе.

### Литература

1. Захарченко Д.Д., Ротанов Н.А. Тяговые электрические машины. Учебник для вузов ж.-д. трансп. - М.: Транспорт, 1991. - 343 с.
2. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем: учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов.- М.: Высшая школа, 1984. - 256с.
3. Вольдек А.И. Электрические машины. Л.: Энергия, 1974. - 340с.
4. Электроснабжение метрополитенов. Устройство, эксплуатация и проектирование. Быков Е.И. (ред.). 1975.
5. Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем.

### *Improving the reliability of the work of the brush-collector assembly of traction motors*

*Jabrayilzade V.M.*

*In this article, using the MATLAB/Simulink program, the intensity of sparking of the transverse current value is shown and a certain limit value of the amplitude is revealed, the excess of which leads to sparking on the collector of traction motors.*



**Developing various scenarios and complex oil spill response operation in Azerbaijan**

***Maharramov T.S., Huseynzade R.A., Guliyeva Kh.B.***

*National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan*

*tural.mhr@gmail.com*

Unfortunately, oil spill problems are common and dangerous for the countries which produce, transport or refine the oil. Since Azerbaijan is also an oil-producing country, oil spills are real risk and threat for the country. It is also difficult to predict when, where or how an oil spill will happen. An oil spill can occur either on land or in water, at day time or night time, even in summer or winter, which means that each season requires different response measures due to geological and meteorological condition. Therefore, preparing an effective, quick and well-organized response plan and preventing the spread of oil spill on wide area is very important for elimination of possible damages to human health and the environment.

A contingency plan should be prepared according to the situation before and after the accidents happen, as well as during the accidents. Moreover, it has to be assessed well and each detail should be taken into account, such as what can go wrong, potential risks, resources, etc. [1].

The content of a contingency plan might be complicated, however, it should be easy to be understood and followed. Generally, a contingency plan consists of 4 elements:

- Identification of hazard
- Vulnerability analysis
- Risk assessment
- Response actions



Picture 1. Content of a contingency plan

Firstly, hazard identification and vulnerability analysis are used to develop a risk assessment. Then, the response actions are organized according to the risk assessment. Description of each element is shown below:

**Identification of hazard**

Although we do not know when oil will be spilt, we know where, how and how much oil is stored, used and transported. Therefore, the following information is available for effective hazard identification such as types of oils reserved or transported, storage location, quantity and characteristics of oil, transportation method of oil (pipeline, tankers, railroads, trucks), statistical data of meteorological condition in that area during different seasons, location of equipment and competency of specialists.

**Vulnerability Analysis**

This analysis helps the oil spill response team to identify resources, important objects and communities which could be harmed during the spill. Considering the importance of these receptors, the plan has to be tested to see the shortcomings and develop a plan according to the real situation.

**Risk Assessment**

After identifying the hazards and carrying out vulnerability analysis, all possible risks must be assessed in order to decide the scenario of the plan for controlling the spill, protecting populations, the environment, sensitive areas and the next procedures after the spill problem is over in terms of rehabilitation of the polluted areas including harmed animals.

**Response Actions**

Effective response actions include notification of all private and government agencies which are responsible for taking actions against oil spill accidents, involving competent specialists and deployment of all equipment to the site quickly, analysis of information about the spill. The consideration of the spill includes its position, direction and velocity of the movement, providing safety of people, ensuring the spill has already been stopped from the source, localization of the spill, controlling the spill, removing, then disposing the oil.

**Scenario development**



When a scenario is developed, the imagination of all details of the incident, i.e. the circumstances of the accident, type, physical-chemical characteristics and amount of the oil spilt, as well as its fate and impact, must be considered. It is worth noting that, in order to make the scenario more realistic and actual, for improving the competency of the response team, volunteers and other participants of the process, they should not be provided with relevant information in advance. Moreover, the geographical and meteorological condition which is relevant to the local area should also be taken into account and use actual weather and tidal circumstances. For controlling and supervising the exercises scenario, Scenario Coordinator must visit the exercise location before the process to ensure the information in the briefing packages is accurate.

The above-mentioned information is a general and simple scenario, however, in the more complex scenarios other sections such as dealing with media, stakeholders, rehabilitation, aerial surveillance, waste management, politics, etc. must be considered. These sections should be carefully controlled and managed professionally.

### **Developing complex oil spill response operation in Azerbaijan**

Since Azerbaijan is one of the main oil and gas producing countries in the region, all preventive actions should be taken and complex oil spill response operation must be developed in Azerbaijan. As mentioned above, complex oil spill response operations include having modern equipment, technologies, preparing competent specialists, cooperating with private companies in order to get support for aerial operations, preventing sensitive areas, managing wastes, treatment of contaminated lands and polluted waters, etc.

This section will touch upon the existing situation and the areas that must be developed in Azerbaijan.

### **The existing situation**

Currently, two big companies SOCAR and BP are operating in Azerbaijan and both of them have an Oil Spill Response Plan. BP Azerbaijan has its own Tier 2 centre, while SOCAR is in the process of building its Tier 2 centre. Regular simulation training is conducted to train workers and analyse the current experience of the companies. Also, equipment is inspected, responders' knowledge is refreshed and the condition of additional support is analysed. In addition, services of Azercosmos OJSCo are used for surveillance, modelling and visualisation activity during oil spill response. Azercosmos has already launched its second telecommunications satellite Azerpace-2 on 25 September 2018 in a geostationary orbit 45° East longitude. Since Azercosmos can take aerospace photos itself, analyse and proceed the photos by its specialised staff and has cooperation with other international companies such as MDA, Canada, these all factors allow Azercosmos help to support in surveillance, modelling and visualisation activity during oil response operations. Therefore, in case of an accident, Azercosmos can provide aerospace photos in Tier 1, 2 and 3 oil spill accident. Moreover, the specialised company "Briggs Marine Environmental Services", the UK which operates in Azerbaijan can also support the Azerbaijani government to minimize the impact of the oil spill. Azerbaijani specialists also have enough experience in oil spill detection by remote sensing methods. For example, "Investigation of variation by the impact of oil products in the Azerbaijani sector of the Caspian Sea by radar system" project implemented by A.Sh. Mehdiyev, B.M. Azizov, A.N. Badalova, J.A. Sultanov, J.S. Mehdiyev and others are one of the aerospace successes of Azerbaijan. However, there are several areas that must be developed in Azerbaijan in order to make ideal oil spill response operation according to the international standards [3].

### **The areas must be developed in Azerbaijan**

According to my investigation and analysis, several areas must be developed in Azerbaijan including preparing theoretically and practically experienced volunteers, increasing cooperation between private, governmental companies and organisations, increasing number of oil spill response companies, etc.

### **Volunteers**

Effective oil spill response operations depend on the competency of people and their management. Volunteers are divided into two basic categories:

**'Spontaneous'** – skilled or unskilled volunteers, who arrive on-site in the days and weeks following an incident, and they are not usually affiliated to any specific company or organisation.

**'Affiliated'** – people from 'recognised' companies or organisations, who have some degree of pre- training, often from animal rescue organisations.

These categories are also divided into several categories depending on professionalism and competency.

**'Professional'** – volunteers with several skills such as veterinarians, medical workers, accountants, lawyers or IT professionals.

**'Unskilled'** – volunteers without special skills and who are ready to spend their time and energy to be trained to undertake whatever tasks assigned to them.

Ideally, it would be to identify and test the volunteers according to their competency. But, unfortunately, there are some challenges on attracting volunteers, creating a database, test their competency, etc. Therefore, these factors must be considered in the process [4].

### **Building a close cooperation between local organizations and increasing number of training**

Although cooperation exists between organizations and companies, most of them are based on theoretical training, not practical response measures. With the participation of governmental organizations such as the Ministry of Ecology and Natural Resources, the Ministry of Emergency Situations, etc., joint training is conducted by SOCAR and BP once or twice a year. The number of training should be increased and exercises should be conducted with a realistic scenario.

### **Increasing number of oil spill response companies and extending international cooperation**

There are very few companies which are specialized in oil spill response measures such as “Briggs Marine Environmental Services”, BP’s subcontractor. In order to increase the number of equipment and specialized people, it is necessary to involve more oil spill response companies in Azerbaijan or extend international cooperation with other companies that have real oil spill prevention experience on using oil booms, dispersants, skimmers and aerial surveillance.

### **Reference**

1. Chapter 6, Preparing for Oil Spills: Contingency Planning | US EPA archive document.
2. Guide to oil spill exercise planning, IMO/IPIECA Report series, Volume two.
3. Analysing effective tiered oil spill preparedness and response model for Azerbaijan and usage availability of remote sensing methods T.S. Maharramov, Kh.B. Guliyeva, R.A. Huseynzade, First International Scientific-Practical Conference: Modern Information, Measurement and Control Systems: Problems and Perspectives, 2019.
4. Volunteers and oil spills – a technical perspective, Andrew Tucker, Senior Technical Adviser; Dr Michael O’Brien, Technical Team Manager; The International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF), 2011.

### ***Разработка различных сценариев и комплексных операций по ликвидации разливов нефти в Азербайджане*** *Магеррамов Т.С., Гулиева Х.Б., Гусейнзаде Р.А.*

*Проанализированы потенциальные риски разливов нефти и существующие ресурсы для операций по ликвидации разливов нефти. Определены этапы и содержание общего плана действий в чрезвычайных ситуациях. Исследованы сферы, которые необходимо улучшить и которые играют очень важную роль во время операций по ликвидации разливов нефти.*



### **Метод слияния спутниковых изображений Azersky и Sentinel-2B для мониторинга сельскохозяйственных полей**

***Гулиева С.Г., Бадалова А.Н.***

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан*  
*guliyeva.s.h@gmail.com*

### **Введение**

В последние годы значительно возрос интерес к широкому использованию возможностей наблюдения Земли из космоса для получения информации, необходимой для принятия своевременных и обоснованных решений в области сельского хозяйства. Мониторинг сельскохозяйственных (СХ) культур с помощью данных дистанционного зондирования (ДЗ) и ГИС-технологий выгоден для управления земельными ресурсами, мониторинга СХ культур, оценки и прогнозирования урожайности, а также для других СХ задач. Известно, что в настоящее время спутниковые изображения Sentinel-2B широко используются в СХ целях на основе программы Sen2Agri. Разработка методологии комплексного использования спутниковых изображений и их объединения, а также классификации объектов по этим изображениям является актуальной задачей. Основной целью данного исследования была апробация возможности совместного использования изображений Azersky и Sentinel-2B и получения спутникового изображения с высоким пространственным и спектральным разрешением для мониторинга СХ полей [1,3].

### **Территория исследования и набор данных**

*Территория исследования.* Объектами данного исследования являются СХ угодья, расположенные на территории Нефтчалинского района. Для упрощенного представления результатов был определен полигон в небольшом масштабе, расположенный на берегу реки Куры. В этой области

расположено много обрабатываемых земель с низкой и высокой городской растительностью, а также населенные пункты, водоемы и неиспользуемые земли.

Площадь испытательного участка составляет 32,2 км<sup>2</sup>, расположен примерно в 6 км к северо-западу от центра города Нефтчала, простираясь от 39°41' до 39°44' северных широт и от 49°16' до 49°24' восточных долгот (рис.1).

Ландшафт испытательного участка ровный, что делает район удобным для точного земледелия. Основными культурами, выращиваемыми на полигоне, являются ячмень и пшеница. Согласно проведенным расчетам, на полигоне находится около 20 км<sup>2</sup> СХ угодий.

*Набор данных.* Спутниковые изображения территории исследования Sentinel-2В и Azersky были получены 16 и 19 мая 2018 года.

Данные Sentinel-2В предоставляют 13 спектральных диапазонов с пространственными разрешениями 10, 20, 60 метров, для поставленной цели использовались изображения с 10-м и 20-м разрешениями (табл.1).



Рис. 1. Испытательный участок

Табл. 1. Технические характеристики изображения Sentinel-2В

Спектральные каналы	Длина волны (мкм)	Разрешение (м)
Голубой	0,439–0,535	10
Зеленый	0,537–0,582	10
Красный	0,646–0,685	10
Крайний красный	0,694-0,714	20
Крайний красный	0,731-0,749	20
Крайний красный	0,768-0,796	20
Ближний инфракрасный	0,767-0,908	10
Крайний красный	0,848-0,881	20

Данные Azersky обеспечивают мультиспектральное изображение четырех спектральных полос с пространственным разрешением 6 метров и панхроматическое изображение с пространственным разрешением 1,5 метра (табл. 2).

Табл. 2. Технические характеристики изображения Azersky

Цвет канала	Длина волны (мкм)	Пространственное разрешение (м)
Голубой	0.450–0.520	6
Зеленый	0.530–0.590	
Красный	0.625–0.695	
Ближний инфракрасный	0.760–0.890	1.5
Черный и белый	0.450–0.750	

### Методика

*Предварительная обработка.* Предварительная обработка Sentinel-2В выполнялась с использованием SNAP, и поскольку изображение Sentinel-2В было представлено в системе координат WGS 84 UTM 39N, изображение Azersky было преобразовано в ту же систему координат в ArcGIS, а также из представленных изображений были обрезаны области испытательного участка [1].

*Слияние изображений.* После стадии предварительной обработки изображение Azersky в панхроматическом режиме (1,5 м) было объединено с мультиспектральным изображением Sentinel 2В (10-м и 20-м). Процедура слияния изображений проводилась с использованием программного обеспечения ERDAS Imagine. На слитом изображении можно визуальным образом описать границы между отдельными участками СХ поля. На рисунке 2 показаны фрагменты этих изображений.

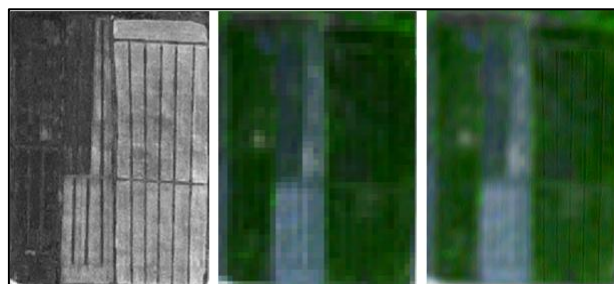


Рис. 2. Фрагменты изображений

*Индексы растительности.* Расчет показателей растительности и классификация мультиспектрального изображения Azersky, Sentinel-2В и слитого изображения проводились на ERDAS Imagine.

Различия в характеристиках отражения растительности в диапазонах красного и ближнего

инфракрасного спектра позволяют рассчитать индекс (NDVI), который является одним из наиболее широко используемых индексов (формула 1).

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

где RED и NIR означают измерения спектральной отражательной способности, полученные соответственно в красной и ближней инфракрасной областях.

Для анализа возможности мониторинга СХ полей на изображениях был вырезан небольшой фрагмент отдельного СХ поля, для которого отдельно рассчитывались вегетационные индексы. На рисунке 3 показаны значения NDVI для отдельного СХ поля. Красный цвет на этих картах указывает на низкое значение NDVI, желтый - среднее, зеленый - высокое.

Было проведено сравнение отдельных значений пикселей индексных изображений Azersky, Sentinel-2B (4 канала) и слитое по значениям NDVI. Таким образом, таблица 3, была составлена в соответствии со значениями индекса NDVI для каждого изображения.

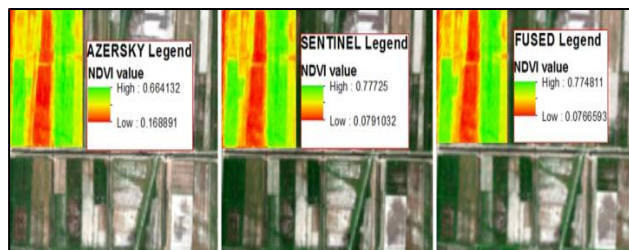


Рис. 3. Значения NDVI для отдельного поля

Табл. 3. Значения индекса NDVI для Azersky, Sentinel-2B и слитого изображений

Изображение	Значения NDVI									
	0.173	0.244	0.309	0.368	0.455	0.528	0.585	0.604	0.610	0.680
Azersky (MS)	0.173	0.244	0.309	0.368	0.455	0.528	0.585	0.604	0.610	0.680
Sentinel-2B	0.126	0.251	0.207	0.341	0.490	0.520	0.694	0.711	0.708	0.797
Слитое	0.094	0.272	0.281	0.342	0.503	0.507	0.703	0.719	0.686	0.789

Помимо индекса NDVI, были также рассчитаны индексы почвенно-скорректированной растительности (SAVI) и индексы почвенной и атмосферной устойчивости (SARVI).

SAVI и SARVI обычно используют красные и ближние инфракрасные каналы для расчета растительности, они рассчитываются с помощью формул (2) и (3).

$$SAVI = \frac{(1+L)(NIR-RED)}{(NIR+RED+L)}, \quad (2)$$

где NIR - ближнее инфракрасное излучение, RED - видимое красное излучение, а L - поправочный коэффициент почвы. Было обнаружено, что значение L в области отражательной способности 0,5 минимизирует изменения яркости почвы и устраняет необходимость в дополнительной калибровке для различных почв.

$$SARVI = \frac{(NIR-RB)*(1+L)}{(NIR+RB+L)}, \quad (3)$$

где RB = Red-Gamma \* (Blue-Red), NIR - ближнее инфракрасное излучение, R - видимое красное излучение, B - видимое синее излучение, L - поправочный коэффициент почвы.

Полученные значения индексов растительности для Azersky, Sentinel-2B и слитых изображений приведены в таблице 4.

Табл. 4. Значения вегетационных индексов для изображений

Изображение	NDVI	SAVI	SARVI
Azersky (MS)	-0.47379– 0.6841	-0.709491– 0.9026	-0.871082 –0.952762
Sentinel 2B	-0.429963– 0.793165	-0.644749– 0.918964	-0.550747 – 0.942113
Слитое	-0.474154– 0.792515	-0.711005– 0.918867	-0.535375 – 0.951291

**Контролируемая классификация.** Непараметрические алгоритмы обучения, такие как случайный лес и машины опорных векторов, которые не зависят от какого-либо предшествующего распределения данных классов, предпочтительны для классификации изображений и недавно успешно применялись при классификации СХ культур [2].

Для реализации контролируемой классификации в ERDAS Imagine был создан файл сигнатур из 8 классов (ячмень/пшеница, люцерна, растительность, водно-болотное угодье, пашня, город, река, вода). Соответствующие результатам контролируемой классификации векторные карты классификации видов землепользования представлены на рисунке 4.

#### Заключение

В этом исследовании был протестирован метод слияния Ehlers для объединения спутниковых изображений Azersky и Sentinel-2B для мониторинга СХ полей. Благодаря слитому изображению стало возможным точно идентифицировать и инвентаризовать отдельные участки СХ полей. Кроме

того, была проведена оценка состояния СХ культур с помощью вычисления различных вегетационных индексов и были получены соответствующие векторные карты землепользования. В результате этого исследования можно сделать вывод, что было подтверждено преимущество изображения Azersky для определения отдельных участков СХ поля благодаря его высокому пространственному разрешению, а также преимущество изображения Sentinel-2В для спектрального анализа [1].

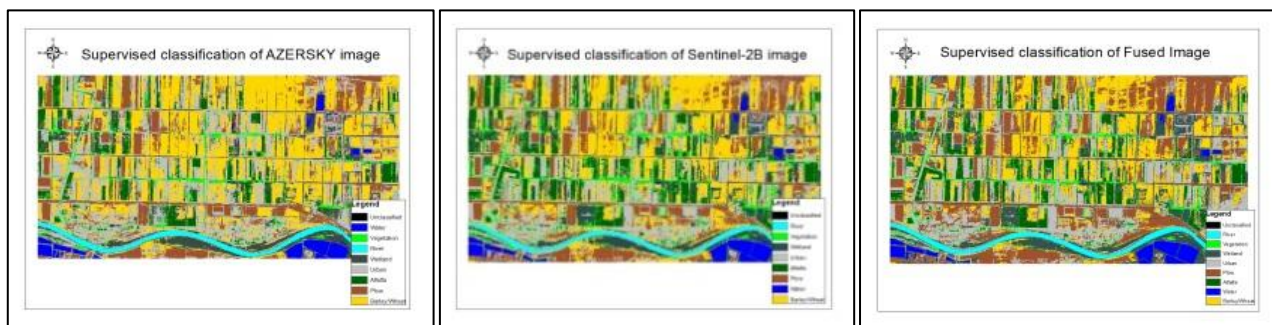


Рис. 4. Карты землепользования

В заключение следует отметить что, данные со спутника Azersky можно использовать в качестве вспомогательных данных совместно с Sentinel-2В, а сочетание этих двух данных не только повышает эффективность, но и точность мониторинга.

### Литература

1. Sona Guliyeva, Aytaj Badalova. Fusion of AZERSKY and SENTINEL-2B images for agricultural crop monitoring. Full Paper Proceedings of International Symposium on Applied Geoinformatics, Volume 1, No. 1, ISBN: 978-975-461-564-7/2019, pages: 76/614, ISBN:978-975-461-564-7, Turkey, 2019
2. Mustafa Ustuner, Fusun Balik Sanli, Polarimetric Target Decompositions and Light Gradient Boosting Machine for Crop Classification: A Comparative Evaluation settings ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2019, 8(2), 97; <https://doi.org/10.3390/ijgi8020097>
3. Gašparović, D. Medak, I. Pilaš, L. Jurjević, I. Balenović Fusion of Sentinel-2 and PlanetScope imagery for vegetation detection and monitoring. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-1-155-2018>

### ***Fusion method of Azersky and Sentinel-2B satellite imagery for monitoring agricultural fields***

*Guliyeva S.H., Badalova A.N.*

*The main goal of this research was approbation of the possibility of using both images Azersky and Sentinel-2B to obtain a high-resolution satellite image and its using for achievement agricultural purposes. In this way fusion of Sentinel-2B (10-m and 20-m) and Azersky (1.5-m) satellite imagery, which has respectively high spectral resolution and spatial resolution was decided. The fusion method validation was provided based on the land-cover classification accuracy, testing vegetation indices by processing the Sentinel-2B, Azersky, and fused imagery. In this research processing satellite imagery and mapping has been carried out on the basis of software packages SNAP, ERDAS Imagine and ArcGIS.*



### **Azərbaycanın qərb ərazilərində baş vermiş temperatur dəyişmələrinin dolu hadisələrinə təsiri**

***Qaragözov T.E.***

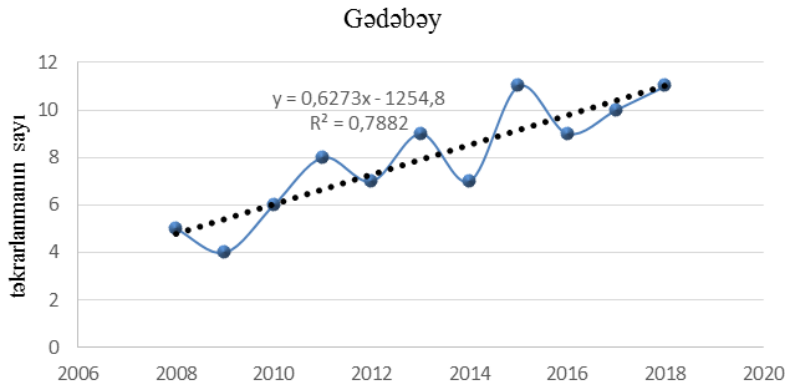
*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
tural.turan98@gmail.com*

İqlimşünaslıqda dolu hadisələrinin təhlili ənənəvi olaraq yerüstü stansiya və məntəqələrin məlumatlarına əsasən aparılır. Lakin bu stansiya və məntəqələrin bir-birindən kifayət qədər uzaq məsafədə yerləşməsi lokal hadisə olan dolu düşməsi hallarının hamısını qeyd etməyə imkan vermədiyindən bu məlumatlar müvafiq ərazilərin dolu aktivliyini obyektiv xarakterizə edə bilmir [3].

Təqdim olunan məqalənin məqsədi Respublikanın qərb ərazilərində temperatur dəyişmələrinin dolu hadisələrinə təsirini yerüstü və radar məlumatlarına əsasən tədqiqidir.

Müşahidələr MRL-5 radiolokatorunun köməyi ilə Milli Hidrometeorologiya Departamenti Radiometeorologiya və aerologiya mərkəzinin Ağstafa və Gəncə radiometeoroloji stansiyalarında (RMS) aparılmışdır. Tədqiqat işində 1998-2007 və 2008-2018-ci illərin müşahidə materiallarından istifadə olunmuşdur [1].

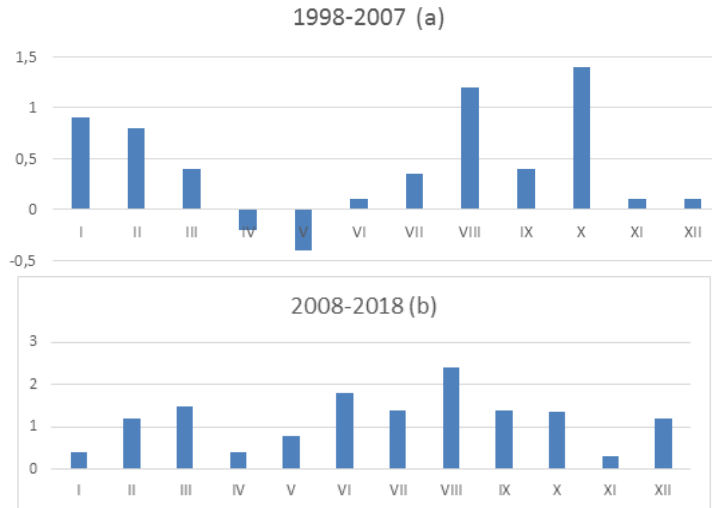
Qarşıya qoyulan məsələni həll etmək məqsədi ilə həmçinin Gədəbəy hidrometeoroloji stansiyasının 2008-2018-ci il müşahidə məlumatlarından da istifadə edilmişdir (Şəkil 1) [2].



Şəkil 1. Gədəbəy rayonu üzrə dolu düşmə hallarının çoxillik dövr üzrə dəyişməsi (2008-2018)

Gədəbəy hidrometeoroloji stansiyalarının müşahidə məlumatlarına (2008-2018) əsasən demək olar ki, dolu hadisələrinin təkrarlanmasında tərəddüdlər müşahidə edilsədə son üç il ərzində kəskin artım müşahidə edilməkdədir. Bunun ən başlıca səbəblərindən biri də baxılan ərazidə orta aylıq temperatur anomaliyalarının may-iyun ayları üzrə nəzərəçarpancaq dərəcədə artmasıdır [1].

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, ərazidə havanın temperaturu artır və bu artım aylar üzrə qeyri-bərabər paylanmışdır (şəkil 2).



Şəkil 2. Gədəbəy stansiyası üzrə 1998-2007 (a) və 2008-2018 (b) dövrləri üçün orta aylıq temperatur anomaliyaları

Şəkildən görüldüyü kimi, may və iyun aylarının temperaturları 2008-2018-ci illərdə 1998-2007-ci illərə nisbətən nəzərəçarpancaq dərəcədə artmışdır ki, bununla həmin aylarda konvektiv proseslərin və müvafiq olaraq dolu aktivliyinin artmasını izah etmək olar. Bunu qismən iyul ayına da aid etmək olar [2].

Şəkil 2a və şəkil 2b-nin müqaisəsi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, may-iyun aylarında dağlıq ərazilərdə temperaturun artması və qarın əriməsi havanın doyması üçün lazım olan rütubəti artırır və nəticədə dolu hadisələrinin təkrarlanmasının artması müşahidə olunur.

Tədqiqatın nəticələrinə əsasən qeyd etmək olar ki, son illərdə (2008-2018) Azərbaycanın qərb ərazilərində dolu düşməsi hadisələrinin təkrarlanması artmışdır ki, bu da may-iyun aylarında temperaturun əvvəlki dövrlərə nisbətən nəzərəçarpancaq dərəcədə artması ilə izah edilə bilər [2].

Dolu hadisələrinin təkrarlanmasının artması ilə əlaqəli olaraq Azərbaycanın qərb ərazilərinin iqtisadiyyatının dayanıqlı inkişafı, o cümlədən kənd təsərrüfatına çox böyük ziyan vurmaqda davam edir [3].

Beləliklə, mövcud yeni iqlim şəraitində dolu əmələgəlmə proseslərinin hərtərəfli öyrənilməsinə, onların proqnozlaşdırılması üçün etibarlı metodların işlənilib hazırlanmasına və bölgədə dolu əleyhinə tədbirlərin təşkilinə böyük ehtiyac var.

### Ədəbiyyat

1. Səfərov S.H., Nəsimli A. Radiolokasiya məlumatlarına əsasən Azərbaycanın qərb ərazilərində baş vermiş dolu hadisələrinin çoxillik dövr üzrə təhlili / Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr

olunmuş "Qlobal iqtisadi şərait və Azərbaycanın iqtisadi-coğrafi mövqeyi" mövzusunda Respublika elmi-praktik konfransının materialları. Bakı, 2017, s. 291-296.

2. Səfərov S.H., Hüseynov C.S., İbrahimova İ.V. Azərbaycan Respublikasının qərb ərazilərində uzunmüddətli temperatur dəyişmələrinin xüsusiyyətləri // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri, Bakı, 2018, № 1, s. 108-115
3. Səfərov S.H., Quliyev Z.Q. 10 iyun 2014-cü ildə baş vermiş güclü ildırım-dolu hadisəsinin kompleks təhlili // Milli Aviasiya Akademiyasının əsərləri, 2015, №2, s. 176-185

**Влияние температурных изменений на градовые явления в Азербайджане**

**Гарагезов Т.Э.**

По данным наземных и радиолокационных наблюдений за 2008-2018 гг исследуется влияние температурных изменений на повторяемость градовых явлений в западной части территории Азербайджана. Установлено, что неравномерный и своеобразный характер распределения температурных аномалий по месяцам приводит к увеличению повторяемости града.



**Dəniz suyunda xlorofilin konsentrasiyasının məsafədən ölçmə üsulunun təkmilləşdirilməsi**

**Xəlilova Y.B., İsmayilov K.X.**

Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

xalilova.yaqut@gmail.com

Dəniz və okean səthinin rəngi onun sularının çirklənmə dərəcəsini əks etdirir. Hal-hazırda dəniz suyunun rənginin təyində multispektral və hiperspektral ölçmə vasitələrindən geniş istifadə olunur. Belə vasitələrdən biri də dəniz sularının rəngini ölçən *SeaWiFS* (*Sea-Viewing Wide Field-of-View Sensor*) qurğusudur.

Suyun rəngini spektral ölçən həmin qurğu 1997-ci ilin oktyabrında orbitə buraxılan *Sea Star* peykində yerləşdirilmişdir və bu peyk indiyə qədər fəaliyyət göstərir. Peykin əsas texniki göstəriciləri [1] aşağıdakı kimidir: 1) ayırma qabiliyyəti - 1 km; 2) spektral kanallarının sayı - 8 (görünən oblastda - 6, yaxın İQ oblastda - 2); 3) spektral kanalların zolağının eni - 20 nm.

*SeaWiFS* qurğusunun ümumi ölçmə metodologiyasında dəniz suyunun əksətmə spektri -  $R(\lambda)$  kvazi (birdəfəlik) səpələnmə ilə modelləşdirilmişdir [1]. Dəniz suyunun əksətmə spektri aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$R(\lambda) = k \cdot \frac{b_b(\lambda)}{a(\lambda) + b_b(\lambda)} \quad (1)$$

Burada  $b_b(\lambda)$  - əks səpələnmə əmsalı,  $a(\lambda)$  - dəniz suyunun absorpsiya (udulma) əmsalı,  $k$  - dalğa uzunluğundan asılı olmayan parametrdir.

Dəniz suyunda xlorofilin miqdarının ölçülməsi üçün istifadə edilən *SeaWiFS* qurğusunun ölçmə metodikası aşağıdakı kimidir:

Qurğuda 4 kanaldan (2, 3, 4 və 5) istifadə edilir. Kanal 5 (555 nm) dayaq kanalı kimi istifadə olunur. Əks olunan  $r_i$ ,  $r_j$  siqnallarının nisbətləri aşağıdakı kimi hesablanır:

$$R_{i,j} = \frac{r_i}{r_j}; i = 2, 3, 4; j = 5 \quad (2)$$

Xlorofilin konsentrasiyasını təyin etmək üçün aşağıdakı ifadədən istifadə olunur:

$$\log_{10}(\text{Chl} - a_4) = a_0 + a_1 L + a_2 L^2 + a_3 L^3$$

Burada  $L = \log_{10}(R_{max})$ ,  $R_{max} = \{R_{i,5}\}$ ,  $i = (2, 3, 4)$  çoxluğunda  $R_i$  -nin maksimal qiyməti,  $a_i$  əmsaldır və aşağıdakı qiymətləri alır:

$$a_0 = 0,4708; a_1 = -3,8469; a_2 = 4,5338; a_3 = -2,4434; a_4 = -0,0414$$

Aparılan tədqiqatlara əsasən aşağıdakı nəticəyə gəlmək olar [1]:

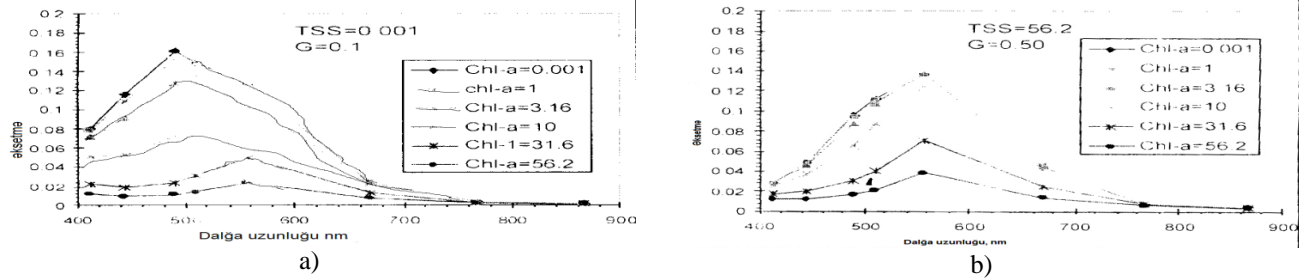
1. Xlorofilin konsentrasiyası artan zaman əks olunan siqnal azalır.

2. Suda üzvi maddələrin və mineral hissəciklərin olması aparılan ölçmələrin nəticələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Həmin ölçmələrin nəticələri qrafik təqdim olunmuşdur (şək.1). Bu qrafiklərdə üzvi maddələrin konsentrasiyası  $G=0,1 m^{-1}$ , xlorofilin konsentrasiyası  $mq/m^3$ , mineral hissəciklərin konsentrasiyası (TSS)  $q/m^3$  ilə ifadə olunmuşdur.

Şəkil 1a-da təqdim edilən qrafiklərdən göründüyü kimi, suda həll olan yüksək konsentrasiyalı üzvi maddələr və mineral hissəciklər olduğu halda xlorofilin kiçik konsentrasiyasında maksimumlar uzun

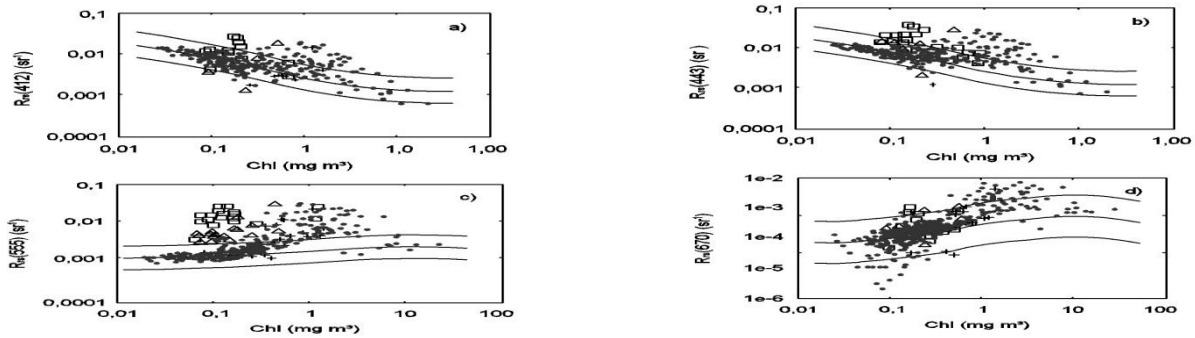
dalğalar tərəfə yerini dəyişir [1]. Bu zaman əks olunan siqnalın artması ilə *Chl* konsentrasiyasının azalmasının ümumi qanunauyğunluğu saxlanılır.

Şəkil 1b-də verilmiş qrafiklərdə görünür ki, xlorofilin kiçik konsentrasiyasında 700-800 nm dalğa uzunluqlarında ordinat oxunda qiymətlərin tam yaxınlaşması müşahidə olunur. Bu xüsusiyyət göstərilmiş dalğa uzunluqlarında suda az konsentrasiyalı xlorofilin spektral ölçmə nəticələrinin etibarlılığını sual altında qoyur. Məsələnin ətraflı öyrənilməsi üçün [2] və [3] işlərində alınmış nəticələr hərtərəfli araşdırılmış və müqayisə aparılmışdır.



Şək.1. Əksolunma siqnalının dalğa uzunluqlarından asılılığı [1]: a) suda müxtəlif konsentrasiyalı üzvi maddələr və mineral hissəciklər olduğu halda, b) suda yüksək konsentrasiyalı üzvi maddələr və mineral hissəciklər olduğu halda

Göstərdiyi kimi [2], 450-600 nm diapazonda ölçmələrin dəqiqliyi 555 nm dalğa uzunluqlu siqnalın dəniz dibindən əks olunması hesabına sürətlə azalır (şək. 2). Bu da son nəticədə  $r_i/r(555)$  nisbətinin hesablanması yolu ilə xlorofilin miqdarının qiymətləndirilməsi metodikası əsasında alınan nəticələrin etibarlılığını şübhə altına alır.



Şək.2. Müxtəlif dalğa uzunluqlarında xlorofildən əks olunan siqnalın xlorofilin konsentrasiyasından asılılıq əyriləri [2]: a)  $\lambda=412$  nm, b)  $\lambda=443$  nm, c)  $\lambda=555$  nm, d)  $\lambda=670$  nm

Göründüyü kimi 510 nm, 670 nm və 550 nm dalğa uzunluqlarında əks olunan siqnalın xlorofilin konsentrasiyasından asılı olaraq artması, 412-490 nm dalğa uzunluqlarında isə azalma tendensiyaları müşahidə edilir (şəkil 2). Mənbə [3]-də də analogi nəticələr əldə olunmuşdur.

Beləliklə, alınan təcrübə nəticələri 650 -700 nm dalğa uzunluqlarında (2) nisbətinin qiymətləndirilməsi yolu ilə xlorofilin konsentrasiyasının ölçülməsi üsulunun praktiki yararsız olduğunu təsdiq edir [2-4]. Buna görə də xlorofilin konsentrasiyasının dəniz səthindən əks olunan siqnallardan istifadə etməklə ölçülməsinə əsaslanan yeni metodun təklif olunması məqsədəuyğun hesab edilmişdir.

Dəniz suyunda xlorofilin konsentrasiyasının qiymətləndirilməsinin parametrik-ekstremal metodunu nəzərdən keçirək və təklif edilən metodun nəzəri əsaslarını şərh edək.

Fərz edək ki, arqumenti  $x$  olan iki əks fazlı xətti funksiya mövcuddur:

$$y_1 = f_1(x) \cdot (3) \quad y_2 = f_2(x) \cdot (4)$$

(3) və (4) ifadələri xətti və əks fazlı olduğuna görə həmişə aşağıdakı bərabərlik doğrudur:

$$k_1 y_1 + y_2 = C = const, \quad k_1 = const. \quad (5)$$

(5) ifadəsini bu cür yazmaqla bilərik:

$$(k_1 y_1 + y_2)^2 = C^2 = C_1 = const \cdot (6)$$

(6) ifadəsini aşağıdakı kimi də yazmaq olar:

$$(k_1^2 y_1^2 - k_1 y_1 y_2 + y_2^2) + (3k_1 y_1 y_2) = C \cdot (7)$$

Funksional analiz nəzəriyyəsinə görə məlum olduğu kimi (5) tipli məhdudlaşdırıcı şərt daxilində  $k_1 y_1 = y_2$  olduqda  $k_1^2 y_1^2 - k_1 y_1 y_2 + y_2^2$  ifadəsi minimuma çatır. Lakin (7) ifadəsinə əsasən bu zaman  $3k_1 y_1 y_2$  maksimum qiymətə çatır.



Beləliklə, sübut edilir ki, (3) və (4) tipli xətti funksiyalar üçün (5) məhdudlaşdırıcı şərt daxilində  $3k_1 y_1 y_2$  hasilini maksimuma çatır.

Buna görə də (7) ifadəsinə əsasən  $x$  qiymətini

$$k_1 \cdot f_1(x) = f_2(x) \quad (8)$$

şərti daxilində

$$y_0 = k_1 f_1(x) \cdot f_2(x) \quad (9)$$

ifadəsində göstərilən hasilin maksimuma çatması əsasında hesablamaq olar.

Bununla da təklif edilən metodun mənbə [3]-də verilmiş nəticələrə konkret necə tətbiq ediləcəyini göstərmək mümkün olmuşdur.

Mənbə [2] -ə əsasən 412 nm və 443 nm dalğa uzunluqlarında  $f_1(x)$  asılılığı aşağıdakı funksiya ilə approksimasiya olunur.

$$f_1(x) = 10^{(-a_1 - b_1 \cdot \ln x)}. \quad (10)$$

Burada  $x$  -xlorofilin konsentrasiyasıdır.

Bu zaman 555 nm və 565 nm dalğa uzunluqlarında  $f_2(x)$  asılılığı aşağıdakı funksiya ilə approksimasiya olunur [2].

$$f_2(x) = 10^{(-a_2 + b_2 \cdot \ln x)}. \quad (11)$$

Göstərilmiş əyriyərdə argument kimi  $\ln x$ , funksiya kimi isə (10) və (11) ifadələrinin qüvvət üstləri əks etdirilmişdir. Əyriyərdə özləri isə düz xəttə yaxın olduqları üçün, (8) şərti aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$k_1(-a_1 - b_1 \cdot z) = (-a_2 + b_2 \cdot z). \quad (12)$$

Burada  $z = \ln x$  (12) ifadəsindən tapırıq

$$z = -\frac{k_1 a_1 - a_2}{k_1 b_1 + b_2}. \quad (13)$$

$z = \ln x$  olduğunu nəzərə alsaq, (13) ifadəsindən tapırıq:

$$x_{opt} = 2^{\left( \frac{k_1 a_1 - a_2}{k_1 b_1 + b_2} \right)}. \quad (14)$$

Beləliklə, alınan (14) ifadəsi 400-600 nm intervalında iki bir-birindən xeyli uzaqlaşdırılmış dalğa uzunluğunda aparılmış ölçmələr əsasında xlorofilin konsentrasiyasının optimal ( $x_{opt}$ ) qiymətini hesablamağa imkan verir. Bu halda  $k_1 f_1(x) \cdot f_2(x)$  hasilinin qiymətinin maksimuma çatması yoxlanılır. Bununla da dəniz suyunda xlorofilin konsentrasiyasının təklif edilən ölçülmə metodikası aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

1. 400-600 nm intervalının kənar nöqtələrində ölçmələr aparılır və  $k(-a_1 - b_1 z)$  və  $(-a_2 + b_2 z)$  funksiyaları təyin edilir.

2. (14) funksiyasının qiyməti  $k_1$  parametri və  $k_1$  qiymətinə maksimum yaxın olan  $\{k_i\}; i = \overline{1, n}$  qiymətlər çoxluğu üçün hesablanır.

3.  $k_i$  -nin hər bir qiyməti üçün dəniz səthinin başqa yaxın nöqtələrində ölçmələr yolu ilə  $\{x_{opt_j}\}; j = \overline{1, m}$  qiymətləri üçün  $k_1 f_1(x) \cdot f_2(x)$  hasilinin maksimum qiymət alması şərti yoxlanılır.

4.  $x$  həqiqi qiyməti kimi, elə  $x_{opt_j}$  qiyməti götürülür ki, bu zaman  $k_i$  qiyməti  $k_1$ -ə maksimum yaxınlaşdığı halda,  $k_1 f_1(x) \cdot f_2(x)$  hasilini maksimum qiymətə çatdırın.

Aparılan tədqiqatların əsas nəticələrinə görə deyə bilərik ki, *SeaWiFS* layihəsində xlorofilin konsentrasiyasının ölçülmə metodikasının analizinə görə 500-600 nm dalğa uzunluğunda dəniz suyunun optik şüalarının yüksək buraxma qabiliyyətinə malik olması, xlorofilin konsentrasiyasının əks olunan siqnalların nisbətləri əsasında alınan qiymətinin qeyri-informativ və qeyri-dəqiq olmasına səbəb olur. Deyilənləri nəzərə alaraq xlorofilin konsentrasiyasının ölçmələrinin etibarlılığının artırılması üçün yeni metod təklif edilmişdir. Bu metodda nəticənin etibarlılığı iki müxtəlif dalğa uzunluğunda əks olunan siqnalın xlorofilin konsentrasiyasının loqarifmindən qüvvət üstü asılılığının xətti approksimasiyası olan iki funksiyanın hasilinin maksimumla nəticələnməsi kimi əlavə əlamətlə təsdiqlənir.

### Ədəbiyyat

1. Liew S.C., Chia A.S., Kwoh L.K. Evaluating the validity of SeaWiFS Chlorophyll algorithm for coastal waters. Paper presented at the 22 nd Asian Conference on Remote Sensing. 5-9 November 2001.
2. Cannizzaro J.P., Carder K.L. Estimating chlorophyll a concentration from remote-sensing reflectance in optically shallow waters // Remote Sensing of Environment 101 (2006) 13-14.
3. National Report on Ocean Remote Sensing in Korea ( www.cearac-project/national-report/rs/Korea.pdf

4. Байрамова М.М., Агаев Ф.Г., Исмаилов К.Х., Джавадов Н.Г. Дистанционная оценка концентрации хлорофилла в загрязненных водных бассейнах. ISSN 2306-4153. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки, 2016, № 4 (18), с.37-42

**Совершенствование дистанционного метода измерения концентрации хлорофилла в морской воде**

*Халилова Я.Б., Исмаилов К.Х.*

*Based on the analysis of chlorophyll concentration measurements in SeaWiFS, the results of the evaluation of the concentration of chlorophyll in relation to the reflected signals due to the highpassage throw sea water by 500-600 nm wavelengths are less informative and unrealistic. To increase the reliability of the measurement results of the chlorophyll concentration, a specified method has been proposed that takes into account the intensity of the signals reflected in the two wavelengths of measurements.*



**Bitki örtüyünün tədqiqində hiperspektral məlumatların tətbiqi**

***Zəribli Z.O., Əzizov B.M.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*zezi.z@mail.ru*

Son illərdə dünya təcrübəsində yer örtüyünün aerokosmik monitorinqi zamanı hiperspektral çəkiliş metod və vasitələrinin geniş tətbiqi müşahidə olunur. Bununla əlaqədar olaraq ənənəvi çoxzonalı ölçmələrdən hiperspektral çəkiliş sistemlərinə keçilir, bu isə öz növbəsində ətraf mühit haqqında əldə olan informasiyanın miqdarının artırılmasına və həmçinin də daha yüksək spektral və fəza ayrılma dərəcəsinin əldə olunmasına imkan yaradır. Hiperspektral çəkiliş nəticələri bir sıra məsələlərin həllində, o cümlədən kiçik ölçülü obyektlərin qeydə alınması, obyektlərin bir-birindən fərqləndirilməsi, onların durumunun və dinamikasının izlənilməsi, həmçinin bir-birinə yaxın olan təbii siniflərin fərqli xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsində istifadə olunur. Çoxzonalı məlumatlardan hiperspektral məlumatların əsas fərqi ondan ibarətdir ki, burada kanalların sayı çox olur (100-dən 1000-ə kimi) və alınmış informasiya böyük spektral ayrılma dərəcəsinə (nm-lə və nm-in hissələrinə görə) malikdir. Bu göstəricilər aşağıdakı məsələlərin həllində daha yüksək nəticələrin əldə olunmasına imkan verir:

1. mineral maddələr, qazlar və mayələr üçün dar udma zolaqlarının müəyyənləşdirilməsi, onların bir-birindən fərqləndirici xüsusiyyətlərinin və konsentrasiyasının araşdırılması;
1. hiperspektral informasiyalar əsasında spektral göstəricilərin fərqləndirilməsinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi, obyektlərin tanıma xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması və nəticə etibarlı ilə tədqiq olunan obyektlər haqqında daha mükəmməl informasiyaların əldə olunmasıdır;
2. çoxzonalı məlumatlarda olduğu kimi hiperspektral məlumatlar əsasında da vegetasiya indekslərinin qiymətləndirilməsinə görə bitki örtüyünün xarakterik xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirmək imkanı əldə olunur. Çoxzonalı təsvirlərdən fərqli olaraq hiperspektral təsvirlərdə alınmış məlumatlar daha dəqiq olur.
3. çoxzonalı təsvirlərdə qiymətləndirilməsi mümkün olmayan göstəricilərin hiperspektral sistemlər vasitəsi ilə mümkün olması. Bu ilk növbədə bitki örtüyünün spektrin qırmızı sərhədindəki vəziyyəti ilə bağlıdır.

Aerokosmik hiperspektral çəkilişlərin inkişafı və geniş tətbiqi yolunda obyektiv və subyektiv amillər maneə yaradır. Bu amillərdən əsas lazımı maliyyə ehtiyatlarının olmaması və alınmış informasiyaların emal prosesində tələb olunan element bazasının lazımı səviyyədə olmamasıdır. Bizim Respublikada hiperspektral təsvirlər bilavasitə AzerSky peykindən alınması mümkün olmadığından əsasən ABŞ-a məxsus EO1 peykindən alınmış hiperspektral təsvirlər əsasında həyata keçirilir.

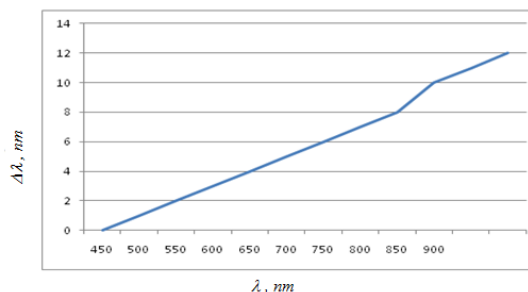
Dünya təcrübəsində son illər meşə örtüyünün kosmik monitorinqi zamanı hiperspektral çəkilişlərin metod və vasitələrinin geniş tətbiqi müşahidə olunur. Son zamanlara qədər meşə bitkilərinin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün daha aktual məlumat kimi multispektral çəkilişlər hesab olunurdu. Multispektral çəkilişdən fərqli olaraq hiperspektral formada çəkilmiş obyektin əks olunması, şüalanması ilə dalğa uzunluğu arasında kəsilməz asılılığı qeydə alınır. Digər tərəfdən hiperspektral çəkilişlər bir növ hiper kub formasında olur və hər bir dalğa uzunluğu üçün tədqiq olunan obyektin xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirmək olur. Multispektral və hiperspektral skaner aparatları ilə əldə olunan spektral siqnalların prinsipial fərqləri - hər şeydən əvvəl spektral ayrının xarakteri (obyektin spektral işıqlanması ilə dalğa uzunluğu arasında asılılığı əks etdirən) kəsilməz formaya malik olması və istənilən dalğa uzunluğunda əks olunmanın qiymətinin müəyyənləşdirilməsidir. Bitki örtüyünün tədqiqində hiperspektral məlumatlardan istifadə olunmaqla bitkilə-

rin strukturunun kimyəvi dəyişiklikləri haqqında məlumatlar əldə etmək olur. Şəkil 1-də hiperspektral təsvirlərin alınma xüsusiyyətləri göstərilmişdir.

Spektral ayırdetmə imkanın qiymətləndirilməsi 550-800 nm diapazonda aparılır (monoxrometr və standart işıqlanmadan istifadə olunmaqla). Bu onunla əsaslandırılır ki, baxılan diapazon bitki örtüyündə baş verən dəyişikliklərin kəmiyyətə qiymətləndirilməsinə imkan verir. Şəkil 2-də bitki örtüyünün spektral ayırdetməsinin dalğa uzunluğundan asılılığı verilmişdir. Qrafikdən görünür ki, dalğa uzunluğu artdıqca spektral ayırdetmənin qiyməti artır. Bu imkan verir ki, bitki örtüyündə baş verən dəyişikliklərin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi mümkün olsun.



Şəkil 1. Hiperspektral çəkilişlərdə informasiyanın alınma xüsusiyyəti (hiperkub)

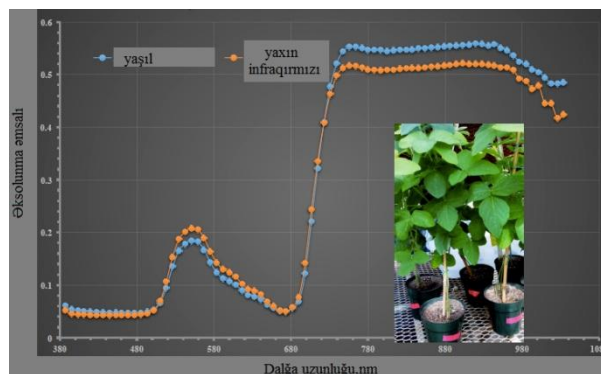


Şəkil 2. Spektral ayırdetmənin dalğa uzunluğundan asılılığı

Şəkil 2-də hesablama nəticələrinin və təcrübi nəticələr arasında fərqin spektral ayırdetmədən asılı olaraq dəyişməsi göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, təcrübədən alınan nəticələr hesablama prosesindən alınan nəticələrdən dəqiqliyinə görə geri qalır. Bu onunla izah oluna bilər ki, çəkiliş avadanlığının xüsusiyyətləri ilə bağlı olsun. İlk növbədə bu sistemin fokus məsafəsində baş verə bilən texniki dəyişikliklərlə izah oluna bilər.

Şəkil 3-də bitki örtüyünün nəmliyinin dəyişməsindən asılı olaraq hiperspektral təsvirlərdə baş verən dəyişikliklərin görünən və yaxın infraqırmızı diapazonda əksolunma əmsalının dəyişməsinə göstərdiyi təsirin xüsusiyyəti göstərilmişdir.

Qrafikdən görünür ki, bitki örtüyündə nəmliyin azalması yaşıl diapazonda ( $\lambda=550$  nm) əksolunma əmsalının azalmasına, yaxın infraqırmızı oblastda isə artmasına səbəb olur. Bu göstərici hiperspektral təsvirlər əsasında bitki örtüyündə baş verən dəyişikliklərin səbəbinin müəyyənləşdirilməsinə imkan verir.



Şəkil 3. Hiperspektral təsvirdə bitki örtüyündə baş verən dəyişikliklərin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi

### Ədəbiyyat

1. Mehdiyev A.Ş., Əzizov B.M., Bədəlova A.N. Məsafədən zondlamanın fiziki əsasları. Bakı-2015.
2. Kərəm Əsədov, Tahir İbrahimov. Azərbaycan Milli Parkları. Bakı-2013.
3. Ortiz, B. 2011, "Basics of Crop Sensing", Alabama Cooperative Extension System, ANR-1398.
4. Metzler, M. 2006, "Applying Remote Sensing Techniques to Identify Early Crop Infestation: A Review", Remote Sensing, Earth and Environmental Science, UTSA.
5. Zhang, J., Han, C., and Liu, Z. 2009, "Absorption spectrum estimating rice chlorophyll concentration: Preliminary investigations", Journal of Plant Breeding and Crop Science, 1(5), 223-229.
6. Du, Q., French, J.V., Skaria, M., Yang, C., Everitt, J.H. 2004, "Citrus Pest Stress Monitoring Using Airborne Hyperspectral Imagery", IEEE-IGARSS, Anchorage, AK, 6, 3981-3984.

### Применение гиперспектральной информации при исследованиях растительного покрова

Гарибли З.Г., Азизов Б.М.

Рассмотрены гиперспектральные изображения, их основные характеристики, а также присущие им отличительные особенности от многозональных изображений. Показано, что в связи с тем, что спектральная разрешающая способность гиперспектральных изображений намного выше, чем у многозональных изображений для исследуемых объектов, в том числе и для растительных; при этом обнаруженные изменения в растительном покрове можно оценивать более точно, как в количественном, так и в качественном отношении. Исследования были проведены на основе обработки изображений, полученных со спутника EO1. Установлено, что чем выше спектральная разрешающая способность, тем больше возможностей оценить произошедших по той или иной причине изменений.



## Создание геоинформационной системы морского нефтепромысла с помощью ГИС-технологий (на примере о.Пираллахи)

*Юсубова Н.А., Исмамова Х.Р.*

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
narminayusibova04@gmail.com*

### Введение

Пираллахи (азерб. Pirallahi) – остров Апшеронского архипелага в Каспийском море. Сложен песком и глинами, вытянут с северо-запада на юго-восток. Площадь острова достигает около 10 км<sup>2</sup>. На самом острове, а также на близлежащих банках и шельфе издавна ведётся активная добыча нефти. В настоящее время нефть добывается с нефтяных платформ, находящихся на проложенных эстакадах, а также на обширных территориях на море. Кроме положительной стороны деятельность нефтепромыслов имеет и негативные проблемы, связанные с загрязнением морской поверхности при добыче и разведки нефти. Отсюда актуальна проблема экологического мониторинга деятельности морских нефтепромыслов, в частности методами дистанционного зондирования (ДЗ) и современными методами геоинформационных систем (ГИС).

В данной статье рассматривается проблема мониторинга нефтепромысла в северной части острова Пираллахи на базе аэрокосмической информации, картографических материалов и с применением ГИС-технологий [3].

### Исходная информация

1. Топографические карты масштаба 1:100000 (2012 г.);
2. Космические снимки со спутника Azersky (6m, 2017 г.) и Landsat 7 (30m, 2017 г.).

### Постановка задачи

В статье рассматривается проблема создания геоинформационной системы морского нефтепромысла с помощью ГИС-технологий. Ставится задача создания цифровой базы данных и картографирование исследуемой территории, описывающая геофизические условия морского нефтепромысла в северной части о. Пираллахи (рис.1).

### Методика исследований

Для создания цифровой базы данных и картографирования используются спутниковая информация и ГИС-технологии.

В последнее время широкое применение получило использование ГИС-технологий в морских исследованиях, под которыми понимается широкий спектр научных направлений, связанных с изучением морской среды.

ГИС – это информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, отображения и распространения данных, а также получения на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных объектах и явлениях.

В ГИС тематическая карта создаётся из набора тематических слоёв, картографической легенды и элементов оформления. В статье рассматриваются этапы построения тематических слоёв и создания на их основе карты физико-географических условий исследуемой территории, батиметрии, трёхмерной модели морского дна. Создание тематических слоёв и трёхмерной модели морского дна предназначены для проведения экологического мониторинга исследуемой территории.

### Этапы построения цифровой модели морского нефтепромысла

Построение цифровой модели морского нефтепромысла включает следующие последовательные этапы [1,2]:

1. Сбор, систематизация, ввод в компьютер и создание файловой структуры базы данных исходной информации;
2. Открытие исходной информации в ГИС, их визуализация и преобразование исходных данных в единую картографическую проекцию;
3. Создание векторных тематических слоёв по исходной информации;
4. Анализ и обработка созданной пространственной информации;
5. Подготовка данных для создания трёхмерной модели морского дна и создание трёхмерной модели морского дна на исследуемой территории.

На первом этапе создаётся рабочая папка с двумя файловыми структурами:



Рис.1. Исследуемая территория (красный контур) морского нефтепромысла о. Пираллахи

- Папка с файлами исходной информации, включая космические снимки и карты.
- Папка для хранения промежуточных и обработанных данных в процессе выполнения всех описанных выше этапов. Здесь хранятся данные в формате ГИС (шпк-файлы-отдельные тематический слой, включающие объекты одного типа).

На втором этапе вся исходная информация преобразуется в заданную единую для всех картографическую проекцию: UTM, WGS 84, zone 39. Так как исходная космическая информация дана в заданной проекции, то она не подвергается преобразованию. Географическая привязка в заданную проекцию осуществляется для топографической карты.

### Основные этапы создания тематической карты в ГИС

Анализ исходной информации выявил следующие геофизические и антропогенные параметры окружающей среды исследуемого морского нефтепромысла: надводные и подводные камни, наличие вблизи острова, эстакады, нефтяные платформы, маяки, морские буи.

Все параметры окружающей среды наносятся на итоговую карту после их векторизации. Создание векторных тематических слоёв осуществляется в ГИС ArcGIS 10.4. путём векторизации элементов окружающей среды – это векторные точечные (подводные и надводные камни, маяки, отдельные буи), линейные (эстакады и трубопроводы) и полигональные слои (контура объектов). Для каждого слоя вводится справочная информация в таблицу атрибутивных данных. Именно по данным в атрибутивной таблице создаётся итоговая карта с легендой. Каждый объект на карте отображается при помощи соответствующих условных знаков. Оформление макета карты включает масштаба карты, название карты, легенду, координатную сетку (рис.2).

### Основные этапы и построение цифровой модели рельефа морского дна

Цифровая модель рельефа (ЦМР) строится по данным батиметрии. С этой целью создаётся тематический слой батиметрии с введением в атрибутивную таблицу слоя данных о глубине, которые указаны на карте масштаба 1:100000. Несомненно, информация с карт масштаба 1:100000 недостаточно для построения подробной карты рельефа, но в данной статье рассматривается методика построения карты рельефа морского дна, эти исследования будут продолжены при условии наличия карт более крупного масштаба.

Рассмотрим подход, когда ЦМР строится по данным батиметрии, то есть на основе созданного тематического линейного слоя «Батиметрия» и использования метода «Торо to Raster» в ArcGIS 10.4 (рис.3). На рис.4 представлена построенная по данным батиметрии ЦМР морского дна вокруг о. Пираллахи и исследуемого нефтепромысла. По ЦМР можно сделать вывод, что морское дно под исследуемым нефтепромыслом неравномерно, то есть имеет несколько уровней глубины.

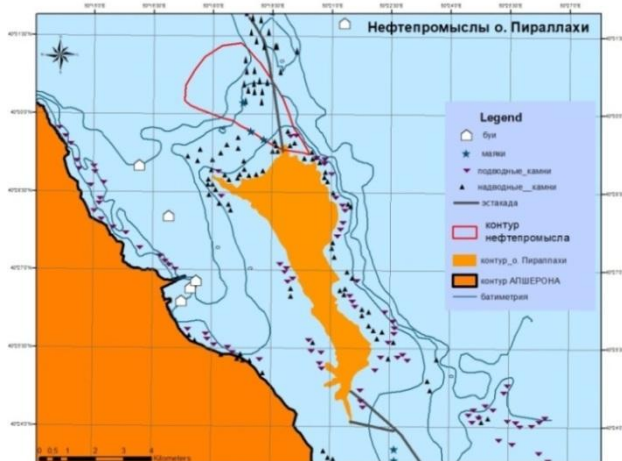


Рис. 2. Итоговая карта по параметрам окружающей среды исследуемого нефтепромысла (созданная по тематическим слоям с топокарты 2012 года масштаба 1:100000)

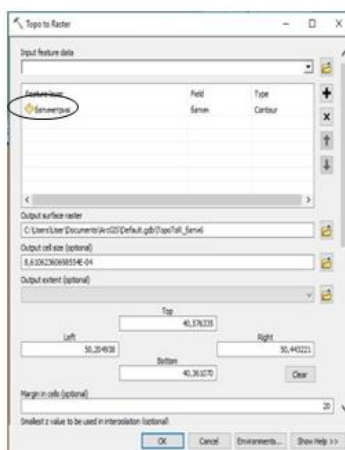


Рис.3. Инструмент «Торо to Raster» в ArcGIS 10.4

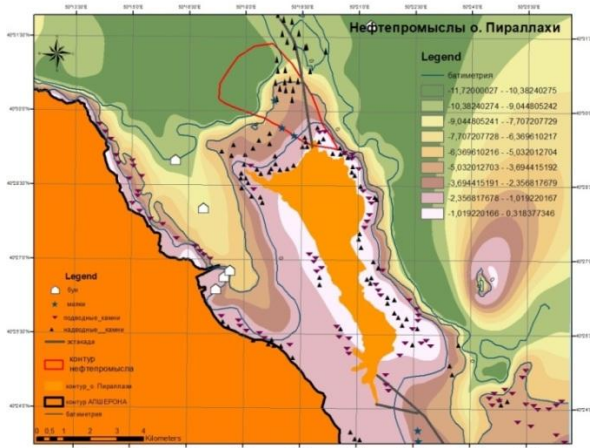


Рис.4. ЦМР морского дна вокруг о. Пираллахи и исследуемого нефтепромысла, построенная по данным батиметрии с топокарты масштаба 1:100000

### Заклучение

Еще недавно в ГИС, как правило, применялись двумерные пространственные данные. Сейчас ГИС в основном работают в так называемом 3-х-мерном пространстве, когда величина Z атрибутивно привязана к точке (X,Y), часто через цифровые модели рельефа. 3D модели облегчают планирование, контроль и принятие решений во многих отраслях. Построенная цифровая модель местности и ЦМР морского дна является основой для дальнейшего представления и анализа текущей пространственной информации, сопутствующей деятельности морского нефтепромысла.

### Литература

1. Джабаров Х.И., Исмадова Х.Р. Создание крупномасштабной TIN-модели. Материалы 3-й МНПК НАА 12-14 февраля 2018 (Февральские чтения-2018), стр. 155-157.
2. Исмадова Х.Р., Талыбова С.С., Джабаров Х.И., Султанов С., Джафарова Н.М. "Prospects for increasing the efficiency of aerospace monitoring methods used to solve the problems of the oil and gas complex". EURASIAN GIS CONGRESS 2018 - PROCEEDING BOOK, Turkey, 297\*210 mm ISBN 978-605-65700-6-3, 251-256 pp.
3. [https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=2244&SECTION\\_ID=57](https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=2244&SECTION_ID=57)

#### *Creation of a geoinformation system for marine oil production using GIS technologies (by the example of i. Pirallahi)*

*Yusibova N.A., Ismatova X.R.*

*The technique of constructing a digital model of the bottom topography of the offshore oil field using GIS technologies is considered. Such a model is promising for further analysis and presentation of spatial information related to the activities of the offshore oil field.*



### Azərbaycanda təhlükəli hidrometeoroloji hadisələrin statistik təhlili

**Şükürov T.S.**

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
tural.sukurov.milan@mail.ru*

Azərbaycanda çoxsaylı təhlükəli hidrometeoroloji hadisələrin son illər ərzində təkrarlanması intensivləşmiş, əhatə sahələri genişlənməmişdir. Onların vurmuş olduğu zərər ildən ilə artmaqda davam edir. Bir çox təbii proseslər isə regional və lokal həddi aşmaqla qlobal miqyas almışdır. Azərbaycanda baş verən təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr içərisində əhalinin məskunlaşmasına, təsərrüfat sahələrinə daha böyük ziyan yetirən seldir. Sel hadisələri məhsuldar torpaqları, əkin sahələrini, meşələri yararsız vəziyyətə gətirir, yaşayış evlərini, fərdi, dövlət əhəmiyyətli tikililəri, xidmət sahələrini dağıdır və bəzən insan tələfatına da səbəb olur. 18 inzibati rayonda yerləşən 200-dən çox şəhər və kənd yaşayış məntəqələri fasilələr ilə və yaxud mütəmadi şəkildə sel hadisəsinə məruz qalır. Bunlardan Balakən, Oğuz, Qəbələ, Ordubad və s. inzibati rayon mərkəzlərini misal göstərmək olar. Əhalimizin 1 mln. nəfəri müxtəlif şəkildə sel təhlükəsi altında yaşayır. Azərbaycan Respublikasının avtomobil yollarının təxminən 1000 km-i, dəmir yollarının təxminən 300 km-i, eləcə də yuzlərlə körpü sellərə məruz qalır və bəzən yararsız hala düşür. Dünyada və həmçinin, respublikamızda sellər dağətəyi və dağlıq ərazilərdə daha çox baş verir.

Cədvəl 1-də 2009-2015-ci illər üzrə respublika ərazisində müşahidə olunan ekstremal hidrometeoroloji göstəricilər verilmişdir.

Cədvəl 1.

THH növü	İllər							Max.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Külək m/san	34.0	38.0	35.0	35.0	40.0	40.0	36.0	42.0
Sel, daşqın sayı	25	20	20	24	8	19	15.0	25
Qar örtüyünün maksimal qalınlığı, sm	77.0	47.0	75.0	102	71.0	69	90.0	102
Xəzər dənizinin maksimal səviyyəsi, h <sub>mak</sub>	128	128	104	93	92	75	52.0	188
Xəzərin orta illik səviyyəsi, h, sm	110	102	51	75	72	57	32.0	160

Sellərdən sonra ölkə iqtisadiyyatına ən çox zərər vuran hadisə daşqınlardır. Son 100 il ərzində Kür və Araz çaylarında 70-ə yaxın daşqın hadisəsi qeydə alınmışdır. Daşqınlar iqtisadiyyata orta hesabla 2 mlrd. dollar miqdarında ziyan vurmuşdur. Subasma və daşqın hadisələri əsasən yayın əvvəli və qismən payızın əvvəllərində daha çox baş verir.

Azərbaycan ərazisində daşqın əsasən Böyük Qafqazın şimal və şərq yamacında və Lənkəran təbii vilayətində baş verir. Daşqınların yaranması əsasən qısa müddətli düşən şiddətli yağışlar hesabına olur. Daşqınlardan fərqli olaraq gursululuq əsasən hövzədə toplanan qar su ehtiyatına görə formalaşır. Bu baxımdan Araz və Kür çayları və onlara qovuşan qollar xüsusi yer tutur. Böyük Qafqazın cənub yamacının, Kiçik Qafqazın və Naxçıvan MR-in bütün çayları, əsasən, Kür hövzəsinə aid olub, bu çayların yaz gursululuq dövrü Araz və Kür çaylarının səviyyəsinin qalxmasına və su basma hadisələrinə səbəb olur.

Respublika ərazisinin səth örtüyünün müxtəlifliyi və digər fiziki-coğrafi proseslərlə bağlı olaraq dolu düşməsi ölkə ərazisində qeyri-bərabər yayılmışdır. Son 10 ilin təhlili göstərir ki, ölkə təsərrüfatına vurduğu zərərlərə əsasən dolu hadisəsi heç də digər təhlükəli hidrometeoroloji hadisələrdən geridə deyil. Ümumdünya Meteorologiya Təşkilatının məlumatlarına əsasən, Yer kürəsində dolunun vurmuş olduğu zərər il ərzində 2 mlrd. dollar həcmində vəsait təşkil edir. Amerikada bu zərər il ərzində 280-290, Kanadada isə 75-100 və Azərbaycanda orta hesabla 8 mln. dollara bərabərdir.

Hidrometeoroloji hadisələr içərisində respublikanın təsərrüfatına ziyan vuran proseslərdən biri də leysan yağışlarıdır. Leysan yağışları güclü küləklərlə və dolu ilə müşayiət olunduqda təsərrüfatların əksər sahələrinə, əhalinin sağlamlığına böyük ziyanlar yetirir. Leysan yağışları intensiv və davamlı olduqda Bakı, Şəki, Mingəçevir və Əli Bayramlı kimi şəhərlərin normal ritmik fəaliyyəti pozulur və şəhər təsərrüfatını əvvəlki vəziyyətinə qaytarmaq üçün xeyli vaxt və maddi vəsait sərf etmək lazım gəlir.

Respublika ərazisində müşahidə edilən şiddətli küləklər ölkə təsərrüfatına bəzən külli miqdarda zərər vurur. Bitkilərin fəal vegetasiya dövründə müşahidə edilən, sürəti 15 m/san-dən artıq olan küləklər (sayı 68 gündən artıq) əkin sahələrinə çox zərər yetirir.

Quraqlıq təsərrüfatlarda, xüsusi olaraq kənd təsərrüfatında digər hidrometeoroloji hadisələrlə müqayisədə böyük problemlər yaradır və onun əhatə dairəsi və vurduğu iqtisadi zərər daha geniş əraziləri əhatə edir.

Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda formalaşan dalğaların maksimal hündürlüyü yarımada (Sumqayıt DHS) 1.5 m-ə, açıq dənizdə isə (28 May DHM) 5.9-7.0 m-ə çatmışdır.

Cədvəl 2-də 2016-cı ildə Respublika ərazisində müşahidə olunan meteoroloji ekstremal göstəriciləri verilmişdir: + temperaturun artımı; ± temperaturun bəzi bölgələrdə artımı, bəzilərinə azalmasıdır.

Cədvəl 2.

Meteoroloji elementlər	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maksimal temperatur $T_{\max}$ , °C	23	25	26	34	37	40	43	42	39	31	22	18
Minimum temperatur $T_{\min}$ , °C	-23	-12	-15	-10	-	-	-	-	-2	-9	-16	-22
Maksimal gündəlik yağıntı, mm	45	36	41	45	84	92	38	62	85	98	66	31
Maksimal aylıq yağıntı, mm	153	73	104	116	160	134	100	37	419	595	79	92
Küləyin maksimal sürəti, m/san	33	30	30	35	34	30	35	37	32	28	28	30
Qar örutüyünün maksimal hündürlüyü, sm	93	53	40	9	-	-	-	-	3	65	55	60
Aylıq temperaturların çoxillik normaya nisbətən artıb-azalması	±	+	+	+	+	+	+	+	±	-	-	-

2019-cu ilin ilk 9 ayı ərzində Respublika ərazisində 139 təbii mənşəli hadisə qeydə alınmış, 2 nəfər insan tələfatı olmuşdur.

### Ədəbiyyat

1. Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri, təhlükəli hidrometeoroloji hadisələr, Bakı, 2018, NAA, 232 s.
2. Məhərrəmov X. Azərbaycan ərazisində baş verən dağıdıcı hidrometeoroloji hadisələr, Bakı, Elm, 2008, 136 s.
3. Səfərov S., Mahmudov R.N. Müasir iqlim dəyişmələri və Azərbaycan, Bakı, 2011, Ziya, 312 s.
4. [eco.gov.az](http://eco.gov.az) › ekoloji-siyaset › devlet-proqramlari
5. <http://e-qanun.gov.az/framework/5433>

### *Статистический анализ опасных гидрометеорологических явлений в Азербайджане*

*Шукуров Т.С.*

*Рассмотрены особенности возникновения гидрометеорологических явлений в Азербайджане. В ходе анализа статистических данных было установлено, что в Азербайджане были зарегистрированы случаи и повторения гидрометеорологических явлений. Из-за региональных изменений климата количество и частота опасных гидрометеорологических явлений, происходящих в стране, с каждым годом увеличивается.*



### Определение основных параметров фотодиода типа MAPD

*Агаева Ф.Э.<sup>1</sup>, Садыгов А.З.<sup>2</sup>*

1- *Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан*

2- *Национальный Центр Ядерных Исследований, Баку, Азербайджан  
farah.a@mail.ru*

#### Аннотация

В работе представлены результаты исследования параметров фотодиода типа MAPD с новой конструкцией. Определены пробивное и рабочее напряжения фотодиода методом дифференциации темного тока. Определена эффективность регистрации фотонов с использованием эталонного фотодиода при разных приложенных напряжениях. Определен коэффициент внутреннего усиления.

#### Введение

Развитие области полупроводниковых фотодетекторов привело к разработке технологически емким фотодиодам, которые имеют пиксельные структуры, и работает в лавинном режиме с приложенным к ним большим напряжением, чем напряжения пробоя. Данная конструкция характеризуется высокой эффективностью регистрации фотонов и высокой степенью внутреннего усиления. Такие параметры и свойства фотоприемников привели к их обширному использованию в таких областях как экспериментальная физика (детекторы ядерных частиц) [1], ядерная медицина (ПЭТ-МРТ) [2], коммуникация (высокоскоростные передачи данных) [3] и т.д. В работе представлены результаты определения основных параметров новейших фотоприемников типа MAPD.

#### Определение пробивного и рабочего напряжений фотодиода

Существует несколько способов определения напряжения пробоя и рабочего напряжения. В данной работе напряжения были определены с помощью метода дифференцирования темного тока. Экспериментальная установка схематически представлена на рисунке 1.

Образец подключался к источнику питания, в качестве которого использовался пикоамперметр фирмы KEITHLEY 6487. Вся установка была изолирована от воздействия стороннего света. С помощью пикоамперметра находились значения темного тока  $I_d$  для заданного напряжения.

Для определения напряжения пробоя и рабочего напряжения, были сняты вольтамперные характеристики для образца. В этом методе по полученным данным находился максимум логарифмической производной  $\max[f(U)]$ , где функция  $f(U)$  находится по формуле (1). Строится график зависимости  $f=f(U)$ .

$$f(U) = \frac{d(\ln I(U))}{dU} = \frac{1}{I} \times \frac{dI(U)}{dU}. \quad (1)$$

Фитированием полученной кривой функцией Гаусса определяется точка центра пика, которая соответствует напряжению пробоя фотодиода. Результаты измеренной ВАХ представлены на рис. 2.

По этому графику можно определить значения напряжений пробоя  $U_{br}$ , которые были в интервале 71 – 71,3 В, а также рабочие напряжения  $U_{op}$ , равные 74,2 – 75,2 В. Измерения проводились при температуре  $T \sim 21^\circ\text{C}$ .

#### Определение эффективности регистрации фотонов (PDE) для MAPD

Помимо снятия характеристик, обозначенных ранее, был определен коэффициент PDE. Эталонный образец фотодиод фирмы Hamamatsu MPPC S13360-3025, чей PDE известен (25%), был помещен в черный ящик, изображенной на рис. 3.

Образец освещался световым диодом с длиной волны 450 нм, на который подавался импульс длиной 30нс с генератора частотой 50кГц и амплитудой 2,92В. Одним из способов, обозначенных ранее, находилось пробивное напряжение для данной температуры (в нашем случае, температура была  $-6^\circ\text{C}$ ). Известно, что для данных фотодиодов рабочее напряжение определяется следующим образом:

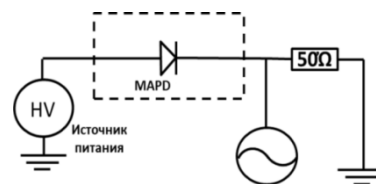


Рис. 1. Схема установки



$$U_{op} = U_{br} + 5V. \quad (2)$$

При данной температуре  $U_{br}$  получилось равным 50,08 В. Изменяя напряжение в пределах пяти вольт, мы получаем рабочее напряжение. С помощью однофотозлектронного спектра, было определено количество зарегистрированных событий и через формулу (3) найдено среднее число зарегистрированных фотонов в одном импульсе  $\mu$ .

$$\mu = - \ln \left( \frac{N_{tot} - N_{det}}{N_{det}} \right), \quad (3)$$

где  $N_{tot}$  – общее число событий для данных параметров светодиода, произошедшее за три минуты ( $N_{tot} = F \cdot t = 50 \cdot 10^6 \cdot 180 = 9 \cdot 10^6$  counts),  $N_{det}$  – количество зарегистрированных событий.

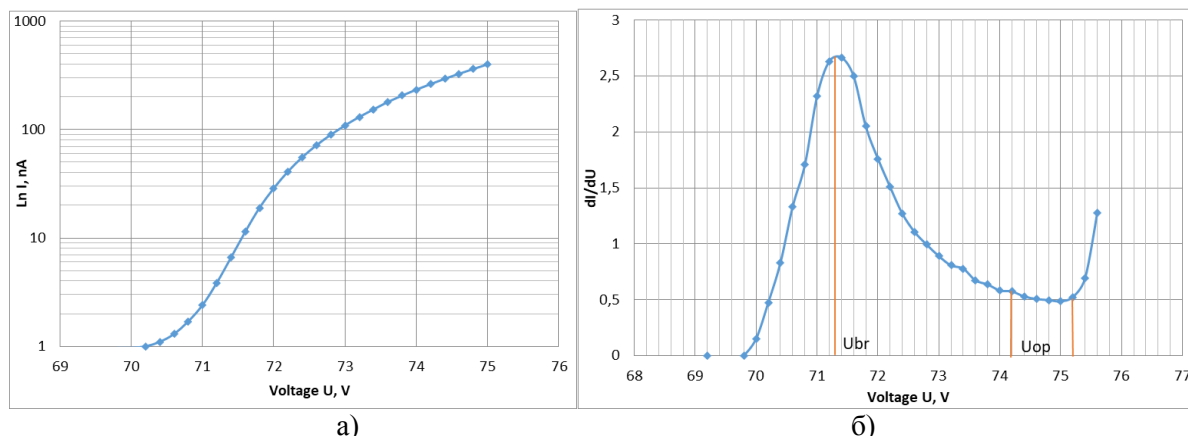


Рисунок 2. ВАХ с логарифмированной шкалой силы тока (а) и ВАХ, полученная методом дифференцирования темнового тока (б).

При рабочем напряжении в 55,08 В было получено среднее число зарегистрированных фотонов в одном импульсе  $\mu$  равное  $1,33 \cdot 10^6$ . Из формулы (4) с помощью простого соотношения можно найти число фотонов, зная PDE для фотодиодов Hamamatsu S13360-3025. Было обнаружено, что их число составляет  $5,3 \cdot 10^6$ . Однако, эти фотодиоды имеют площадь 3x3 мм, а MAPD, PDE которых дальше будет измерено, имеют площадь 3,7x3,7 мм. Из простого соотношения было найдено, что для фотодиодов MAPD число фотонов составляет  $8,06 \cdot 10^6$ .

$$PDE = \frac{\mu}{N_{ph}}. \quad (4)$$

Эталонный фотодиод был заменен на MAPD и охлажден до той же температуры  $-6^\circ\text{C}$ . Было определено его пробойное напряжение  $U_{br} = 71,2$  В, а также рабочее напряжение способом, описанным выше. Дальше для различных рабочих напряжений было найдено среднее число зарегистрированных фотонов в одном импульсе. Через формулу (4) было определено PDE. Ниже в таблице 1 приведены результаты исследований.

Таблица 1. PDE для различных рабочих напряжений MAPD.

U, V	$\mu \cdot 10^6$ , counts	PDE, %
73,7	2,16	26,7
74,2	2,25	27,9
74,7	2,4	29,8

### Определение коэффициента усиления MAPD

Методика измерения коэффициента усиления схожа с некоторыми этапами методики измерения PDE. Исследуемый образец был помещен в черный ящик, изображенный на рисунке 8. Он был охлажден до температуры  $-3^\circ\text{C}$ .

В связи с тем, что сигнал проходил через аналогово-цифровой преобразователь CAEN и усилитель, экспериментально усиление было определено по одноэлектронному спектру и вычислено с помощью формулы (5):

$$M = \frac{X_c Y}{K_{amp} q}, \quad (5)$$

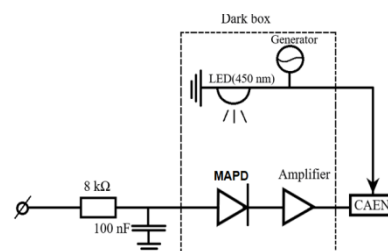


Рис. 3. Схема эксперимента

где  $X_c$  – центр первого пика однофотоэлектронного спектра,  $Y$  – заряд, приходящий на один канал (40 фКл),  $K_{amp}$  – коэффициент усиления усилителя,  $q$  – заряд электрона.

Для MAPD коэффициент усиления получился  $1,2 \cdot 10^5$ .

### Литература

1. Nikolai Anfimov et al. "Shashlyk EM calorimeter prototype readout by MAPD with superhigh pixel density for COMPASS II", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, Volume 718, 1 August 2013, Pages 75-77.
2. Emilie Roncali and Simon R. Cherry "Application of Silicon Photomultipliers to Positron Emission Tomography", Annals of Biomedical Engineering, April 2011, Volume 39, Issue 4, pp 1358-1377.
3. X.İ.Abdullayev. "İnformasiya emali sistemlərində selvari fotoqəbuledicilər", Milli Aviasiya Akademiyası, texnika elmləri doktorluğu dissertasiyası, Bakı, 2018.

### Determination of the main parameters of the MAPD photodiode

Agayeva F.E., Sadigov A.Z.

The paper presents the results of study MAPD photodiode's parameters with a new design. The breakdown and operating voltages of the photodiode are determined by the method of differentiation of the dark current. The photon detection efficiency is determined by using a reference photodiode at different applied voltages. The internal gain of photodiode is determined.



### İonlaşdırıcı şüa qeydediciləri üçün kompakt qeydetmə modulu

<sup>1</sup>Məmmədov R.M., <sup>2,3</sup>Holik M., <sup>1,4,5</sup>Əhmədov Q.S., <sup>1,5</sup>Əhmədov F.İ., <sup>4,5</sup>Nuriyev S.M.,  
<sup>1,4,5</sup>Əkbərov R.Ə., <sup>3</sup>Mora Y., <sup>2</sup>Zich J., <sup>3</sup>Pridal P., <sup>1,4,5</sup>Sadiqov A.Z., <sup>4,6</sup>Berikov D.

1- Milli Nüvə Tədqiqatları Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan

2- Elektrik Mühəndisliyi Fakültəsi, UWB, Pilsen, Çexiya Respublikası

3- Eksperimental və Tətbiqi Fizika İnstitutu, ÇTU, Praqa, Çexiya Respublikası

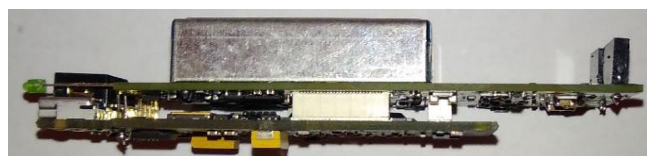
4- Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutu, Dubna, Rusiya

5- Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

6- L.N. Qumilyov adına Avrasiya Milli Universiteti, Astana, Qazaxıstan

mammadov\_ramil@mntm.az

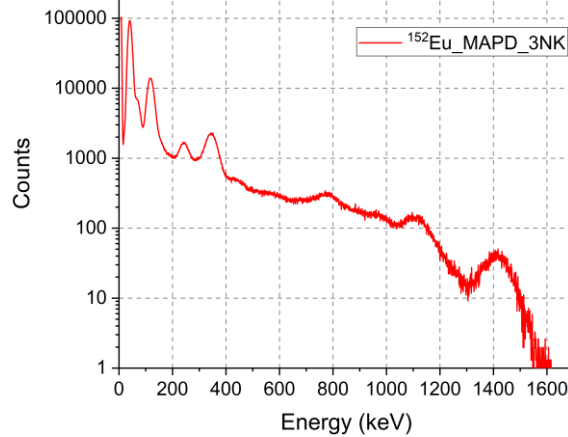
Silisiyum əsaslı fotogücləndiricilər (SiFG) vakuum fotoelektron gücləndiricilərin (FEG) alternativlərindən biri kimi geniş tətbiq sahəsi tapmışdır [1,2]. Belə ki, bu tip qeydedicilər, kosmik sənaye, gamma spektroskopiya, atom elektrik stansiyalarının monitorinqi, tibb və s. kimi sahələrdə geniş istifadə olunur. Qeydedicilərin qeydediyi siqnalın keyfiyyəti, lazımlı məlumatların işlənməsi üçün həmişə əsas məsələlərdən biri olmuşdür. Bu məqsədlə SiFG və SiFG əsaslı detektorlar üçün USB ilə idarə olunan SPECTRIG MAPD kompakt idarə etmə və siqnal qeydetmə modulu işlənilib hazırlanmışdır. Aşağı enerji sərfiyyatına malik olan kompakt modul SiFG və SiFG əsaslı detektorlarla ölçmə aparılması və onların parametrlərinin təyini üçün lazım olan müxtəlif funksiyalara malikdir. Siqnalların tam emalına imkan verən gücləndirici, filtrləmə və rəqəmsallaşdırma kimi imkanlar da yeni modul vasitəsilə asanlıqla yerinə yetirilə bilər. Siqnalların qəbulu üçün modul 2 rejimə malikdir: 12 bit ayırdetmə ilə 400 MS/s və ya 8 bit ayırdetmə ilə 600 MS/s. Modul saniyədə təxminən 20000 hadisənin siqnal formasını qeyd etmə və ötürmə (USB ilə) imkanına malikdir. Modul əlavə gərginlik mənbəyə ehtiyac olmadan yalnız USB port vasitəsilə qidalanaraq işləyir və detektorlara 12 bit dəqiqliklə 0÷200 V intervalında gərginlik tətbiq etməyə imkan verir. Şəkil 1-də modulun ön və yan tərəflərdən fotosəkili təsvir edilmişdir.



Şəkil 1. Modulun ön tərəfdən və yandan görünüşü

Modul iki gücləndirmə kanalına malikdir. Aşağı gücləndirməyə malik olan 1-ci kanal spektroskopiya üçün yüksək gücləndirməyə malik 2-ci kanal isə SiFG-lərin bəzi parametrlərini təyin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Hər iki giriş kanalı vasitəsilə gücləndirməni 1 db addımla -9 db-dən 26 db-ə kimi tənzimləmək mümkündür. C# proqramlaşdırma dilində yazılmış istifadəçi üçün rahat proqram modulu idarə etməyə imkan verir. MAPD-3NK [3,4] tipli silisium foto gücləndirici və LFS [5] ssintilyatorundan ibarət olan ssintilyasiya detektoru ilə qamma-şüaların qeyd edilməsi ilə modulun spektroskopiya üçün nəzərdə tutulan kanalı yoxlanılmışdır. Təcrübədə istifadə edilən MAPD-3NK tipli silisium foto gücləndiricinin ölçüləri  $3.7 \times 3.7 \text{ mm}^2$ , LFS ssintilyatorunun ölçüləri isə  $3 \times 3 \times 10 \text{ mm}^3$  olmuşdur. Təcrübə  $23^\circ\text{C}$  temperaturda aparılmışdır.

Şəkil 2-də müxtəlif enerjili qamma şüa (122-1408 keV) buraxan Eu-152 nöqtəvi mənbəyindən alınan enerjiyə görə paylanma spektri verilmişdir.



Şəkil 2. Eu-152 nöqtəvi mənbəyinin LFS ssintilyatoru və MAPD-3NK fotogücləndiricisi ilə əldə olunmuş enerji spektri

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi SPECTRIG MAPD idarəetmə və siqnal qeydetmə modulu Eu-152 mənbəyindən buraxılan qamma şüaları ayırd etmişdir. Alınan nəticələr göstərmişdir ki, hazırlanan modul SiFG və SiFG əsaslı ssintilyasiya detektorlardan gələn siqnalı qeyd və emal etmək üçün istifadə edilə bilər.

### Ədəbiyyat

1. D. Renker, "A-mode avalanche photodiodes, history, properties and problems," IEEE Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, vol. 567, pp. 48-51, June 2006.
2. Renker D. and Lorenz E, Advances in solid state photon detectors, 2009 JINST 4 P04004.
3. www.zecotek.com
4. Z. Sadygov, A. Olshevski et al. Three advanced designs of micro-pixel avalanche photodiodes: their present status, maximum possibilities and limitations, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A567, 70–73 (2006).
5. Ahmadov F., Sadygov Z. et al., Development of compact radiation detectors based on MAPD photodiodes with Lutetium Fine Silicate and Stilbene scintillators, JINST, 2015, vol.10, pp.1-7.

### *A compact module for detection of ionizing radiation*

*Mammadov R., Holik M., Ahmadov G., Ahmadov F., Nuriyev S., Akbarov R., Mora Y., Zich J., Pridal P., Sadygov A., Berikov D.*

*A new readout interface device called "SPECTRIG MAPD" has been developed for SiPM (and SiPM based detectors). The device is controlled via the USB bus and it is provided with the user friendly control software which allows to set all parameters that are necessary to start the acquisition, to configure the hardware, and to perform the data readout. It allows to run a simultaneous or synchronized acquisition of signal waveforms from a detector. It implements and provides two processing algorithms, the pulse volume (charge integration) and pulse heights analysis of the digitized input pulses in order to collect the histograms, and to plot and to save data files. The program can be easily be interfaced to software tools for the spectroscopy analysis.*

*It successfully passed tests. Considering the sampling frequency and bit resolution number, the device is well suited for mid-fast signals as the ones coming from SiPM and SiPM based detectors. Test results show the "SPECTRIG MAPD" is fully functional and it can be used to read out and process signals from SiPM and SiPM based detectors.*



### ΔE-E zərrəcik teleskoplarının enerjiyə görə kalibrlənməsi

<sup>1</sup>Abbaszadə N.N., <sup>1,4,5</sup>Əhmədov Q.S., <sup>2,3</sup>Holik M., <sup>1,5</sup>Əhmədov F.İ., <sup>1,4,5</sup>Sadiqov A.Z.,  
<sup>4,5</sup>Nuriyev S.M., <sup>1,4,5</sup>Əkbərov R.A.

1- Milli Nüvə Tədqiqatları Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan

2- Elektrik Mühəndisliyi Fakültəsi, UWB, Pilsen, Çexiya Respublikası

3- Eksperimental və Tətbiqi Fizika İnstitutu, ÇTU, Praqa, Çexiya Respublikası

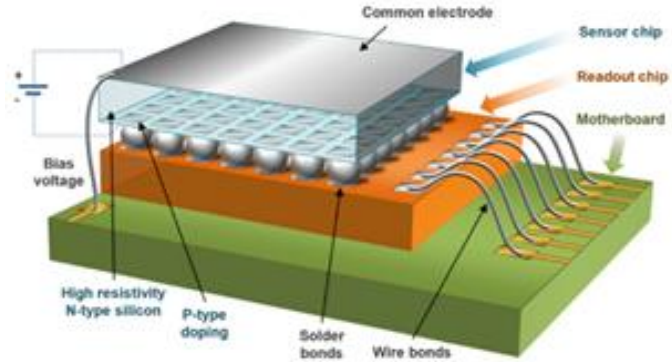
4- Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutu, Dubna, Rusiya

5- Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

nurlan\_abaszade@mmtm.az

Silisiyum əsaslı detektorlar müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq sahəsinə malikdir. Bu tip detektorların tətbiq olunduğu sahələrdən biri də yüklü zərrəciklərin növünü ayırdetməyə imkan verən ΔE-E [1] zərrəcik teleskoplarıdır. Nüvə parçalanma proseslərində intensiv keçmiş tədqiqatlara baxmayaraq, hələ də qismən öyrənilmiş proseslər qalmaqdadır. Nadir nüvə prosesləri, eləcə də üçqat və dördqat bölünmə [2], hal hazırda tədqiqat obyektlərindən biridir. Bu prosesləri daha yaxşı bilmək, bölünmə prosesinin dinamikasının daha yaxşı öyrənilməsinə imkan yaradır. Bu işdə nadir nüvə bölünmələrini tədqiq etmək üçün hazırlanmış çoxfunksiyalı ΔE-E zərrəcik teleskoplarının enerjiyə görə kalibrlənməsinin nəticələri tədqim olunmuşdur.

Timepix [3] detektorları piksellə detektorların nümayəndələrindən biri olan hibrid piksellə detektorlardır. Timepix detektoru Medipix kollaborasiyası çərçivəsində Avropa Nüvə Tədqiqatları mərkəzində yaradılmışdır. Bu tip detektorlar, Timepix siqnal oxuma çipindən və ona "Flip-Çip bump-bond" texnologiyası ilə birləşdirilmiş sensor laydan ibarətdir. Şəkil 1-də "bump-bond" quruluşunun sxemi təsvir olunmuşdur. Çip müxtəlif növ (Si, CdTe, GaAs və s.) və qalınlıqlı sensorlarla (300, 700, 1000 μm və s.) təchiz edilə bilər. Bu detektorlarda aktiv oblastın sahəsi təqribən  $1.4 \times 1.4 \text{ cm}^2$ -dir. Sensorun implantasiya olunmuş tərəfi, ölçüləri  $55 \times 55 \mu\text{m}^2$  olan  $256 \times 256$  sayda piksellərdən ibarət olan siqnal oxuma elementlərinə (piksellərə) qoşulur.



Şəkil 1. Timepix detektorunun quruluşu

Hibrid piksellə detektorlarda hər bir piksel müstəqil işlədiyindən, piksellərin enerjiyə görə ayrı-ayrı kalibrlənməsi lazım gəlir. İstifadə olunan Timepix detektoru  $256 \times 256$  sayda pikseldən ibarət olduğundan, 65536 sayda piksel ayrı-ayrı enerjiyə görə kalibrlənir. Yəni 65536 sayda detektoru kalibrləmək lazım gəlir.

İşdə Timepix detektorunun qısa müddətdə enerjiyə görə kalibrlənməsi üçün sadə metod təklif olunmuşdur. Təcrübədə 2 ΔE-E teleskopu istifadə edilmişdir. Şəkil 2-də təcrübədə istifadə olunan teleskopların fotosəkli verilmişdir.

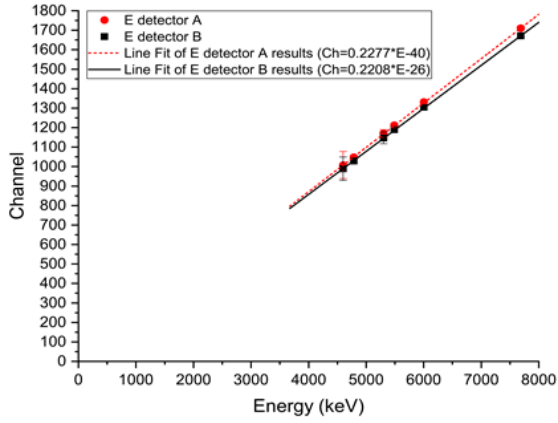
Teleskoplarda ΔE detektoru kimi 12 μm qalınlıqlı nazik PAD [4] detektordan istifadə olunduğu halda, 300 və 600 μm qalınlıqlı Timepix detektorları isə E detektoru kimi istifadə edilmişdir. Detektorların enerjiyə görə kalibrlənməsi Ra-226 alfa mənbəyi ilə yerinə yetirilmişdir. Ra-226 alfa mənbəyi 6 müxtəlif enerjili alfa zərrəcik (4601, 4784.34,



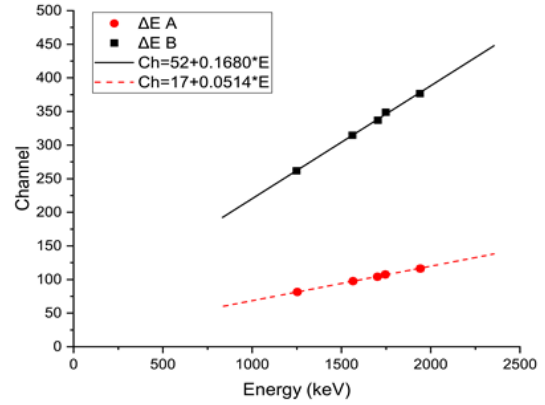
Şəkil 2. Təcrübi qurğunun fotosəkli

5304.33, 5489.48, 6002.35 və 7686.82 keV) buraxır. İlkin olaraq həm teleskopla həm də ayrı-ayrılıqda detektorlarla 2mbar vakuumda Ra-226 mənbəyinin amplituda görə paylanma spektri çəkilmişdir.

Şəkil 3-də hər iki E detektoru üçün enerjiyə görə kalibrlənmə əyrisi göstərilmişdir. Enerjinin kanaldan asılılığını tapmaq üçün hər bir enerjiyə uyğun gələn analoq rəqəmsal çevricinin kanalı tapılmışdır. Kanalları tapmaq üçün amplituda görə paylanma spektrində uyğun piklər Gauss funksiyası ilə fit edilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi hər iki detektor üçün enerjinin kanaldan asılılığı tədqiq olunan enerji oblastında xəttidir. Alınan bu asılılıqdan amplituda görə asılılıq spektri enerjiyə görə asılılığa çevrilir.



Şəkil 3. E detektorları üçün kanalın enerjidən asılılığı. Kalibrəmə asılılığı Ra-226 mənbəyi ilə 4601 - 7686.82 keV enerji intervalında edilmişdir

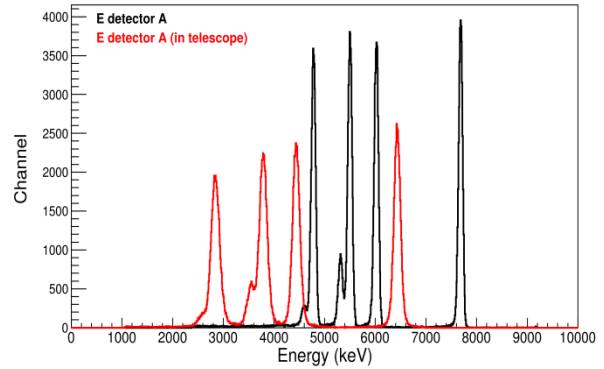


Şəkil 4.  $\Delta E$  detektorları üçün kanalın enerjidən asılılığı. Kalibrəmə asılılığı Ra-226 mənbəyi ilə 4601 - 7686.82 keV enerji intervalında edilmişdir

$\Delta E$  detektorlarının enerjiyə görə kalibrənməsi E detektorlarının kalibrənmədən sonra alınan enerji spektrlərindən alınan enerji nəticələrinə görə yerinə yetirilmişdir.  $\Delta E$  detektorunda itirilən enerji başlanğıc enerjinin E detektorundan alınan enerji ilə fərqiindən təpəmişdir. Şəkil 4-də  $\Delta E$  detektorları üçün alınan enerjinin kanaldan asılılıqları göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi hər iki kalibrənmə asılılığı xəttidir. Kanallarda görünən fərq, istifadə olunan qeydetmə modullarında gücləndiricilərin gücləndirmə əmsallarının fərqli olmasıdır.

Şəkil 5-də işdə yalnız 1 teleskop və teleskopda olan E detektoru üçün enerji spektri göstərilmişdir.

Şəkildən görüldüyü kimi Ra-226 mənbəyindən buraxılan bütün alfa zərrəciklərə uyğun gələn piklər aydın müşahidə olunur. E detektoru üçün teleskopda olduğu halda alınan enerji ayırılması 160 keV, ayrılıqda isə 88 keV olmuşdur. Bunun səbəbi  $\Delta E$  detektorundakı biricinslilik və zərrəciklərin  $\Delta E$  detektorundan keçmə bucağıdır. Zərrəciklərin düşmə bucağı dəyişdikcə kənəraçıxma da dəyişir.



Şəkil 5. A teleskopunda və yalnız E detektoru üçün enerji spektri

### Ədəbiyyat

1. M.Reinhard, D.Prokopovich, M.Ionescu, D.D.Cohen, A.B.Rosenfeld et al., Characterisation of a  $\Delta E$ -E particle telescope using the ANSTO heavy ion microprobe, Nucl. Instrum. Meth. B260(2007)270.
2. P.Jesinger, Y.N.Kopatch, M.Mutterer, F.Gönnenwein, A.M.Gagarski, J.v.Kalben et al., New experimental studies on the quaternary fission of  $^{233,235}\text{U}$  (n,f) and  $^{252}\text{Cf}$ (sf), Eur. Phys. J. Instrument Incorporated (Feb. 2002) [revised Jan. 2013].
3. X. Llopart, R.Ballabriga, M.Campbell, L.Tlustos and W.Wong, Timepix, a 65k programmable pixel readout chip for arrival time, energy and/or photon counting measurements, Nucl. Instrum. Meth. A 581(2007)485
4. E.Valtonen, T.Eronen, S.Nenonen, H.Andersson, K.Miikkulainen, S.Eränen et al., Fabrication of thin silicon detector with excellent thickness uniformity, Nucl. Instrum. Meth. A 2016)27.

### Energy calibration of $\Delta E$ -E particle telescopes

Abbaszadə N., Ahmadov G., Holik M., Ahmadov F., Sadygov A., Nuriyev S., Akbarov R.

Silicon detectors have a wide range of applications in various areas. One of the areas where these type detectors are used is  $\Delta E$ -E particle telescopes, which allow you to distinguish the types of detected particles. Despite intensive research in nuclear disintegration processes, there are still some partially learned processes. Rare fission mode processes, as well as ternary and quaternary fission, are currently one of the research objects. Studying these processes will allow to better understand the dynamics of fission processes. This paper presents the results of the energy calibration of multifunctional  $\Delta E$ -E particle telescopes developed to study rare fission mode processes. A  $12\ \mu\text{m}$  thin PAD detector is used in telescopes as a  $\Delta E$  detector, a 300 and 600  $\mu\text{m}$  Thickness Detector is used as an E detector. The energy calibration of the detectors was carried out with an alpha source Ra-226 which emit six different alpha particles (4601, 4784.34, 5304.33, 5489.48, 6002.35 and 7686.82 keV). Obtained results show that all calibration dependencies are linear for all detectors in the energy range of 3000-8000 keV. We are planning to calibrate the detectors in wide energy range of 100-10000 keV.



## Fabrication of Indium tin oxide (ITO) thin films for alcohol and gas sensors application

*Guliyev J.A., Gurbanov I.I., Kerimova A.Kh., Mammadov F.E.*

*Institute of Physics NAS Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*

*c.guliyev@physics.science.az*

Thin films of transparent conducting oxides (TCOs), especially Indium tin oxide (ITO) - a solution of indium (III) oxide ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) and tin (IV) oxide ( $\text{SnO}_2$ ), with the ratio 9:1 (wt) are of high interest for a variety of applications as transparent electrodes, including display devices, and electroluminescent and electrochromic applications such as LEDs, OLEDs, electrochromic windows, solar cells and gas sensors [1-3]. Compared to other TCO materials such as doped ZnO and SnO, ITO exhibits the best properties in terms of high electrical conductivity, appropriate optical transmission in the visible range of light, good chemical and mechanical stability. It is therefore the most widely used TCO material.

A highly sensitive and selective alcohol and gas sensors and biosensors has always been in great demand in chemical, biomedical, drug and food industries and environmental monitoring. Methanol, acetone and other have low boiling and evaporation point, are highly reactive and often mixed with interfering gases. So the design of an alcohol sensor with higher sensitivity which can be operated at room temperature, is the issue inviting much attention for research. Owing to the good stability of resistance of ITO materials with reference to variation in time and temperature, use of ITO is very promising for biosensor studies and gas sensing applications. Gas and vapour sensors based on ITO are a variable resistance type sensors, the resistivity of which changes in the presence of detecting molecules (alcohol vapour, gases etc detecting substances) in atmosphere. The reason for a decrease in the resistance may be due to the oxidation of detecting molecules upon coming in contact with the oxide semiconductor surface, which liberates free electrons and  $\text{H}_2\text{O}$ . The atmospheric oxygen chemisorbs on the surface of the oxide semiconductor as  $\text{O}_2$  or O, removing an electron from the conduction band of the n-type ITO semiconductor, developing a depletion region on the surface. The molecules of detecting material react with the chemisorbed oxygen and reinject the carrier thereby reducing the resistance of the material. A typical scheme of the sensor structure based on the ITO is shown in Figure 1.

In this paper we have described the method of ITO thin films fabrication as well as construction of air tight test chamber of fixed volume specially designed and prepared from stainless steel for the measure of their response to alcohol and other volatile organic compounds (VOCs) at room temperature. The device is equipped with gas tight valves, gates and tubes, which allows us to keep it airtight and enter desired amount of various gases into the chamber through them. This also allows purging the chamber with fresh air inside the chamber as needed. Therefore, this chamber can be used to study the sensitivity of sensors to the presence of not only VOCs, but also such harmful gases as methane, carbon monoxide, etc. The schematic diagram of such device is shown on Figure 2. It provided with taps and gates for introducing of alcohol as well as gas. By means of a transparent window and internal lighting, it is possible to observe the inner area of the camera. To measure the sensitivity of the sensor for the presence of alcohol vapor, a precisely defined amount of the investigated liquid drips onto the surface of the micro heater installed in the bottom of the chamber, and completely evaporates in its volume. The heater temperature is measured and controlled using a thermocouple placed on surface of the heater and connected to a thermo regulator. The ITO based sensor is kept up at the top side of the chamber, which allowed all the vapors to reach the sensor immediately.

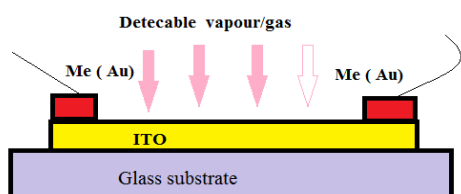


Figure 1. Principal scheme of the ITO sensor

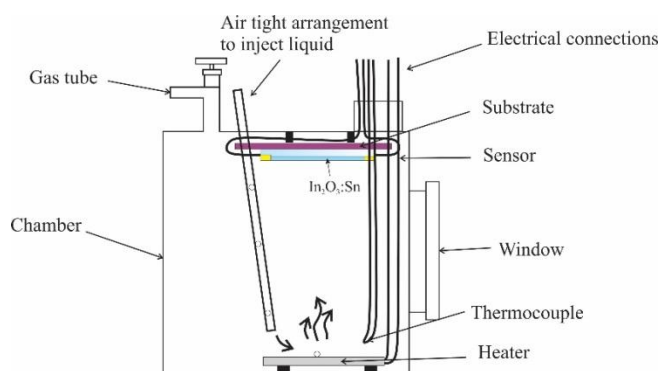


Figure 2. Schematic diagram of the static measurement set-up used to measure the methanol vapor responses.

ITO thin films were grown on glass substrate using the direct current/radio frequency (DC/RF) magnetron sputtering by using Leybold Heraeus-Z 550 semi-automatic Z550 cathode sputtering system. The evaporation was carried out at various oxygen fractions to the total pressures ( $q_{O_2} = 0\%$ ,  $5\%$  and  $10\%$ ) in the growth environment in sputtering camera. The substrate was held in room temperature during deposition, typically. The effect of oxygen content of the plasma in the sputtering chamber as well as thermal treatment at different temperatures on structural, optical and electrical properties of ITO thin films has been studied. The characterization of the deposited ITO was achieved by various techniques such as scanning electron microscope (SEM), optical transmittance (UV/Vis), XRD, sheet resistances with using four point probe technique etc.

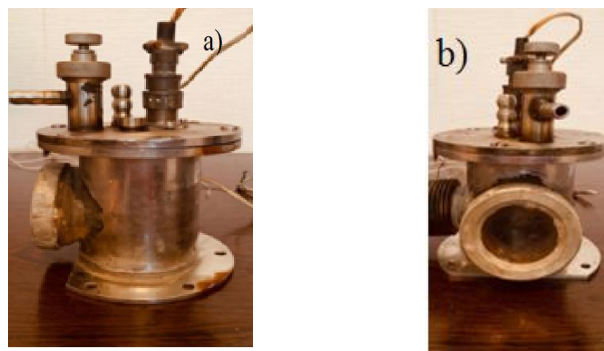


Figure 3. Images of the chamber for measure the alcohol vapor responses: a) side view, b) frontal view

The Figure 4 shows X-ray diffraction patterns of ITO films grown by RF magnetron sputtering at various oxygen ratios  $q_{O_2}$  and annealed at various temperature 200, 400 and 500°C a function of oxygen partial pressure in the sputtering ambient. Generally, XRD results shows that the thin films grown at different growth ambient are polycrystalline, except for the thin film grown without  $O_2$  gas incorporation, despite depositing them at room temperature, without post-heat treatment. The diffusion hump observed in the XRD of samples after annealing at 200°C can be associated with a high content of the amorphous phase in their structure. As the annealing temperature increases, crystallization begins to occur in the structure. After annealing at 500°C, distinct and intense diffraction peaks (222) and (211) characteristic of the crystalline phases of the ITO appear on the XRD spectra.

The figure 5 represent the variation of measured transmittance over the wavelength range 300–800 nm for various glass–ITO samples which were deposited at various oxygen ratios  $q_{O_2} = 0, 5$  and  $10\%$  and annealed at 500°C. For comparison with the transmission spectrum of the ITO, the optical transmission of the glass substrate is also shown in this figure. It was established that the transparency of the ITO films is directly proportional to the oxygen content of the plasma in the sputtering chamber and increased with annealing temperature.

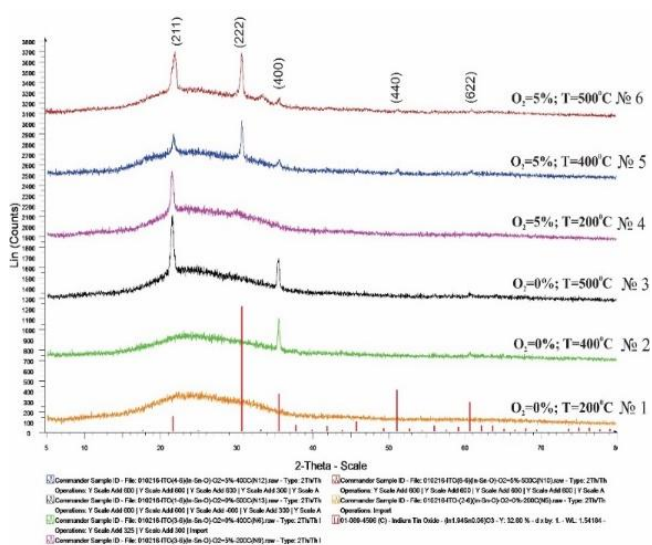


Figure 4. The XRD spectra for glass – ITO samples annealed at various temperatures

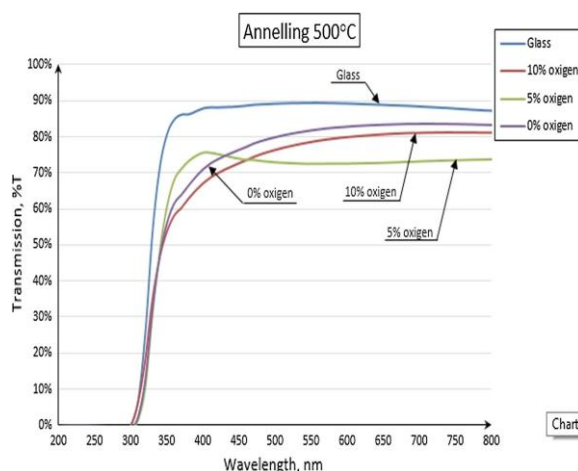


Figure 5. Transmittance spectra of ITO samples after annealing at 500°C

The figure 6 illustrates the dependence of concentration of charge carriers, mobility and an ITO film on oxygen partial pressure in evaporation camera during deposition. It can be seen that at oxygen partial pressures between  $10^{-4}$  and  $10^{-5}$ Torr. the electrons mobility is increased and their corresponding concentration and resistivity are decreased. This feature can be explained as oxygen enhanced crystallization of the films. At the low partial pressures of approximately  $10^{-6}$  torr the mobility of carriers is low. At these pressures there is not enough oxygen introduced into the system to maintain a crystal structure. There is essentially a breakdown of the lattice at extremely low partial pressures. Further increases in oxygen partial pressure above  $10^{-4}$  torr during deposition results in a decrease in free carrier concentration and an increase in resistivity, confirming that the free carrier concentration is dependant on oxygen concentrations.

*Outlook and future work.* To date, studies of sensory properties of films are ongoing. The results of these studies will be reported additionally in the near future. Required further investigation in this field of study, the following additional experiments will be carried out. With regard to sensor properties a further study of the responsivity against reducing and oxidizing gases such as  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2$ , and other oxidizing gases as well as the stability and reliability of the sensor is needed. The influence of the relative humidity on the response and the selectivity of the sensors at different operation temperatures must be studied. Also same gas sensor need to be experiment forming nanostructured thin film in near future.

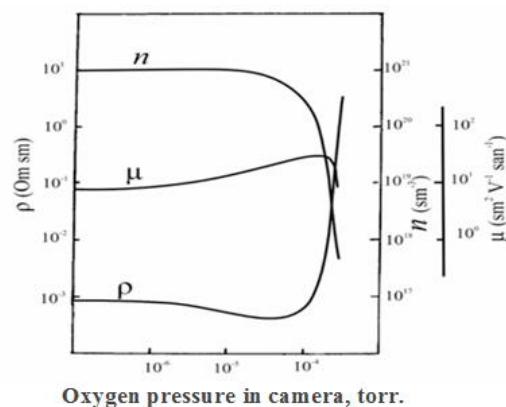


Figure 6. Effect of oxygen pressure in evaporation camera on the electrical properties of ITO

### References

1. Patel, N.G., Patel, P.D., Vaishnav V.S. Indium tin oxide (ITO) thin film gas sensor for detection of methanol at room temperature / Sensors and Actuators B 96 (2003) 180–189
2. Gardon, M., Guilemany, J.M., A review on fabrication, sensing mechanisms and performance of metal oxide gas sensors // J Mater Sci: Mater Electron, 24, 1410–1421.
3. Sh.O.Eminov, D.B.Tagiyev, J. A. Guliyev et al. Photo and electrical peculiarities of the nanostructured glass/ITO/AAO and glass/ITO/CdS systems. // J. Mater Sci: Mater Electron, 2016 DOI 10.1007/s10854-016-5053-9. Impact factor 1.569.

### Получение пленок оксида индия-олова (ITO) для применения в газовых и спиртовых сенсорах

Гулиев Дж.А., Курбанов И.И., Керимова А.Х., Мамедов Ф.Э.

Разработана методика изготовления тонких пленок ITO на поверхности стеклянных подложек методом магнетронного распыления в условиях различного содержания кислорода в напылительной камере с последующим отжигом на воздухе в температурном интервале 200-500°C. Исследованы структурные, оптические и электрические свойства этих пленок. Разработана и изготовлена камера для проведения исследований чувствительности сенсоров на основе ITO к спиртам, а также к газам.



### TiO<sub>2</sub> təbəqələrinin anodda oksidləşdirmə yolu ilə alınması

Abdullayeva S.H.

H.M. Abdullayev adına AMEA Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan  
samireabdullayeva181@gmail.com

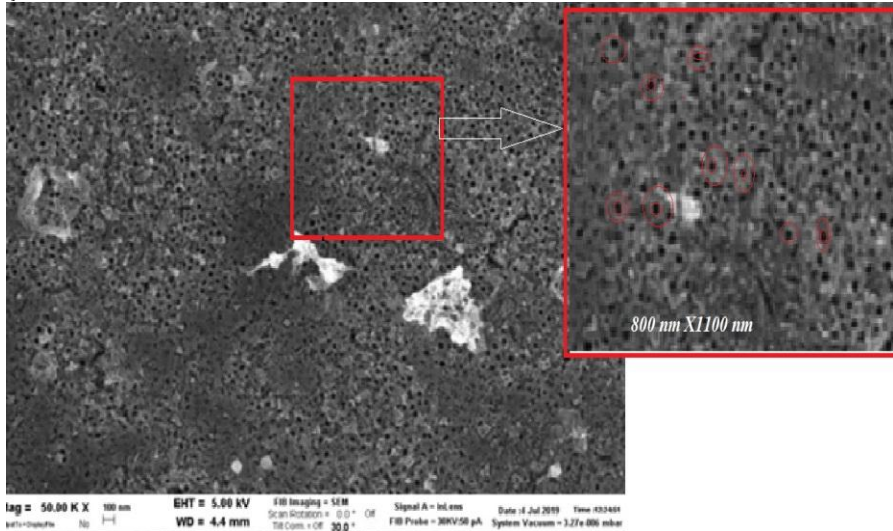
Nanoquruluşlu titan dioksid (TiO<sub>2</sub>)–n-tipli yarımkəçiricidir. 300K də TiO<sub>2</sub>-nin polimorf modifikasiyalarından biri olan anatazin qadağan olunmuş zonasının eni 3,3 eV, digər modifikasiyası olan rutilin isə 3,06eV-dir. Bu material müstəsna fotokatolitik xassələrə malikdir və günəş batareyalarında, bio-və qaz sensorlarında, içməli suyun təmizlənməsində və s. sahələrdə geniş tətbiq olunur [1,2]. Nanoölçülü tozvari TiO<sub>2</sub> əsasında hazırlanan Günəş çeviriciləri vasitəsi ilə alınan elektrik enerjisinin maya dəyəri Silisium əsəsindəki analoqlarına nisbətən dəfələrlə aşağıdır. Bu və bir sıra digər müsbət xassələrinə görə son illərdə TiO<sub>2</sub>-nin sintezi üsullarının işlənilməsinə və fiziki xassələrinin tədqiqinə böyük diqqət ayrılır. TiO<sub>2</sub>-in



optik və fotokataliz tətbiqləri üçün əsas mənfi xüsusiyyəti onun işıq görünən spektrinin yalnız bənövşəyi və ultrabənövşəyi zolaqlarda həssas olmasıdır [2].

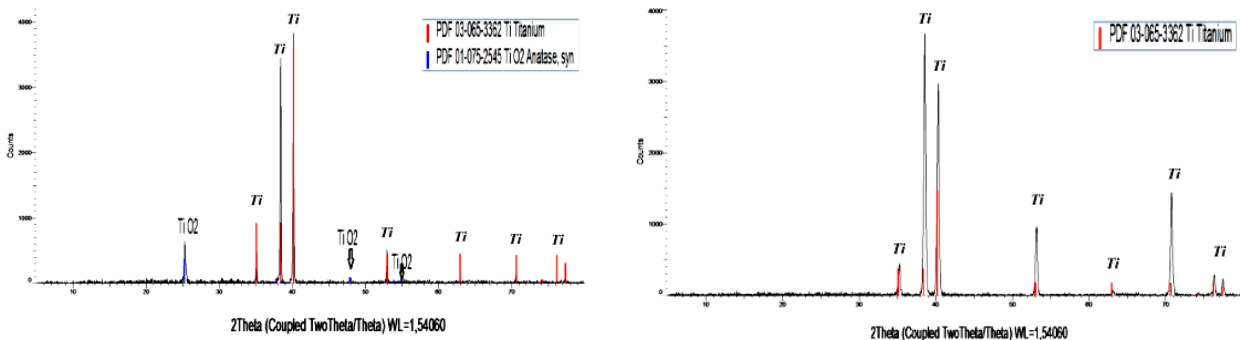
Tədqiqatımızın əsas məqsədi anodda oksidləşmə yolu ilə alınan  $TiO_2$  nazik təbəqələrinin fiziki xassələrinin onların emalı şəraitindən asılılığını müəyyən etməkdir. Tədqiqat metodları kimi təbəqələrin səthinin morfoloqiyasının atom qüvvə (AQM) və skanedici elektron (SEM) mikroskopları vasitəsilə tədqiq edilməsi, kristallik quruluşunun rentgen difraksiyası (RFD) və Raman spektrinin ölçülməsi üsulları seçilmişdir.

$TiO_2$  təbəqələrinin sintezi üçün altlıq qismində 1 mm qalınlığında VT-1 (99,5%) markalı, səthi tərəfimizdən Cambridge-Mulitpol-2 markalı cilalayıcı dəzgahında mükəmməl dərəcədə qüzgü səviyyəsində hamarlaşdırıl texniki Titan lövhələrindən istifadə edilmişdir. Anodda oksidləşmə prosesi laboratoriyamızda hazırlanmış iki elektrodlu, elektrokimyəvi hücrədə aparılmışdır. Yardımcı elektrod qismində platin spiralından, işçi elektrod qismində isə bilavasitə titan lövhəsindən istifadə edilmişdir. Elektrolit qismində 0.75% (kütlə%)  $NH_4F$  və 2%  $H_2O$  tərkibli etilenqlikol məhlulundan istifadə edilmişdir. Oksidləşmə prosesi 2 mərhələ ilə aparılmışdır. Birinci mərhələ 40V sabit gərginlikli potensiostatik rejimdə, 5-15°C temperaturda 8-10 saat ərzində aparılmışdır. İkinci mərhələdə oksidləşmiş  $TiO_2$  təbəqəsi 36%-li HCl məhlulunda ultrasəs vannasında həll edilərək tamamilə aradan qaldırılmışdır. Bu əməliyyat nəticəsində Ti lövhəsinin səthində yüksək dərəcədə nizamlanmışdır. Bundan sonra 5 saat ərzində 1-ci mərhələdəki rejimdə ikinci oksidləşmə prosesi aparılmışdır.



Şəkil 1.  $TiO_2$  təbəqəsinin SEM təsviri. Sağda haşiyəyə alınmış fraqmentin böyüdülmüş təsviri verilmişdir

Nümunələrin amorf quruluşunun kristallik fazaya modifikasiyası məqsədilə onlar hava mühitində mufel sobasında 300-500°C-də hər dəfə 1-2 saat müddətində termiki işlənmişdirlər. Alınan  $TiO_2$  təbəqələrinin səth morfoloqiyasını tədqiq etmək üçün atom AQM və SEM istifadə edilmişdir.



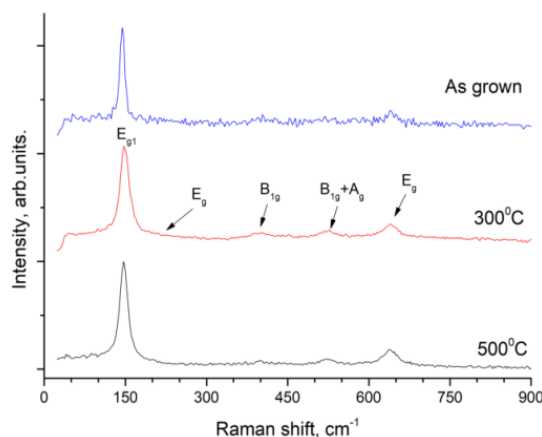
Şəkil 2.  $TiO_2$ -in termiki işlənmədən əvvəlki (solda) və 500°C-də termiki işlənmədən sonrakı difraktoqramması (sağda)

Kristallik quruluş Bruker D8 Advanced ( $CuK\alpha$ ,  $\lambda=0,154$  nm) difraktometrində, materialda işıq Raman spektri isə dalğa uzunluğu 532 nm-lik, 10 mVt gücündə olan lazerlə təchiz edilmiş konfokal "Nanofinder-30" (Tokyo Instrument, Yaponiya) markalı spektrometrdə tədqiq olunmuşdur. Şəkil 1-də təbəqənin SEM təsviri təqdim olunmuşdur. Ondan görüldüyü kimi, boruların xarici diametri 100-120 nm, məsamələrin diametri isə 40-50nm-ə yaxındır. RFA faza analizi göstərmişdir təbəqələrin oksidləşmə

prosesindən bilavasitə sonra amorf fazada olur, hava mühitində 300°C-500°C temperaturalarda aparılan termiki işlənmədən sonra isə kristallaşaraq anatazın polikristallik quruluşun əldə edir. Şəkil 2-də 300°C və 500°C də aparılmış termiki işlənmədən əvvəl və sonra çəkilmiş rentgen difraktoqrammaları (RDQ) göstərilmişdir. Onların qarşılıqlı müqaisəsi nəticəsində gəldiyimiz nəticəyə görə, termiki işlənmədən əvvəlki RDQ-də yalnız metallik Titana aid piklər mövcuddur, 500°C-də termiki işlənmədən sonra isə  $2\theta = 25,4^\circ$ ,  $47,5^\circ$  və  $54^\circ$  - difraksiya bucaqlarında anataz fazasına aid olan, müvafiq olaraq, kristal qəfəsin (101), (200) və (211) səthlərindən əks olunan reflekslər kimi identifikasiya olunur.

RFA nəticələri göstərmişdir ki, təbəqələrin oksidləşmə prosesindən bilavasitə sonra qismən amorf fazada olur, hava mühitində 300°C-500°C temperaturalarda aparılan termiki işlənmədən sonra isə anatazın polikristallik quruluşuna çevrilir. Debay-Şerer düsturu [2] ilə 300°C-də termiki işlənilmə nəticəsində təbəqədə kristallitlərin ölçülərinin 5-6 nm, 500°C-də isə 10 nm qədər böyüdüüyü müəyyən edilmişdir. Məlumdur ki [3,4], anataz fazasındakı TiO<sub>2</sub>-nin Raman spektrində aktiv olan qəfəs rəqslərinin 6 ədəd modasının pikləri 144 sm<sup>-1</sup>(E<sub>g</sub>), 197 sm<sup>-1</sup>(E<sub>g</sub>), 396 sm<sup>-1</sup>(B<sub>1g</sub>), 515 sm<sup>-1</sup>(A<sub>1g</sub>) və 641 sm<sup>-1</sup>-də (E<sub>g</sub>) müşahidə olunur.

Şəkil 3-də təqdim olunan, nümunələrin oksidləşmədən bilavasitə sonra və 300°C-500°C aralığında termiki işlənmədən sonra ölçülmüş Raman spektrlərinin analizi göstərdi ki, onlarda TiO<sub>2</sub>-nin anataz fazasına xas olan rəqs modlarının hamısı mövcuddur, brukit və rutilə xas olan modalar müşahidə olunmur. Bu isə alınan təbəqələrin geniş tətbiq perspektivlərinin mövcud olduğunu sübut edir.



Şəkil 3. Təbəqələrinin Raman spektri

### Ədəbiyyat

1. Akgul, U. Structural and dielectric properties of TiO<sub>2</sub> thin films grown at different sputtering powers / U, Akgul // Eur. Phys. J. Plus., 2019, – p.1341–1347.
2. Meng-Yu Xie , Kang-Yang Su, Xin-Yuan Peng [et al.] Hydrogen production by photocatalytic water-splitting on Pt-doped TiO<sub>2</sub>-ZnO under visible light // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2016, pp. 1-7.
3. Balachandran U. U., Eror N. G. Raman Spectra of Titanium Dioxide // Journal of solid state chemistry, 1982, v.42, p.276-282.
4. Gao Y., Zhao X., Yin P. Size-dependent raman shifts for nanocrystals // Scientific Reports, 2016, v.6, p.1-5.

### Synthesys of TiO2 thin films by the method of anodic oxidation

Abdullayeva S.H.

The method of synthesys of TiO<sub>2</sub> nanotubular films on the surface of Ti substrate employing an anodization technique is described and results of study of their physical properties is presented. The layer were characterisated by using SEM, AFM imaging, XRD, and Raman spectroscopy. AFM and SEM images shown that the films has nanotubular structure with an outhar diameter of nanotubes 100-120 nm and an internal diameter of 40-50 nm. The grown films after oxidation was partially in amorphous phase, whereas after the annealing in air at 300-500°C temperatures they asquired a polycrystalline structure of anatase. Upon annealing at 300°C, the size of crystallites of TiO<sub>2</sub> is 5-6 nm, and after annealing at 500°C, they increase and reach 10 nm. In the Raman spectra of the samples all modes related to anatase polimorf modification of TiO<sub>2</sub> are presented.



### Термофрикционная стабильность полимерных материалов для транспортных средств

**Насирова М.М.**

Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
mahluga.nasirova@gmail.com

Приводены общие принципы подхода к расчету и проектированию фрикционных узлов дисково-колодочных тормозов транспортных средств с учетом термофрикционной стабильности и энергетического баланса полимерных материалов в трибосистемах и установлено влияние продуктов износа на электротермомеханическое трение и изнашивание.

**Введение.** Общие принципы подхода к расчету и проектированию фрикционных узлов дисково-колодочных тормозов автотранспортных средств базируются на следующем. Одним из наиболее ограниченных по ресурсу пар трения автотранспортного средства является фрикционный узел «тормозной диск – фрикционная накладка колодки» дисково-колодочного тормоза. Из причин, оказывающих влияние на работоспособное состояние пар трения тормоза, необходимо отметить:

- образование локальных зон перегрева на беговой дорожке трения диска, способствующих увеличению поверхностных температурных градиентов по ее кольцевому периметру, а также поверхностных температурных градиентов между беговой дорожкой трения и свободными поверхностями диска, омываемых скоростными токами воздуха; при этом в местах перегрева происходит существенное изменение структуры материалов тормозного диска и, как следствие, градиента механических свойств поверхностных и приповерхностных его слоев;

- напряженно-деформированное состояние тормозного диска, вызывающее образование микротрещин на рабочей поверхности беговой дорожки трения и коробление его тела;

- низкочастотные вибрации пар трения дисково-колодочного тормоза, вызванные импульсным изменением сил трения и тормозного момента, а также «холодным» и «горячим» состоянием поверхностных и приповерхностных слоев элементов трения;

- агрессивность фрикционных материалов накладок, находящихся в «холодном» и «горячем» состоянии, по отношению к беговой дорожке трения тормозного диска;

- возможность возникновения дополнительных пар трения «металл-полимер» и «полимер-полимер» наряду с основной парой трения «металл-полимер» с учетом продуктов износа, находящихся между их парами.

**Цель работы** – разработка общих принципов подхода к проектированию фрикционных тормозов с учетом термофрикционной стабильности и энергетического баланса полимерных материалов, в результате чего на рабочей поверхности образуются полимерные накладки термически устойчивой структуры.

**Термофрикционная стабильность фрикционных материалов.** Металлополимерные пары трения нашли широкое применение во фрикционных узлах дисково-колодочных тормозов автотранспортных средств, поэтому уделим внимание «трибостабильным» полимерам. Последние представляют собой полимеры линейного строения как ароматического, так и алифатического типа. Использование трибостабильных полимеров, даже весьма термостойких, в качестве связующих во фрикционных материалах не дали положительных результатов, т.к. возникновение подвижности макромолекул в поверхностных слоях накладок проявляется до температур их стеклования. Повышение температуры размягчения для успешного использования трибостабильных полимеров, в качестве связующих, также невозможно, т.к. полимеры приобретают чрезмерную жесткость и теряют способность к переработке через расплав. Поэтому необходимо использовать во фрикционных материалах термостойкие полимерные волокна, являющиеся по химическому строению трибостабильными полимерами и одновременно находящиеся в предельно термофрикционном стабильном состоянии. Как правило, волокна различных типов не плавятся, а температуры их размягчения находятся выше температур разложения фрикционных материалов [1-3].

Разработка и создание термофрикционных стабильных систем базируется на исследовании трибохимических процессов в полимерах. Многочисленные экспериментальные исследования показали, что по поведению поверхностных и подповерхностных слоев при электротермомеханическом трении полимерные материалы можно разделить на две группы:

- «трибохимически активные» – трение которых сопровождается неустойчивым и высоким значением динамического коэффициента трения в результате протекания на поверхности сложных структурно-структурирующих процессов, явлений и эффектов;

- «трибостабильные» полимеры, динамический коэффициент трения которых сохраняет стабильность в течение продолжительного периода времени в определенном температурном интервале (от 50 до 390°C) в результате протекания процессов деструкции.

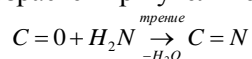
В результате многочисленных исследований фрикционных материалов с термостойкими полимерными волокнами можно сформулировать общий вывод, что с повышением скорости скольжения у всех материалов наблюдалась тенденция к повышению температуры и снижению динамического коэффициента трения. Однако химическая природа армирующих тканей оказывает существенное влияние на величину динамического коэффициента трения при контактно-импульсном взаимодействии, особенно в области невысоких скоростей скольжения (до 1,5 м/с), где полимерные связующие (например, резольная фенолформальдегидная смола) находятся в застеклованном состоянии. При повышении скорости скольжения и поверхностной температуры металлополимерных пар трения

имеет место постепенное снижение динамического коэффициента трения. Более существенно природа волокна влияет на поверхностную температуру. Установлено, что наиболее жесткоцепные и термостойкие полимеры, из которых изготовлены ткани сверхмодульных волокон на основе термостойкого сополимера и «лола» – на основе полинафтоиленбензимидазольных волокон, приводит к более высоким значениям динамического коэффициента трения и поверхностных температур при трении армированных ими органопластов. Так, при скорости скольжения 1,60 м/с у композита на основе волокна «лола» поверхностная температура достигала 300°C, в то время как у композита с «оксалон» - 160°C. У последнего при  $p=0,1$  МПа и  $V=2,0$  м/с рабочая поверхность полимерной накладки при электротермомеханическом трении мало отличалась от исходной.

Достоинством тканей типа «оксалон», наряду с высокими эксплуатационными параметрами, является и ряд экономических причин при проектировании фрикционных тормозов. Волокна этого типа выпускаются в настоящее время по ценам более низким, чем другие типы полегетероариленовых, термостойких волокон. Это обстоятельство позволило в последние годы начать широкое внедрение композитов «оксалон» в тяжелонагруженных узлах трения тормозных устройств.

«Трибохимические активные» полимеры имеют фрикционную нестабильность из-за группы процессов, связанную с возможностью осуществления реакции синтеза на границе раздела с металлическим фрикционным элементом. Если рассматривать трибосинтез как типичную механохимическую реакцию, то необходимо иметь как минимум две функциональных группы различного типа в полимерных цепях при электротермомеханическом трении. В этой связи интересно уделить внимание линейному полигетероарилену – полифенилхиноксалину и сополимеров на его основе.

Концевыми группами полифенилхиноксалина являются электродонорные –  $\text{NH}_2$  группы. Электротермомеханическое трение указанного полимера характеризует его как термофрикционно стабильный полимер. Введение в макромолекулу полифенилхиноксалина электроакцепторных карбональных групп приводит к резкому возрастанию фрикционной активности уже при комнатных температурах, причем нестабильность возрастет при увеличении количества  $C=O$  групп.



С точки зрения трибохимии под влиянием температуры происходит самоорганизующий процесс формирования новых азометиновых связей (см. выше реакцию), в результате которого на рабочей поверхности полимерной накладки образуется термически более сильная структура, повышающая свою устойчивость при возрастании температуры трения.

**Заключение.** Установлено, что под влиянием температуры происходит самоорганизующий процесс формирования новых азометиновых связей, в результате которого на рабочей поверхности полимерной накладки образуется термически более сильная и устойчивая структура.

Показано, что при фрикционном взаимодействии рабочих поверхностей металлополимерных пар трения протекают сложные нелинейные процессы, явления и эффекты, способствующие оказать влияние на их подповерхностные слои, а также на состояние металлического фрикционного элемента, который имеет важное значение для эксплуатационной характеристики тормозов.

### Литература

1. Джанахмедов А.Х., Джавадов Я.М. Фрактальные подходы в трибологии эластомеров. – Баку: АПОСТРОФФ, 2016. – 496 с.
2. Джанахмедов А.Х. и др. Дисковоколодочные тормозные устройства: теория, расчет и конструирование // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии. Т. 9, N 1, 2017, с. 15-31.
3. Разрушение твердых полимеров / Под ред. Б. Роузена. - М.: Химия. - 1971.

### *Thermofrictional stability of polymer materials for transportation facilities*

*Nasirova M.M.*

*The authors examine the general principles of calculating and designing the frictional units of disk-shoe braking systems of transportation vehicles, taking into account the thermofrictional stability and energy balance of polymers in tribosystems, and establish the effect of products of wear on the electro-thermo-mechanical friction and wear.*



### Hava nəqliyyatının multimodal daşımalarda rolu

*Məmmədov A.A.*

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
mamedoff.aze@gmail.com*

#### Xülasə

Məqalədə hava nəqliyyatının multimodal daşımalara inteqrasiyası ilə əlaqədar beynəlxalq təcrübə araşdırılmış, bu cür daşımalarda yüklərin emal müddətinin azaldılması üçün zəruri istiqamətlər müəyyən olunmuşdur.

Beynəlxalq təcrübədə multimodal daşımalarda alt sistem kimi hava nəqliyyatından geniş istifadə edilir. Belə ki, son illər qiymətli yüklərin multimodal daşımalarda dəniz nəqliyyatı əvəzinə hava nəqliyyatından istifadə olunması tezliyi xeyli yüksəlmişdir. Bu, hava nəqliyyatının üstünlüklərindən biri olan, xüsusən orta və daha uzun məsafələrdə özünü aşkar göstərən, yüklərin çatdırılma müddətinin azalması, o cümlədən onların çıxış və təyinat məntəqələrinin çox zaman hava limanlarına dəniz limanlarına nisbətən daha yaxın yerləşməsi ilə (Misal olaraq, Bakı şəhərində tədarük olan yükün Heydər Əliyev Beynəlxalq Hava Limanına Bakı Beynəlxalq ticarət limanından daha yaxın yerləşməsi) əlaqələndirilə bilər.

Dünya ölkələrinin əksəriyyətində hava nəqliyyatının iştirakı ilə multimodal daşımalar (hava-dəniz, hava-dəmiryolu və hava-avtomobil və digər variantlar) daha çox universal konteynerlərin, yəni ULD-lərin (unit load device) istifadəsi ilə (intermodal daşımalar) yerinə yetirilir [1,2]. Dünya praktikasında yüklərin hava nəqliyyatı ilə daşınmasını nəqliyyat ekspedisiya agentlikləri təşkil edir və əksər hava limanlarının yaşayış məntəqələrindən kənarında yerləşməsi ilə əlaqədar, demək olar ki, bütün yüklər avtomobil nəqliyyatı vasitəsilə hava limanlarına aparılır. Dəniz və hava nəqliyyatını birləşdirən multimodal daşıma növünün inkişafı (70-ci illərin əvvəllərindən başlayaraq sürətlənməsi) iri konteyner daşıyan gəmilər və "Boeing-747" tipli yük təyyarələrinin istismara verilməsi ilə əlaqələndirilir [3]. Belə daşımalar dəniz və hava nəqliyyatının üstün xüsusiyyətlərinin kompromisini ehtiva edir. Bu, hava nəqliyyatı ilə müqayisədə dəniz nəqliyyatının daha az daşıma xərcləri tələb etməsi, eyni zamanda dəniz nəqliyyatı ilə müqayisədə hava nəqliyyatının daha az vaxt sərf etməsi ilə izah olunur. Ümumiyyətlə dəniz və hava nəqliyyatının iştirakı ilə multimodal daşımalarda, tək hava nəqliyyatı ilə müqayisədə çatdırılmasında vaxt meyarı o qədər də mühüm olmayan yüklər daşınır. Bundan əlavə, bəzi hallarda limanlardan ərazisi dağlıq olan ölkələrin daxili təyinat nöqtələrinə yüklərin avtomobil nəqliyyatı ilə daşınmasındakı çətinliklər, eləcə də mürəkkəb gömrük rəsmiləşdirilməsi ilə bağlı olan risklər dəniz-hava daşımalarını üstün mövqeyə gətirir. Hava-dəniz multimodal daşımaları, o cümlədən, konteynerlərlə intermodal daşımaları ilk həyata keçirən aviaşirkət Air Canada hesab olunur. Aviaşirkət 1970-ci ildə Yaponiya/Uzaq Şərq ölkələri – Qərbi Avropa ölkələri arasında Kanada ərazisindən keçməklə multimodal daşıma marşrut xətti yaratmışdı. Elektron avadanlıqlar, fotoaparətlər, ehtiyat hissələrlə və s. yüklənmiş konteynerlər Yaponiya və Uzaq Şərqin digər ölkələrindən Vankuverin (Kanada) dəniz limanına çatdırılmış, buradan isə 6 saatdan gec olmayaraq, "Air Canada"-nın yük hava gəmiləri vasitəsilə Qərbi Avropa, ABŞ və Afrika ölkələrinə daşınmışdır. Alternativ marşrut kimi konteynerlər ABŞ-ın Şimal-Qərb limanlarına dəniz nəqliyyatı, daha sonra Vankuverə avtomobil nəqliyyatı və sonda yuxarıda qeyd olunan yük hava gəmiləri vasitəsilə təyinat məntəqələrinə çatdırılmışdır. Transit müddəti cəmi 16-17 gün təşkil etsə də, şirkətin verdiyi məlumatlara əsasən, bu müddəti 12-14 günə qədər azaltmaq mümkündür [4].

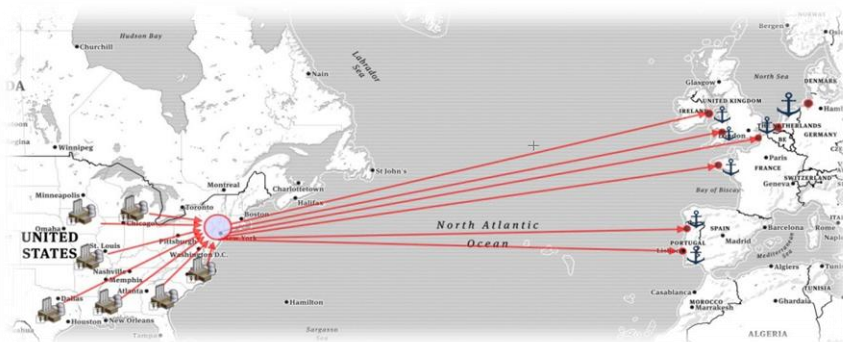
Hava-dəniz multimodal daşımaları Qərbi Avropa-Uzaq Şərq, Qərbi Avropa-Avstraliya, Qərbi Avropa-ABŞ, Yaponiya-Qərbi Avropa istiqamətləri üzrə də həyata keçirilir. Yaponiyadan multimodal daşımalarda ixrac olan yüklərinin 78-85% Avropa, 9-14% Latin Amerikası, qalan hissəsi isə digər regionların payına düşür.

"Atlantic container line" konteyner konsolidatoru və "Eastern airlines" aviaşirkəti ilə birgə ABŞ-ın yeddi sənaye mərkəzini Nyu-Yorkdan keçməklə Qərbi Avropanın səkkiz dəniz limanı ilə multimodal hava - dəniz marşrutu ilə birləşdirməyə nail olmuşdur (Şək.1).

70-ci illərin əvvəllərində həmin "Atlantic container line" şirkəti "American airlines" aviaşirkəti ilə birgə ABŞ-ın əsas sənaye mərkəzləri və Rotterdam arasında hava-dəniz daşımalarının müddətini 5-7 günə qədər azaltmışdı [5].

Avropada multimodal yük daşımalarını ənənəvi olaraq Lufthanza, British Airways, KLM, Air France, Swiss Air və digər aviaşirkətlər yerinə yetirir. Avropada yüklərin hava-avtomobil, hava-dəniz və hava-dəmir

yolu ilə daşınması ixtisaslaşdırılmış hava limanlarından (Frankfurt, Amsterdam, Lüksemburq, Brüssel və s.) həyata keçirilir.



Şəkil 1. ABŞ (Nyu-Yorkdan keçməklə) və Qərbi Avropa limanları arasında multimodal daşımaları

Asiyada hava-dəniz multimodal daşımalarını Sinqapur, Seul, Honkonq şəhərlərinin hava limanlarından Korean Air, Japan Airline və Nippon Cargo, Singapore Airlines və s. aviaşirkətləri yerinə yetirir.

Şimali Amerikada hava nəqliyyat xidmətləri Los-Anceles, Çikaqo və s. şəhərlərinin hava limanları vasitəsilə həyata keçirilir. Bu zaman daşıma sənədi kim Beynəlxalq Ekspeditorlar Federasiyası tərəfindən tərtib edilmiş multimodal konosament tətbiq olunur. Bu konosament yükəgöndərən, daşıyıcı və yüklənlər arasındakı münasibətləri tənzimləyən multimodal daşımalar müqaviləsi hesab edilir. Lakin bununla yanaşı, Beynəlxalq Ticarət Palatasının tətbiq etdiyi multimodal sənədlərdən daha çox istifadə olunur. ABŞ-da multimodal yük daşımalarını Federal Ekspres, United American, Delta, Northwest və s. kimi aviaşirkətlər həyata keçirir. Burada ekspeditor agentlikləri də daşımaların təşkilində iştirak edir. Bu agentliklərdən ən nəhəngi yüklərin hava limanından ölkənin bir çox şəhərinə çatdırılmasını və ixracını həyata keçirən Emeri agentliyidir. Emeri agentliyi “qarıdan qarıya” prinsipi üzrə fəaliyyət göstərir, şirkət və müəssisələrə, eləcə də əhaliyə birbaşa çatdırılmanı yerinə yetirir. ABŞ aviaşirkətləri, həmçinin intermodal yük daşımalarını da həyata keçirir. Bu halda yük bir nəqliyyat növündən digərinə 20 futluq konteynerlərlə ötürülür. Beləliklə, yük Yaponiyadan dəniz yolu ilə Sietlə daşınılır, oradan isə hava gəmiləri vasitəsi ilə ABŞ-ın digər şəhərlərinə və hətta Avropaya çatdırılır [6].

Statistika görə dəniz nəqliyyatı ilə müqayisədə hava nəqliyyatında daşıma xərcləri təxminən 4 dəfə çox, daşıma müddəti isə 10 dəfə daha azdır. Multimodal daşımalar dəniz nəqliyyatı ilə müqayisədə çatdırılmanı təxminən 1,4-2,8 dəfə daha tez yerinə yetirməyə və bununla yanaşı daşınma xərclərinə müəyyən qədər qənaət etməyə imkan yaradır. Bəzi istiqamətlərdə hava-dəniz multimodal daşınma modeli ilə daşıma xərclərini birbaşa hava nəqliyyatı ilə müqayisədə 50%-ə, daşıma vaxtını isə birbaşa dəniz nəqliyyatı ilə müqayisədə isə 75%-ə qədər azaltmaq mümkün olmuşdur [7].

Beləliklə, hava nəqliyyatının iştirakı ilə multimodal daşımalarda yüklərin emal müddətinin azaldılması üçün, beynəlxalq təcrübə nəzərə alınaraq hava gəmilərində yüklərin yerləşdirilməsində elektron təxsisetmə sisteminin tətbiqini, yükün hava gəmisindən digər nəqliyyat növünə və əks istiqamətdə verilməsinin sadələşdirilməsini, yükün yeri və ya hərəkət marşrutunun izlənilməsini, kağızsız sənəd (elektron sənəd) dövryyəsinin genişləndirilməsini zəruri hesab edirik.

### Ədəbiyyat

1. Akademik A.M.Paşayevin rəhbərliyi ilə “Logistika terminlərinin izahlı lüğəti”, Bakı, 2013.
2. V.F.İsmayılov. Azərbaycan Respublikasında logistik metodlar əsasında multimodal daşımaların təşkili, Bakı, 2016.
3. A.A.Məmmədov. “Azərbaycanın nəqliyyatı: nailiyyətlər, problemlər və perspektivlər” Respublika Elmi konfransı, Multimodal daşımaların inkişafının tarixi mərhələləri haqqında, Bakı, 2019, 217 s.
4. Zaheer R. Multimodal transport and Logistics: best practices, Achieving Greater Efficiency and Challenges, 2008.
5. Левиков Г.А. Смешанные перевозки грузов в свете логистики. Транспорт: наука, техника, управление, 1999.
6. Лебедев В.П. Смешанные перевозки как разновидность международных перевозок и международное право. 2006, № 47.
7. Горохова М.А. Повышение эффективности использования воздушного транспорта при перевозках грузов внешней торговли в смешанном сообщении, 2000.

### *The role of air transport in multimodal transportation*

*Mammadov A.A.*

*The article explored international experience in integrating air transport into multimodal transportation, and identified the necessary directions to reduce the freight processing time for such transportation.*



**Ümumdünya sərnəşin aviadaşımaları bazarının liberallaşdırılması haqqında**

***Nəcəfli F.E., Nəcəfovə E.M.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*ferideelman@gmail.com*

Aviadaşımalar bazarının liberallaşdırılmasının əvvəli ikinci dünya müharibəsindən sonraya təsadüf edir. Belə ki, həmin dövrdə ABŞ-ın iqtisadiyyatı sürətli inkişafa meyl etmiş və aviadaşımalar sahəsində inzibati tənzimlənmədən imtina edilərək, bazar münasibətlərinə əsaslanan idarəetmənin tətbiq edilməsinə başlanılmışdı.

1978-ci ildə, uzun müzakirələrdən sonra, ABŞ-da aviadaşımalar sahəsinin liberallaşdırılması haqqında qanun qəbul olundu. Qəbul olunmuş qanuna uyğun olaraq, ABŞ-ın mülki aviasiyanın tənzimlənməsi siyasətində dəyişikliklərə başlandı. Mülki aviasiya üzrə səlahiyyətli orqan bir marsruta bir neçə aviadaşırıyıcı təyin etmə praktikasına uyğun olaraq, lisenziyalaşdırılmış bütün daşırıyıcıların bazara azad şəkildə girib-çıxmalarına icazə verməyə başladı. Tariflərin azalması tələbatın artımına səbəb oldu, bu isə öz növbəsində hava gəmilərin yüklənmə əmsalını artırdı. Aviadaşırıyıcıların gəliri bütün kommərsiya aviasiyası tarixində ən yüksək həddə çatdı [1].

1980-ci ildə müşahidə olunan iqtisadiyyatın növbəti tənəzzülü kiçik həcmli marşrutlarda fəaliyyət göstərən bir çox aviaşirkətlərin bağlanılmasına səbəb oldu və ABŞ Konqresi aviadaşımaların liberallaşdırılması üçün aşağıdakı üç əsas prinsipi müəyyən etdi: İnnovasiya, effektivlik, aşağı tariflər.

1995-ci ildə ABŞ Hesablama palatası liberallaşdırmanın aviadaşımalar bazarına təsirini təhlil edərək, aviaşirkətlər arasında rəqabətin xeyli dərəcədə artmasını və bununla əlaqədar xidmət keyfiyyətinin yüksəlməsini, aviadaşımaların qiymətinin azalmasını, sərnəşinlərə göstərilən xidmətlərin, ayrı-ayrı marşrutlar üzrə reyslərin və onların tezliklərinin sayının artmasını və tranzit uçuşlara sərf olunan vaxtın azalmasını qeyd etmişdir. Cədvəl 1-də ABŞ hava daşımaları bazarının liberallaşdırılmasının əsas indikatorları göstərilmişdir[2].

Cədvəl 1

Üstünlüklər	Çatışmamazlıqlar
1. Sərnəşinlər üçün aviaşirkətləri seçmək imkanı xeyli artdı, belə ki, liberallaşdırılmaya qədər daxili hava xətləri marşrutlarının yalnız 20%-də 2 və daha çox aviadaşırıyıcı fəaliyyət göstərirdisə liberallaşdırılmadan sonra marşrutların 80%-də ən azı 3 aviaşirkət fəaliyyət göstərirdi	1. Sərnəşinlərə göstərilən xidmət səviyyəsinin azalması müşahidə edildi
2. Tariflər 50%-ə qədər aşağı düşdü. Artıq 1978-ci ildə mövcud tariflərin 70%-də azalma baş verdi	2. Liberallaşmadan sonra ilk 20 il ərzində aviadaşırıyıcılar 100 milyard dollar zərərlə üzləşdilər. Yalnız 2000-2005 ci illər ərzində onların zərəri 40 milyard dollardan çox oldu
3. Liberallaşmadan sonrakı ilk 20 il ərzində tariflərin azalması ilə sərnəşinlər 100 milyard dollara yaxın məbləği qənaət etdilər	3. Liberallaşmadan sonra 150-yə yaxın aviaşirkət öz fəaliyyətini dayandırdı
4. Çoxsaylı yeni daşırıyıcıların lisenziyalaşdırılmasını həyata keçirməklə, bazara azad giriş-çıxış təmin olundu	4. Daşıma həcmi 100 milyondan çox sərnəşin olan üç aviaşirkətin ( <i>Delta, United</i> və <i>American Airlines</i> ) birləşməsi baş verdi. Aviaşirkətlərin birləşməsi proseslərinə dövlət nəzarəti gücləndi
5. Sərnəşin daşıma həcmi 1978-ci ildə 250 milyon sərnəşin, 1998-ci ildə 600 milyon, 2015-ci ildə isə daşıma həcmi 798 milyon sərnəşin oldu. Reyslərin yüklənmə əmsalı 84%-ə çatdı	5. Aviasiya sənayesində müşahidə olunan qeyri-sabitlik 6 ən böyük aviadaşırıyıcıdan üçünün ( <i>Eastern Air lines, Pan American Airways</i> və <i>TWA</i> ) müflisləşməsinə səbəb oldu

Şəkil 1-də ABŞ sərnəşin aviadaşımaları bazarında liberal modelə əsaslanan fəaliyyətinin əsas xüsusiyyətləri göstərilib.

ABŞ təcrübəsindən sonra aviadaşımalar bazarının liberallaşdırılması prosesinə Avropa ölkələri, Kanada və Yaponiya daxil olmaqla bəzi Asiya ölkələri də qoşulmağa başladılar.

Avropa Birliyi ölkələri aviadasımalar bazarının liberallaşdırılmasını paralel olaraq iki istiqamətdə aparırdılar:

1. Avropa bazarı daxilində Vahid Avropa Səması prinsipləri əsasında.
2. Avropa Birliyinə üzv ölkələrin digər ölkələrlə Açıq Səma Sazişləri imzalaması yolu ilə.

Hər iki istiqamət aviaşirkətlərə dövlət dəstəyindən, onların kommersiya qərarlarına müdaxilə olunmasından imtinaya və azad rəqabət qaydalarına əsaslanır. Məsələn, Almaniya bazarı liberal modelin çoxsaylı üstünlüklərini əyani şəkildə sübut edir. Belə ki, Almaniya milli aviadaşıyıcısı *Lufthansa* Avropanın və dünyanın ən iri aviaşirkətlərindən biridir. Lakin bununla yanaşı, *Lufthansa* özəl aviaşirkətdir və dövlət tərəfindən maliyyələşdirilmir. Aviadaşımalar bazarında 40 faiz paya malik olan *Lufthansa*-dan başqa Almaniya illik daşıma həcmi 5 milyon sərnişindən çox olan daha 6 iri aviaşirkət fəaliyyət göstərir.

Şəkil 1. Sərnişin aviadaşımaları bazarında liberal modelə əsaslanan fəaliyyətin əsas xüsusiyyətləri

Hava daşımalarının liberallaşdırılması sahəsində Kanada modeli də xüsusi maraq doğurur. 1990-cu illərin sonlarında, hava nəqliyyatı sahəsində əsas aviaşirkət olan *Air-Canada*-nın ikinci ən böyük aviaşirkətlə birləşdirilməsinə hökumət tərəfindən cəhd edildi. Lakin nəticədə birləşmiş aviadaşıyıcı müflis oldu. 2003-cü ildə *Air-Canada* aviaşirkəti müflisləşmə prosesindən çıxandan sonra özəl *ACE Aviation Holdings* tərəfindən alınaraq ölkənin lider aviaşirkətə çevrilməyə başladı. Hal-hazırda Kanada bazarında 100-dən artıq müvəffəqiyyətlə fəaliyyət göstərən özəl aviaşirkət var. Kanadanın hal-hazırda ikinci ən böyük aviadaşıyıcısı aşağı büdcəli *West Jet* aviaşirkətidir ki, 115-dən artıq hava gəmisinə malikdir [3].

Hesab edirik ki, 2016-cı ildə qəbul olunmuş "Azərbaycan Respublikası Hökuməti ilə Amerika Birləşmiş Ştatları Hökuməti arasında hava nəqliyyatı haqqında" Sazişin təsdiq edilməsi barədə Azərbaycan Respublikasının Qanunu, 2020-ci ilin əvvəlindən başlayaraq Azərbaycanın bütün beynəlxalq hava limanlarında 5 və 7-ci hava azadlıqlarının məhdudiyyətsiz tətbiqi haqda verilən qərar Azərbaycan hava daşımaları bazarının liberallaşdırılması istiqamətində mühüm bir addım olacaq.

### Ədəbiyyat

1. Airline Deregulation Act of 1978. Wash., 19
2. Poole, R.W.(Jr.), Butler, V. Airline deregulation: the unfinished revolution //Regulation, 1999, Vol. 22, N8, p. 44-51.
3. Матвеева, А.В. Характеристика применяемых в мировой практике моделей функционирования рынка пассажирских авиаперевозок // Управление, 2014, № 6(52), с. 37.

### *On the passenger air transportation global market liberalization*

*Najaflı F.E., Najafov E.M.*

*The article discusses the history of liberalization of the global passenger air transportation global market. The experience of the USA, the European Union and Canada in the field of air transport market liberalization was analyzed, advantages and disadvantages of liberalization were identified as well.*



### Logistik outsorsinq xidmətlərinin dəyərləndirilməsi metodu

***Hasanlı O.N., Nəcəfov E.M.***  
*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı*  
*o.hasanli.n@gmail.com*

Milli iqtisadiyyatın müasirləşdirilməsi ilk növbədə, yerli bazarın müxtəlif çeşid məhsullarla təmin edilməsi və keyfiyyətli rəqabət mühitinin gərginləşməsi ilə bağlıdır. Bununla yanaşı, müasir iqtisadi mühit yerli ticarət müəssisələrindən son texnologiyaların tətbiqini tələb edir. Belə bir şəraitdə əksər ticarət müəssisələri idarəetmə sisteminin müxtəlif müasir üsul və metodlarını araşdırmağa və həyata keçirməyə çalışırlar. Bu yollardan biri də məhz outsorsinqin tətbiqi edilməsidir. Dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində geniş yayılmış outsorsinq xidmətləri son illərdə Azərbaycan iqtisadi bazarında da, əsasən mühasibat, insan resursları, marketinq və logistika sahələrində istifadə edilməyə başlamışdır. Ekspert metodu ilə geniş təhlil

Sərnişin aviadaşımaları bazarında liberal modelə əsaslanan fəaliyyət liberal modeli

Aviaşirkətlərin azad rəqabətinin təminatı

Aviadaşımalar bazarında özəl aviaşirkətlərin rolu artır

Hökumət milli aviadaşıyıcıya və iri aviaşirkətlərə xüsusi güzəştlər tətbiq etmir

Hökumət milli aviadaşıyıcının təsərrüfat fəaliyyətinə müdaxilə etmir

Hökumət milli aviadaşıyıcının əsas mülkiyyətçisi olmur



edilmiş Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat kompleksində logistikanın inkişafı elmi araşdırılmasında logistik outsorsinq xidmətlərinin nisbətən zəif inkişaf etdiyi aşkar edilmişdir [1]. Ekspertlərin fikrincə, yerli şirkətlərinin birbaşa istehsal və ya satışla bağlı olan xərcləri azaltmaq imkanları olsa da, bir çox şirkətlərin özlərinə məxsus anbar şəbəkəsi, nəqliyyat şəkliində “təbii” logistik təsərrüfatları var və onlardan ayrılmaq niyyətləri yoxdur. Ona görə də, logistikanın böyük bir hissəsini xarici logistik vasitəçilərə ötürməyə hələ də “əlləri gəlmir” [2]. Bəs outsorsinqin Azərbaycan iqtisadi bazarında zəif yayılmasının səbəbləri nədədir? Ekspertlərin rəylərini ümumiləşdirsək belə nəticə çıxara bilərik ki, şirkətlərdə bir-birlərinə qarşılıqlı inam formalaşmayıb. Bu “inamsızlığın” aradan qaldırılması üçün müəssisələr outsorsinq xidmətlərindən istifadə etməzdən əvvəl özlərinin əsas və köməkçi fəaliyyətlərini müəyyənləşdirməli, logistik provayderləri yaxşı araşdırmalı, onların təklif etdikləri xidmətlərin dəyərləndirməsini aparmalıdır. Müəssisələr bu dəyərləndirmə əsasında həm özlərinin zəif cəhətlərini, həm də bu sahədə peşəkar xidmət təklif edən provayderləri müəyyən etmiş olacaqlar. Məşhur deyimdə deyildiyi kimi, “gərək, hər kəs ən yaxşı bildiyi işləri etsin” [3].

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, outsorsinq xidmətlərindən istifadə etmək qərarı alınmazdan öncə sifarişçi müəssisələr daxili və xarici dəyərləndirmə aparılmalıdır. Ədəbiyyatda logistik outsorsinqin daxili dəyərləndirməsinin aşağıdakı mərhələləri qeyd olunmuşdur:

1. Əsas bacarıqların və təcrübənin qiymətləndirilməsi. Bu mərhələdə sifarişçi müəssisə özünün əsas və köməkçi sahələrini, həmçinin, gərəkli sahə üzrə peşəkarlıq səviyyəsini müəyyənləşdirir.

2. Xərclərin dəyərləndirilməsi. Xərclərin dəyərləndirilməsi mərhələsində sifarişçi müəssisə əsas və köməkçi fəaliyyətlərindən daha çox əmək tutumlu və yüksək xərclər tələb edən sahələrini müəyyənləşdirir.

3. Keyfiyyətin dəyərləndirilməsi. Qeyd olunan mərhələdə sifarişçi müəssisə müəyyən dövr ərzində görülən ümumi işlərin, həmçinin, şikayətlərin (mənfi geri bildirişlərin, problemlı münasibətlərin) sayına əsasən göstərdiyi xidmət səviyyəsini müəyyənləşdirir.

Biz, ədəbiyyatda qeyd olunan və yuxarıda sadalanan üç meyarın logistik outsorsinq xidmətlərinin daxili dəyərləndirməsini tam şəkildə əhatə etmədiyini hesab edərək, qeyd olunanlardan əlavə olaraq risklərin dəyərləndirilməsini də təklif edirik. Əlbəttə ki, söhbət nəqliyyatdan gedirsə təhlükəsizlik ən önəmli faktorlardan biridir. Bu səbəbdən təhlükəsizliyin, nəqliyyatda risklərin qiymətləndirilməsi vacib hesab edilir.

4. Risklərin dəyərləndirilməsi. Bu mərhələdə sifarişçi müəssisənin fəaliyyətinin müəyyən dövrü ərzində baş verən qəzalar, buraxılan xətlərin sayı müəyyənləşdirilir. Daha sonra aşağıda qeyd olunan ifadəyə əsasən risk meyarı hesablanılır:

$$\frac{N_q}{N_x} = R_m,$$

burada,  $N_q$  – qəzaların, xətlərin sayı,  $N_x$  – göstərilən ümumi xidmətlərin sayı,  $R_m$  – isə risk meyarıdır.

Risk meyarı  $0 < 1$  aralığında qiymət alır. Nəticənin 1-ə yaxın olması sifarişçi müəssisə üçün olduqca təhlükəli hesab olunur.

Yuxarıda qeyd olunan dörd meyarla uyğun dördmərhələli dəyərləndirmə əsasında müəssisələr hansı sahədə outsorsinqdən istifadənin faydalı olacağını müəyyənləşdirə bilər.

Bu mərhələlərdən sonra sifarişçi müəssisələr üçün outsorsinq xidmət təklif edən şirkətlərin (provayderlərin) doğru seçim məsələsi, yəni, xarici dəyərləndirmə aktual hal alır. Təbii ki, hər bir sifarişçi müəssisə doğru, etibarlı, təcrübəli əməkdaşlıq arzulayır. Bəs outsorsinq xidmət təklif edən provayderlərə necə etibar etmək olar? Əməkdaşlığın hansı faydaları olacaq? Bu kimi sualların cavablandırılması üçün sifarişçi müəssisələr xarici dəyərləndirmə də aparmalıdırlar. Ədəbiyyatda daxili dəyərləndirmədən fərqli olaraq xarici dəyərləndirmə üçün dörd mərhələli qiymətləndirmə təklif edilir:

1. Xidmət provayderlərin qiymətləndirilməsi. Bu mərhələdə sifarişçi müəssisə logistik provayderlərin gərəkli sahə üzrə peşəkarlıq səviyyəsini müəyyənləşdirir.

2. Xərclərin dəyərləndirilməsi. Xərclərin dəyərləndirilməsi mərhələsində sifarişçi müəssisə logistik provayderin göstərdiyi xidmət üzrə tələb etdiyi xidmət haqqını müəyyənləşdirir.

3. Xidmət keyfiyyətin dəyərləndirilməsi. Bu mərhələdə logistik provayderinin müəyyən dövr ərzində göstərdiyi ümumi işlərin, həmçinin, şikayətlərin (mənfi geri bildirişlərin, problemlı münasibətlərin) sayına əsasən göstərdiyi xidmət səviyyəsini müəyyənləşdirir [4].

Daxili dəyərləndirmədə qeyd edildiyi kimi, nəqliyyatda risk amili xarici dəyərləndirmə üçün də vacibdir.

4. Risklərin dəyərləndirilməsi. Bu mərhələdə logistik provayderin fəaliyyətinin müəyyən dövrü ərzində baş verən qəzalar, buraxılan xətlərin sayı müəyyənləşdirilərək aşağıda qeyd olunan ifadəyə əsasən risk meyarı müəyyənləşdirilir:

$$\frac{N_{qp}}{N_{xp}} = R_p,$$

burada,  $N_{qp}$  – qəzaların, xətlərin sayı,  $N_{xp}$  – göstərilən ümumi xidmətlərin sayı,  $R_p$  – isə risk meyarıdır.

Risk meyarı  $0 < 1$  aralığında qiymət alır. Əlbəttə ki, müəssisələr etibarlıq baxımından xidmət provayderindən zamanətli xidmət tələb edirlər ki, məhz risk meyarı bu cəhətdən olduqca vacib hesab olunur.

Qeyd etmək gərəkdir ki, sifarişçi müəssisələr yuxarıda sadalanan meyarlarla yanaşı yüklərin dəqiq və vaxtında çatdırılmasını və yüklər haqqında daima məlumatlı olmağı istəyirlər. Bu səbəbdən, ədəbiyyatda göstərilən xarici dəyərləndirmə meyarlarından əlavə olaraq tərəfimizdən daha iki meyar təklif olunur:

- a) Daşıma qabiliyyətinin hesablanması meyarı;
- b) Yüklərin izlənilmə dərəcəsi meyarı.

5. Daşıma qabiliyyətinin hesablanması. Daşıma qabiliyyətini müəyyənləşdirmək üçün aşağıda qeyd olunan ifadə tərəfimizdən işlənilib hazırlanmışdır.

$$\frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} = Q_p,$$

burada,  $Q_i$  – logistik provayderin nəqliyyat vasitəsinin yüklənmə əmsalı,  $n$  – müəyyən dövr ərzində logistik provayderin nəqliyyat vasitələrinin yerinə yetirdiyi reyslərin sayı,  $Q_p$  – isə daşıma qabiliyyətinin orta istifadə əmsalıdır.

$Q_p$  – meyarı, logistik provayder təklif edən şirkətin daşıma qabiliyyətinin göstəricisi olmaqla yanaşı, sifarişçi müəssisələrin “qarşı tərəf daşımalara olan tələbatımı qarşılıya biləcəkmiz?” – sualının bir növ cavabı olacaqdır.  $Q_p$  əmsalı  $0 < 0,7 < 1$  aralığında qiymət alır. Əgər  $Q < 0,7$  olarsa, logistik provayder üçün bir o qədər də effektiv hesab olunmasa da, autsorsinqi sifariş edən müəssisələr üçün arzu olunan göstəricidir.  $Q$  - əmsalı  $0,7 < 1$  aralığında qiymət aldıqda isə, logistik provayderin qismən yüklənməsi kimi hesab edilir və logistik provayderin yeni müştərilərin daşımalara olan tələbinin tam şəkildə qarşılanmaması ehtimalını yaradır.

6. Yüklərin izlənilmə dərəcəsi. Məlumdur ki, yük sahiblərini daşımalarda ən çox narahat edən məsələlərdən biri də yüklərinin harda olması barədə məlumatlı olmaq istəkləridir. Yəni, yüklərinin izlənilməsidir. Əlbəttə ki, yüklərin izlənilməsi işlərin planlaşdırılması və yük əməliyyatları üzrə öncədən hazırlıqların görülməsi baxımından olduqca önəmlidir. Bu səbəbdən, müasir daşımalarda yüklərin izlənilməsi məsələsi sifarişçi müəssisələrin logistik provayderlərdən tələb edilən meyarlar siyahısında ön sıralarda yer alır. Yüklərin izlənilmə dərəcəsinin müəyyənləşdirilməsi üçün tərəfimizdən aşağıdakı ifadə təklif olunur:

$$\frac{I_i}{I_n} = I_p,$$

burada,  $I_i$  – logistik provayderin istifadəsində olan izlənilə bilən nəqliyyat vasitələrinin sayı,  $I_n$  – logistik provayderin istifadəsində olan ümumi nəqliyyat vasitələrinin sayı,  $I$  – isə yüklərin izlənilmə meyarıdır.

Yüklərin izlənilmə meyarı  $0 < 1$  aralığında qiymət alır. Təbii ki,  $I$  - əmsalının 1-ə yaxın olması, yəni, izlənə bilən nəqliyyat vasitələrinin sayının çox olması sifarişçi müəssisələr üçün arzu olunandır.

Bütün dəyərləndirmə mərhələlərindən sonra alınan nəticələr doğru provayderin seçilməsinə imkan yaradır. Lakin bir məsələni qeyd etmək lazımdır ki, provayderlərlə əməkdaşlıq qərarı alınmazdan öncə daxili və xarici dəyərləndirmələrin nəticələrinin qarşılaşdırılması lazımdır. Prosesi asanlaşdırmaq məqsədilə tərəfimizdən Microsoft Excel proqramında qarşılıqlı müqayisə metodu ilə hazırlanmış indikator cədvəli tərtib edilmişdir (Şəkil 1). Bu cədvəl dörd hissədən ibarətdir:

- ✓ Müqayisə edilən meyarlar;
- ✓ Daxili dəyərləndirmə nəticələri;
- ✓ Xarici dəyərləndirmə nəticələri;
- ✓ Uyğunluq indikatoru.

Nö	Müqayisə edilən faktorlar	Daxili dəyərləndirmə	Xarici dəyərləndirmə	Uyğunluq indikatoru
1	Əsas bacarıqların, təcrübənin dəyərləndirilməsi	0,50	0,70	✓
2	Xərclərin dəyərləndirilməsi	0,25	0,30	✗
3	Keyfiyyətin dəyərləndirilməsi	0,35	0,23	✓
4	Risqlərin qiymətləndirilməsi	0,27	0,11	✓
5	Daşıma qabiliyyətinin hesablanması		0,30	✓
6	Yüklərin izlənilməsi dərəcəsinin hesablanması		1,00	✓

Şəkil 1. Nəticələrin qarşılaşdırılması cədvəli

Şəkil 1-də cədvələ nümunə üçün şərti rəqəmlər daxil edilmişdir. Nəticələrə nəzər salsaq görərik ki, uyğunluq indikatoru 1, 3, 4, 5 və 6 nömrəli meyarlarda “uyğun”, 2 nömrəli meyarda isə “uyğunsuz” bildirişləri vermişdir. Indikatorun göstəriciləri faktorlar üzrə daxili və xarici dəyərləndirmə nəticələrinə görə dəyişir. Beləliklə, alınan nəticələri indikator cədvəlinə daxil etməklə göstəricilərin müqayisəsini asanlıqla əldə etmək olar. Əgər “uyğun” bildirişi çox olarsa sifarişçi müəssisələr ilə logistik provayderlərlə autsorsinq xidməti üzrə əməkdaşlıq uğurlu hesab edilə bilər.

Nəticə etibarı ilə, əvvəldə qeyd edildiyi kimi, Azərbaycan iqtisadi bazarında outsorsinqin nisbətən zəif inkişaf etməsinin bir sıra səbəblərindən biri olan şirkətlər və müəssisələr arasında etibarsızlıq, inamsızlıq problemi qeyd olunan metod vasitəsilə düzgün qərarların alınması ilə müəyyən qədər həll olunacaqdır.

Ölkədə aparılan iqtisadi islahatlar, inhisarçılığa qarşı aparılan ciddi mübarizə nəticəsində sahibkarlar üçün şəffaf biznes mühiti yaradılması Azərbaycan iqtisadi bazarında zəif inkişaf etmiş sahələrə də təsirsiz ötürülməyəcəkdir. Uğurlu siyasi-iqtisadi islahatlar, qəbul olunmuş strateji yol xəritəsi logistik outsorsinq sahəsində dünya təcrübəsinin öyrənilməsinə, 3PL provayderlərin öz xidmətlərini yüksəltməsinə və bazara 4PL provayderlərin daxil olmasına əlverişli şərait yaradır. Müasir menecmentdə geniş istifadə olunan outsorsinq xidmətləri modeli bu gün dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində geniş tətbiq olunduğu kimi son illərdə Azərbaycan iqtisadi bazarında da **biznes proseslərinin** idarə edilməsinin üçüncü tərəfə ötürülməsi istiqamətində “YOM Logistics Azerbaijan”, “Baku Logistics Centre”, “Business Service Centre” kimi bir çox müəssisələrin meydana gəldiyini görə bilərik [5].

Hesab edirik ki, tərəfimizdən təqdim olunan metod outsorsinq xidmətlərindən istifadə etmək istəyən müəssisələr üçün lazımı vəsait olmaqla yanaşı, logistik outsorsinq xidmətlərinin Azərbaycan iqtisadi bazarında inkişafına müəyyən töhvə verəcəkdir.

### Ədəbiyyat

1. O.N.Həsənlı. Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat kompleksində logistika. Bakı, 2017.
2. “Azərbaycan Respublikasında logistika və ticarətin inkişafına dair Strateji Yol Xəritəsi”. Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin 2016-cı il 6 dekabr tarixli Fərmanı.
3. С.В.Юрьев. Аутсорсинг как элемент современных экономических отношений. Монография, Санкт-Петербург, 2012.
4. Ö.Yılmaz. İşletmelerde dış kaynaklardan yararlanma ve işletme performansı üzerindeki etkileri. Balıqşehir, 2006.
5. O.N.Həsənlı, E.M.Nəcəfov. Azərbaycan Respublikasında logistik outsorsinq xidmətlərinin vəziyyətinin təhlili. Bakı, 2019.

### *Evaluating method of logistics outsourcing services*

*Hasanli O.N., Najafov E.M.*

*The article talks about evaluating method consisted of new criterias prepared by us as well as modules used in the resources existing internal and external evaluating of logistics outsourcing. The method presented by us, will provide not only the necessary resources for businesses that want to use outsourcing services, but will also contribute to the development of logistics outsourcing services in the Azerbaijan economy.*



### К вопросу о стандартизации обработки запросов контакт-центрами

**Гафарзаде Р.А.**

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
gafarzurfat@gmail.com*

### Аннотация

Представлен анализ основных стандартов в области регулирования контакт-центров. Подчеркнуто необходимость использования контакт-центров в Азербайджане для реализации многоканального клиентского подхода с мгновенным регулированием процессов в среде контакт-центра. Для оправдания ожидания клиентов и повышения уровня удовлетворенности клиентов, предложено внедрить конкретный стандарт для Азербайджана в соответствии с ISO 10002.

В связи с постоянным развитием технологического прогресса и внедрением новых способов социального взаимодействия работа и, соответственно регулирование контакт центров переходит на новый уровень. Наиболее важным, является усиление контроля, наличие четко прописанных правил обработки запросов, а также повышение эффективности управления ресурсами. В данной работе проанализирован ряд основных стандартов в области работы контакт центров, и выделены передовые области работы в сфере предоставления услуг контакт центрами. Выделены такие стандарты как *европейский стандарт EN 15838, международный стандарт ISO 18295, американский стандарт COPC (Customer Service Provider Standard)* разработанный компанией Customer Operation Performance Inc. в 2005 году.

Применительно к областям исследования по развитию контакт центров можно сослаться на Флусс [1], Кусак, Кливланда. Изданные в последние годы (2013-2019) работы Флусс, Кусак, Кливланда представляют собой исследования в области передового опыта контакт центров и определяют дорожную карту дальнейшего их развития по всему миру.

**Международный стандарт ISO 18295 [2]** – *Требования к контакт центрам, центры взаимодействия с клиентами*. Стандарт ISO 18295, разработанный на основе европейского стандарта EN15838 [3], заменивший последний и внедренный в 2017 году, выделил следующие основные направления, над которыми необходима работа контакт центров:

- перенос акцента от уровня удовлетворенности клиента к уровню клиентского опыта;
- внедрение многоканальности обработки поступающих запросов;
- акцентирование и повышение роли таких факторов как грамотность речи, этикет, при обработке запросов со стороны агентов контакт центра;
- возможность и фактическое предоставление полной информации о степени решения проблемы, при долгой или затруднительной обработке запроса.

В числе наиболее актуальных решений при определении стратегии со стороны руководства контакт центров выделяют общедоступность непротиворечивой информации для работников.

**Американский стандарт COPC (Customer Service Provider Standard) [4]**.

Данный стандарт является крупнейшим, на сегодняшний день мировым стандартом отслеживания, аудита услуг, предоставляемых контакт центрами. Стандарт COPC выделяет три основные области работы: обработка запросов “одним касанием”, повышение качества обработки запросов и своевременное предоставление услуг посредством современных интернет – каналов, перенос внимания на которые позволит уменьшить количество повторных запросов, сократить повторяющиеся действия операторов и количество слабо и неэффективно обработанных запросов.

Стандарты по обслуживанию клиентских запросов выделяют следующие основные области работы над повышением качества обслуживания клиентов, показатели которых необходимо выявлять посредством аудита в режиме реального времени [1,5]:

- подсчет необходимого количества операторов в определенное время (например, 08:00-20:00/20:00-08:00) посредством анализа количества и сложности поступающих запросов в зависимости от времени;
- расчет времени на обработку отдельных запросов в соответствие с регулированием и отраслью работы организации.

В завершение данного анализа необходимо отметить, что все вышеуказанные процессы имеет место единовременно внедрять в работу контакт центров Азербайджанской Республики. Контакт центрам необходимо принимать во внимание предложение американского стандарта COPC, и предлагать своим клиентам поддержку, по уровню услуг и методологии обработки, способную быть свободно интегрированной в работу современных мобильных и стационарных операционных систем [5].

Руководствуясь опытом соседних стран, не менее важным является предложение по внедрению собственного стандарта по обработке запросов со стороны клиентов. Стандарт может быть интегрирован по образцу стандартов ISO 10002, ISO 18295, также могут быть имплементированы и предложения американского стандарта COPC, носить приставку AZ. Введение данного стандарта позволит повысить уровень конкурентоспособности организаций, соответственно уровень предоставляемых услуг контакт центрами по всей стране, что позволит превысить клиентские ожидания в рассматриваемой сфере.

### Литература

1. Donna Fluss, The Real-Time Contact Center, AMACOM August 2005 ISBN: 9780814472569
2. <https://www.iso.org/ru/standard/64739.html> / Электронный ресурс ISO 18295:2017
3. <https://standards.cen.eu/index.html> / Электронный ресурс (Европейский стандарт EN 15838).
4. <https://www.copc.com/copc-standards/for-csps> / Электронный ресурс Customer Service Provider Standard.
5. <https://www.customercontactweekdigital.com> / Исследования и материалы мирового интернет бюро по предоставлению услуг контакт центрами по всему миру.

### *Methodological foundations in the field of standartization of contact centers' requests processing*

*Gafarzada R.A.*

*The analysis of the main standards in field of Contact Centers' regulations is presented. The necessity of using contact centers in Azerbaijan to implement a multi-channel client approach with instant process control in a contact center environment was emphasized. To meet customer expectations and increase customer satisfaction, it is proposed to introduce a specific standard for Azerbaijan in accordance with ISO 10002.*



## The making of CRRC logistic system

*Agayev N.F., Aliev S.I.*

*National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan*

*n\_aghayev@hotmail.com*

### **Annotation**

The question of the feasibility of using the so-called CRRC system for the AZAL passenger airline, based on various feedback systems that are used by various companies, is being considered in this writing. The main advantages of this system is to improve communication with customers. The stages of CRRC logistics system implementation in the passenger airline AZAL are shown.

The term "Feedback" is used to provide useful information or criticisms of previous service, which is transmitted to another person (or group) to correct and improve current and future service. Customer feedback is important in every area of business that concerns outside expectations. Customer feedback tells you what people like and what they want. The basic principle of marketing and sales, along with learning about your customers' wishes and expectations, is comprehensive information about customer feedback. I have been constructing so called "Customer Relations Retention Calculator"(CRRC) logistics system based on different Feedback systems that are used by variety of companies. The CRRC logistics system can be implemented in a number of steps at the AZAL passenger airline [1].

- 1) Adding the recommended "Feedback" web page to the AZAL Passenger Airlines website.
- 2) Usage of AZAL passenger database for processing of code generated by Python software.
- 3) Sending feedback forms to customers via the implementation of Python code.
- 4) Accumulation of opinion surveys in the form of an excel document through software.

Companies can get a lot of feedback by posting the Feedback page on the website. This option is called passive form of the feedback. The biggest airlines at the very least use this type of Feedback system. In addition, there is an active form of feedback system. In active form, the company does not wait for the customer and sends the request form to the customer by e-mail to receive the customer's opinion. This form of feedback system has just begun to appear in the aviation market but has been long proven in other fields. As a result of my dissertation the active form of this system was developed for the AZAL passenger airline.

Using the software, a special feedback website has been developed for the AZAL passenger airline. As a first step, the Feedback page contains boxes for customer information. In practice, these boxes usually contain the customer's name, surname, date of service, flight number, etc. the most basic information is required in the first half. In the following boxes that are located at the lower part of the site, you will be asked a variety of customer service questions. After the customer answers all the questions, the information is transmitted to the AZAL passenger airline. On the Feedback page, the client may be asked different questions, depending on their class. If customer wishes to change the type of feedback, he can simply click on the special icon [2-8].

During the preparation of this form, I paid attention to the services of AZAL passenger airline and prepared questions for passengers to get a brief overview of all existing services. When selecting questions, they should be easy to understand and pinpoint accurate to get all the information company may need.

As a next step, the AZAL passenger airline database must process the code that was written with python software. A person is called a customer from the time he / she purchases and/or uses the service. The names, surnames and e-mails of the customers are always indicated upon purchasing the ticket from the AZAL passenger airline, which makes it very easy to send out prepared text to passengers [9,10]. As we mentioned, the active feedback form of the Feedback system is to send the feedback to the customers' email addresses. The command below, created using the python software, sends the recorded text to the addresses.

Of course there are various question that have to be used in feedback form, in CRRC system we created quite a few of them but they are easy to change if needed. After customer answers the questions, the results are sent to AZAL, then they are processed and put into excel sheet. The excel sheet has different functions to ensure that it points out the questions that have negative answers, so the problems can be exterminated as soon as possible [11].

```
import smtplib

user = 'feedback@azal.az'
password = 'pass123'

recipient_emails = ['emil.qasimov@gmail.com', 'ilyas.a@gmail.com']
names = ['emil.qasimov@gmail.com': 'Emil', 'ilyas.a@gmail.com': 'Ilyas']

try:
    server = smtplib.SMTP_SSL('smtp.mail.ru', 465)
    server.ehlo()
    server.login(user, password)

    for recipient_email in recipient_emails:

        subject = 'Important grades'
        body = 'Dear %s, \nThank you for your feedback. \n\nBest Regards, AZAL' % names[recipient_email]

        email_text = """\n
        From: %s
        To: %s
        Subject: %s

        %s\n\n""" % (user, ", ".join(recipient_email), subject, body)

        server.sendmail(user, recipient_email, email_text)
        print('Email sent to %s! %recipient_email)

    server.close()
except Exception as e:
    print(str(e))
|
```

Picture 1. Code created in python software to send out feedback forms

## Reference

1. <https://www.aa.com/contact/forms?topic=CR#/>
2. <https://www.iata.org/en/programs/cargo>
3. <https://unamo.com/blog/conversion/29-feedback-questions-customers>
4. <https://smallbiztrends.com/2014/12/customer-feedback-will-grow-business.html>
5. <https://www.snapsurveys.com/blog/5-reasons-feedback-important/>
6. <https://www.lufthansa.com/de/en/feedback>
7. <http://anl.az/el/Kitab/2015/2000-1247.pdf>
8. [http://lib.bbu.edu.az/read.php?item\\_type=lecture&file\\_type=pdf&file=92](http://lib.bbu.edu.az/read.php?item_type=lecture&file_type=pdf&file=92)
9. [http://unec.edu.az/application/uploads/2015/11/Market\\_strategiya16.pdf](http://unec.edu.az/application/uploads/2015/11/Market_strategiya16.pdf)
10. <https://www.caa.co.uk/feedback/>
11. <http://www.olery.com/blog/how-to-use-negative-to-create-positive-influence/>

## Создание логистической системы CRRC

Агаев Н.Ф., Алиев С.И.

Рассмотрен вопрос о целесообразности применения для пассажирской авиакомпании АЗАЛ так называемой системы CRRC, основанной на различных системах обратной связи, которые используются различными компаниями. Обоснованы преимущества данной системы, которая позволит улучшить общение с клиентами., Показаны этапы внедрения логистической системы CRRC в пассажирскую авиакомпанию АЗАЛ.



## Азәрбајҹан Республїкасында “Ҹашил карт” системи: проблемләр вә перспективләр

**Qasimov V.E.**

Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
vasif-azeri@mail.ru

Qərbi Avropada ölkələrinin böyük əksəriyyəti, Şimali Afrika və Yaxın Şərqi bəzi dövlətləri İkinci Dünya Müharibəsindən sonra öz ərazilərində nəqliyyat vasitəsi sahiblərinin üçüncü (səlahiyyətli) şəxslər qarşısında təqdim edilən mülki məsuliyyətin icbari sığortasının tətbiqinə başladı. Bu ölkələr 1949-cu ildə nəqliyyat vasitəsi sahiblərinin mülki məsuliyyətinə dair beynəlxalq sığorta sisteminin ("yaşıl kart" sistemi) tətbiqi ilə bağlı razılıq imzaladılar. "Yaşıl kart" sistemi 1953-cü il 1 yanvar tarixindən etibarən müqaviləyə üzv ölkələrin ərazisində tətbiq edilməyə başladı [3]. Bu sistemin yaradılmasının əsas məqsədi hər hansı bir

ölkədə qeydə alınmış nəqliyyat vasitəsi sahibinin digər dövlətin ərazisindəki üçüncü şəxslərə ziyan yetirməsi hallarının qarşısının alınmasından ibarətdir. Müqavilə iki əsas şərtə əsaslanır:

1) yol-nəqliyyat hadisəsi əcnəbi şəxs tərəfindən törədildiyi halda qəza nəticəsində xəsarət alan hər hansı şəxs buna görə çətin vəziyyətə düşməməlidir;

2) dövlət sərhədlərini keçən heç bir nəqliyyat vasitəsinin sahibi ölkənin sığorta tələblərinin uzadılması hallarına görə gecikdirilməməlidir.

Sosialist sistemin parçalanmasından sonra keçmiş sosialist ölkələri, SSRİ-nin dağılması ilə isə Estoniya, Latviya, Belarusiya, Ukrayna və Moldova ölkələri də "yaşıl kart" sisteminə qoşuldular. Daha sonra Litva, 2009-cu ildə Rusiya və 2016-cı ildə Azərbaycan da bu sistemi tətbiq etməyə başladı. Hazırda bu razılaşma İsrail, İran, Tunis və Mərakeş kimi ölkələrdə də keçərlidir. Artıq 2016-cı il 1 oktyabr tarixində 47 dövlət "yaşıl kart" sisteminə daxil edilmişdi (şəkil 1). Bu razılaşma öz müstəqilliyini elan edən Kosovo Respublikası və Kipr adasının Türkiyəyə aid hissəsində tətbiq edilmir [7].

Azərbaycan Respublikası (AR) uzun müddət "yaşıl kart" müqaviləsinə qoşulmamışdı. İcbari Sığorta Bürosu ilk dəfə 2012-ci ildə Yaşıl Kart Sisteminə üzv olmaq məqsədilə sistemin idarəedici orqanı olan Bürolar Şurasına sorğu göndərmişdir. Bu sorğuya ilkin olaraq müsbət rəy verilmiş və sistemə üzv olmaq istəyən Bürolar üçün zəruri hesab olunan hüquqi və digər tələblərlə tanış edilmişdir. Bu sistemə qoşulmaq üçün müəyyən maliyyə zəmanətlərinin olması, məsələn, Avropa İttifaqı ölkələrindən hər hansı birində fəaliyyət göstərən bankda ölkədə qeydə alınmış nəqliyyat vasitələrinin sayına uyğun depozitin qoyulması şərti müəyyən olunmuşdur. Azərbaycanın Yaşıl Kart Sisteminə qoşula bilməsi üçün "İcbari sığortalar haqqında" AR Qanununa 28 noyabr 2014-cü il tarixində müvafiq dəyişikliklər edilmişdir.

28 May 2015-ci il tarixində Polşanın Sopot şəhərində keçirilən Bürolar Şurasının Baş Assambleyasında Azərbaycanın "Yaşıl Kart" Beynəlxalq Sığorta sisteminə qəbul olunması və 1 yanvar 2016-cı il tarixindən fəaliyyətə başlaması təsdiqlənmişdir [11].

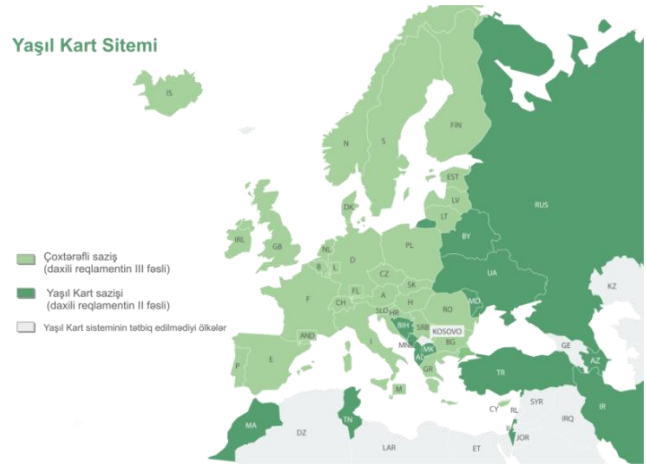
"Yaşıl kart"lar sadəcə bu büroya üzv ölkələrin səlahiyyətli sığorta şirkətləri tərəfindən verilə bilər. Müxtəlif dövlətlərdə çox sayda səlahiyyətli sığorta şirkətləri fəaliyyət göstərir. Adətən, bu sistemə daxil olan ölkə sayı artdıqca, daha çox sığorta şirkətləri də "yaşıl kart"ı buraxmaq hüququna malik olur. Azərbaycan bu büroya qoşulana qədər yerli sığorta şirkətlərinin "yaşıl kart" çıxarmaq hüququ yox idi. Buna görə də Azərbaycandakı avtomobil sahibləri bu kartı sadəcə xarici sığortaçılarından əldə edə bilərdi.

"Yaşıl kart"ın qiyməti nəqliyyat vasitəsinin kateqoriyasından asılıdır. Avtobus və yük avtomobilləri üçün bu kartlar minik avtomobilləri və motosikllərə nisbətən olduqca baha hesab edilir. Bəzi dövlətlərdə, məsələn Almaniyada "yaşıl kart"ın qiyməti nəqliyyat vasitəsinin gücündən də asılı olaraq dəyişir. Nəqliyyat vasitəsinin gücü artdıqca, kartın qiyməti də yüksəlir. Elə hesab olunur ki, daha böyük nəqliyyat vasitələri potensial olaraq daha çox zərər yetirə bilər [10].

Təbii ki, qiymətlər bu və ya digər sığortaçı və onun agentliklərinin tarif siyasətindən də asılı olaraq dəyişir. "Yaşıl kart" bu sistemin üzvü hesab edilən xarici dövlətin ərazisinə daxil olmağa imkan verir və hər hansı qəza zamanı günahkar olduqda sığorta ödənişini təmin edir. Sığorta ödənişinin ödənilməsi olduqca vacibdir, çünki yol qəzası zamanı hadisə yerinə gələn polis əməkdaşı "yaşıl kart"da olan məlumatları qeyd edir və ya onun dublikatını çıxarır. Fiziki şəxslərin həyat və sağlamlıqlarına hər hansı zərər dəymədikdə isə polis əməkdaşı avtomobili və onun sahibini saxlamır. Həyat və sağlamlığa qarşı ziyan vurulduqda isə bu proses uzanır və iş məhkəməyə qədər gedə bilər. Lakin hər iki halda zərərçəkmiş dəymiş maddi ziyan sığorta təşkilatının hesabına ödənilir [2].

Təəssüf ki, Azərbaycanda qeydə alınmış avtomobil sahibləri bəzi dövlətlərdə "yaşıl kart"ın olmasına baxmayaraq, müəyyən problemlərlə üzləşə bilər. Belə ki, yerli hakimiyyət orqanları qəza baş verdikdən sonra avtomobili və sürücüsünü saxlaya və dəymiş zərəri nağd şəkildə tələb edə bilər.

Xaricdə qeydiyyatdan alınan nəqliyyat vasitələrinin sahibləri də Azərbaycana daxil olarkən "yaşıl kart"a sahib olmalıdırlar. Azərbaycan bu sistemin üzvü olduğuna görə, xarici avtomobil sahibi bu halda öz milli "yaşıl kart"ına sahib olmalı və ya Azərbaycanda nəqliyyat vasitəsi sahibləri üçün icbari sığorta polisini almalıdır [2].



Şəkil 1. Yaşıl Kart Sisteminə üzv olan ölkələrin xəritəsi

Beləliklə, Transmilli Sığorta Sistemi (TSS) yarım əsr ərzində normal fəaliyyəti üçün lazımı təcrübəni toplamasına baxmayaraq, Azərbaycan bazarında “Yaşıl kart”ın tətbiqi zamanı problemlər üzə çıxdı. Onlardan bəziləri yalnız bu sistemə xas olan beynəlxalq incəliklər və aspektlər ilə, digərləri isə sığorta bazarının nisbətən “gənc” olması və Azərbaycanın daxili xüsusiyyətləri ilə bağlıdır. Problemlərin bəziləri kifayət qədər qısa müddətdə həll oluna bilər, qalanları isə daha uzun vaxt və səy tələb edir. Onlardan bəziləri aşağıda qeyd edilib:

- Keçid statusu ilə Büro Şurasının üzvü kimi İcbari Sığorta Bürosu (İSB) üçün “Yaşıl kart” sığorta sisteminin yeniliyi və qeyri-müəyyənliyi;
- Həm ölkə daxilində, həm də onun həududlarından kənar “Yaşıl kart” sertifikatlarının satış sektorunda dələduzluq;
- Sistemin iştirakçı ölkələrində “Yaşıl kart” sertifikatı üzrə məsuliyyətin fərqli limitləri;
- Yerli sığortaçılar üçün “Yaşıl kart” sığorta polislərinin qiymətqoyma problemi;
- “Yaşıl kart” sisteminin uzun müddət özünü ödəmə sisteminin ehtimal edilən zərəri;
- “Yaşıl kart” sığorta sertifikatının qiymətinin müəyyən edilməsi.

Şübhəsiz ki, bütün sadalanan problemlər Azərbaycan ərazisində “Yaşıl kart” transmilli sisteminin inkişafına mənfi təsir göstərir və Azərbaycan sığorta bazarının Avropa sığorta bazarına inteqrasiyası prosesini ləngidir. Problemlərin daha ətraflı öyrənilməsi və onların həlli yollarının fəal axtarışı Azərbaycan “Yaşıl kart” sığorta bazarı seqmentində ən aktual məsələlərdən biridir [5].

Ölkə ərazisində “Yaşıl kart” sisteminin kifayət qədər yeni olmasına baxmayaraq güman etmək olar ki, qısa müddət ərzində yuxarıda göstərilən problemlər həllini tapacaq və Azərbaycan Respublikası “Yaşıl kart” sisteminə tam inteqrasiya edəcək.

### Ədəbiyyat

1. «Sığorta fəaliyyəti haqqında» Azərbaycan Respublikasının Qanunu. Bakı şəhəri, 25 dekabr 2007-ci il
2. «İcbari sığortalar haqqında» Azərbaycan Respublikasının Qanunu. Bakı şəhəri, 24 iyun 2011-ci il
3. F.S. Daşdəmirov “Daşımaların sığortası” (dərs vəsaiti), Bakı, 2014
4. N.N.Xudiyev, “Sığortanın əsasları” (dərs vəsaiti), Bakı, 2013.
5. N.N.Xudiyev. “Sığorta işi: müasir kurs (dərslük)”. Bakı: “İqtisad Universiteti” nəşriyyatı, 2015.
6. İ.M.Abbasov “Sığorta işinin təşkili”, Bakı-2013
7. B.A.Xankişiyev, P.N. Abdullayev, “Sığorta işi” Bakı, 2004.
8. «Maliyyə və uçot» jurnalı, 2016
9. Федорова Т.А. “Страхование”, 2004
10. David C.M.Dickson, Mary R.Hardy and Howard R. Waters. “Actuarial Mathematics for life contingent risks”, 2009
11. www.isb.az
12. www.fins.az

### *“Green card” system in the Republic of Azerbaijan: problems and perspectives*

*Gasimov V.E.*

*The article discusses transformation of the international “Green Card” system from its inception in 1949 to presents days. Particular attention is paid to the issue of Azerbaijan’s entry into “Green Card” system, advantages and features of the system in relation to the insurance market of Azerbaijan.*



### **Təhlükəli yüklərin emalında informasiya texnologiyalarının rolu**

***İsmayilov P.İ., Ələkbərova G.C.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
polad.ismayil@gmail.com*

Yük aviadaşımaları hazırkı global ticarət sistemində əhəmiyyətli rol oynayır. Bunu ilbəlil yük aviadaşımalarının həcmnin artması da əyani şəkildə göstərir. Yük aviadaşımalarının statistikasına nəzər salsaq, burada yük daşımalarının miqdarının artması ilə yanaşı, müvafiq olaraq təhlükəli yüklərin miqdarının da artmasının şahidi olarıq. Bu isə öz növbəsində təhlükəli yüklərin hava nəqliyyatı ilə təhlükəsiz daşınması məsələsini aktuallaşdırır [1].

Təhlükəli yüklər fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinə görə insan sağlamlığına, mülkiyyətə və ətraf mühitə, uçuşun təhlükəsizliyinə ciddi şəkildə zərər verə bilən maddə və materiallardır [2]. Sual oluna bilər



ki, bu qədər zərərli xüsusiyyətlərə malik təhlükəli yükləri hava nəqliyyatı ilə daşımağa axı nə zərurət var? Olmazdımı ki, təhlükəli yüklərin hava nəqliyyatı ilə daşınması birmənalı şəkildə qadağan olunsun, aviaşirkətlərin də bu sahədə rahatlığı təmin olunsun? Məlumat üçün qeyd edim ki, ekspedisiya və emal şirkətləri təhlükəli yüklərin emalından, aviaşirkətlər isə onun daşınmasından yüksək gəlirlər əldə edirlər. Lakin təhlükəsizlik məsələlərini də unuturlar. Qeyd edilən xüsusiyyətlərinə baxmayaraq, əksər təhlükəli yükləri düzgün emal qaydalarına riayət etməklə onun hava nəqliyyatı ilə təhlükəsiz formada daşınmasını həyata keçirmək mümkündür. Düzgün emal dedikdə, dəqiq sənədləşdirmə, tələb olunan markalanma və etiketlənmənin lazımı keyfiyyətdə və sayda edilməsi, qablaşdırmanın düzgün seçilməsi nəzərdə tutulur. Bu sadalanan emal xidmətlərinin içərisindən təhlükəli yüklərin düzgün qablaşdırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, sənədləşmədə cüzi səhvə yol verilməsi, marka və etiketlərin rənginin solğun olması və ya sayının azlığı fəvqəladə hadisə və ya qəza anlamına gəlmir, lakin bunlar da öz növbəsində emal zamanı yol verilən nöqsanlar hesab edilir. Ancaq qablaşdırmanın düzgün seçilməməsi, onun üzərində qüsurların mövcudluğu və ya qablaşdırma zamanı yol verilən nöqsanlar uçuş zamanı təhlükəli yüklə bağlı fəvqəladə vəziyyətin yaranmasına gətirib çıxara, hətta hava gəmisinin qəzaya uğramasına səbəb ola bilər. Təhlükəli yüklər yalnız yük hava gəmiləri ilə deyil, eyni zamanda onların əksəriyyəti sərnişin hava gəmiləri ilə də daşınır. Bu zaman məsələ daha da ciddiləşir: burada sərnişinlərin həyatından, qəza zamanı sərnişin həyatını itirdiyi təqdirdə Varşava (12 oktyabr 1929-cu il) və ya Monreal (28 may 1999-cu il) konvensiyalarına uyğun olaraq aviaşirkət tərəfindən ödəniləcək böyük miqdarda kompensasiyadan və aviaşirkətin imicindən söhbət gedir.

Təhlükəli yüklərin emalı ilə bağlı yuxarıda qeyd edilən xidmətləri, o cümlədən hazır təhlükəli yüklərin daşınmaya qəbulunu IATA-nın təsnifləndirməsinə görə 6-cı kateqoriya üzrə müvafiq təlim keçmiş işçilər həyata keçirə bilər. Bir təhlükəli yüklə bağlı görülməli işlərin həcmi çoxluğu və gün ərzində eyni şəxs tərəfindən bir neçə təhlükəli yükün emalının həyata keçirilməsi onun səhv etmə ehtimalını xeyli dərəcədə artırır. Məhz bu səbəbdən əksər aparıcı aviaşirkətlər tərəfindən növbə ərzində bir şəxsin emal edəcəyi təhlükəli yüklərin sayına məhdudiyət qoyulur. Sözügedən təcrübənin mənfi cəhəti ondan ibarətdir ki, təhlükəli yük dövryyəsi çox olan aviaşirkətlərin işçilərinin çoxu 6-cı kateqoriyalı sertifikatla malik olmalıdırlar. Bu isə aviaşirkətə elə də asan başa gəlmir (həmin işçilər hər iki ildən bir beynəlxalq səviyyəli, ödənişi yüksək olan yenidən hazırlıq kurslarında təlim keçməlidirlər). Ezamiyyə xərclərini də nəzərə alsaq, aviaşirkətlər külli miqdarda vəsait xərcləmək məcburiyyətində qalırlar. İllər öncə bu məsələ aviaşirkətlər üçün problem olaraq qalırdı. Nəhayət 2018-ci ilin sonundan etibarən IATA bu istiqamətdə öz innovativ həll yolunu dünya aviaşirkətləri və ekspedisiya şirkətlərinin ixtiyarına verdi. Söhbət “DG AutoCheck” proqramından gedir. Proqramın iş prinsipi belədir: Təhlükəli Yük Qaydaları (“DGR”) “XML” və digər formatlarda hazırlanaraq “Window, Mac, iOS, Android” əməliyyat sistemləri ilə çalışan mobil qurğulara yüklənir, daha sonra qurğunun “Optik Character Recognition” vasitəsilə Təhlükəli yükün bəyannaməsi (“DGD”) oxunur və məlumatların dəqiq göstərildiyi yoxlanılır (şəkil 1), bu məlumatlar əsasında yükün virtual forması mobil qurğunun ekranında təsvir olunur, daha sonra işçi tərəfindən real təhlükəli yüklə qurğunun ekranındakı yük tutuşdurulur (şəkil 2). Məlumatlar üst-üstə düşdüyü təqdirdə və hər şey qaydasında olduğu halda təhlükəli yüklərin qəbulu zamanı istifadə olunan 56 sualdan ibarət ənənəvi yoxlama vərəqəsinin (“Check List”) elektron forması işçi tərəfindən doldurulur (şəkil 3). Bununla da təhlükəli yük dövryyəsi çox olan anbarlarda onların qəbulu zamanı itirilən vaxt itkilərinin qarşısı əhəmiyyətli dərəcədə alınır [3]. Bundan əlavə, “Check List”də işçinin proqram ilə müqaisədə səhvmə ehtimalı daha böyükdür.



Şəkil 1. Təhlükəli yükün bəyannaməsi - “DGD”



Şəkil 2. Virtual və real yük



Şəkil 3. “Check List”in doldurulması

Beləliklə, təhlükəli yüklərin daşınmaya qəbulu zamanı “DG AutoCheck” proqramından istifadə aşağıdakıları mümkün edir:

- təhlükəli yüklərin yoxlanma prosesinin avtomatlaşdırılmasını;
- qurğu tablet əsaslı olduğuna görə elektron və kağız formasında “DGD”nin məlumatlarını oxuya bilməsini;
- bağlamı vizual yoxlamaq üçün tələb olunan marka və etiketləri işçiyə göstərə bilməsini;

- “DG AutoCheck” bütün təhlükəli yüklər üzərində nəzarəti həyata keçirməyi və təlim üçün interfeys bazası rolunu oynamağı;
- qəbul yoxlanışının keyfiyyətinə zəmanəti və “DGR”la tam uyğunluğu;
- işçi birbaşa lazımı dövlət və aviaşirkətlərin təcrübəsindəki müxtəlifliklərə yönləndirməyi;
- Yük daşınmaya qəbul edilmədiyi halda proqram vasitəsilə əməliyyat şöbəsinə raportun göndərilməsini;
- işçinin 6-cı kateqoriya sertifikatı təsdiqləməsini və vaxtı bitdikdə bloklamağı.

IATA “DG AutoCheck” proqramının yuxarıda sadalanan üstünlüklərini nəzərə alaraq, dünyanın bir çox ekspedisiya şirkətləri və aviaşirkətləri ondan uğurla istifadə etməkdədirlər.

Bakı Yük Terminalında təhlükəli yüklərin dövriyyəsi o qədər də çox olmadığından və proqramın qiymətinin həddindən artıq baha olması səbəbindən yaxın gələcəkdə proqramın alınmasını məqsədəuyğun hesab etmirik. Lakin ənənəvi üsulla təhlükəli yüklərin qəbulu zamanı işçi tərəfindən yol verilən səhvlərin minimuma endirilməsi və məlumatların elektronlaşdırılması üçün “Silk Way Ground Handling”in nəzdindəki “Əməliyyat Məlumatlarının Tətbiqi və Mübadiləsi” şöbəsi tərəfindən “DG AutoCheck” proqramının iş prinsipi əsasında yerli istehsal proqramının yaradılmasını zəruri hesab edirik.

### **Ədəbiyyat**

1. <https://www.aircargonews.net/>
2. [IATA Dangerous Goods Regulation-2020.](#)
3. <https://www.iata.org/en/publications/dgr/autocheck/>

#### ***The role of information technologies in handling dangerous goods***

*Ismayilov P.I., Alakbarova G.J.*

*The article deals with the role of information technologies in handling dangerous goods by air. The working principle of the program DG AutoCheck is shown in the paper. In addition, the article has referred the importance of proper packing during the handling of dangerous goods.*



#### **Loqistik xidmət sisteminin üstünlüyü və minimal daşıma xərcləri baxımından müqayisəli əsaslandırılması**

***Turabov H.Y., Nəcəfov E.M.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*heydarturabov@gmail.com*

İntermodal daşımalar, müxtəlif nəqliyyat növlərinin – su, hava, dəmiryol, avtomobil – coğrafi məkan və zaman faktorları baxımından ən səmərəli kombinasiyasından istifadə etməklə, yüklərin və ya sərnişinlərin daşınmasını həyata keçirən nəqliyyat-texnoloji sistemlər hesab edilir. Bu tip daşıma adətən bir operatorun cavabdehliyi altında, vahid daşıma sənədi əsasında yerinə yetirilir və vahid birbaşa tariflə ödənilir.

İntermodal daşımalarda təşkilində vahid birbaşa tariflərin tətbiqi bir tərəfdən sərnişinlər və intermodal daşımanın operatoru, digər tərəfdən isə operator və nəqliyyat müəssisələri arasında qarşılıqlı hesablaşmaların əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirilməsini, intermodal texnologiya əsasında həyata keçirilən daşıma isə, ayrı-ayrı nəqliyyat növləri vasitəsilə həyata keçirilən daşımalarda müqayisədə vahid birbaşa tariflərin minimal həddini təmin edir.

Vahid birbaşa daşıma tarifi başlanğıc məntəqədən başlayaraq, təyinat məntəqəsinə qədər yerinə yetirilən nəqliyyat prosesinin bütün iştirakçılarının xərclərini müəyyən edir.

Vahid birbaşa tarifi məbləğinin təyin edilməsi zamanı, nəqliyyat xərclərinin daşıma məsafəsindən asılılığının nəzərə alınması son dərəcə vacibdir. Belə ki, bu göstərici ayrı-ayrı nəqliyyat növləri üçün fərqli qiymətlərə malikdir.

Müxtəlif nəqliyyat növləri üçün belə asılılıqların keyfiyyət xarakteri şəkil 1-də göstərilib. İntermodal daşımaya münasibətdə şəkil 1-də göstərilmiş qrafik aşağıdakı şəkildə olacaq (Şəkil 2).

Şəkil 2-də göstərilmiş intermodal daşımanı şəkil 1-də göstərilən qrafiklə müqayisə etdikdə, intermodal daşımanın ayrı-ayrı nəqliyyat növləri vasitəsilə həyata keçirilən ənənəvi daşımalarda müqayisədə vahid birbaşa tariflərin minimal həddini təmin etdiyi aydın görünür.

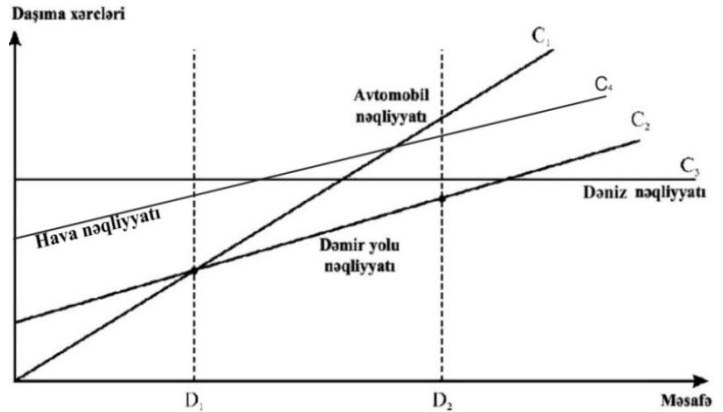
Bu fakt onu isbat edir ki, ayrı-ayrı nəqliyyat növlərinin fəaliyyəti ilə müqayisədə, təklif edilən perspektiv xidmət sistemi dafələrlə daha effektivdir.

Şəkil 1-də göstərilmiş "avtomobil nəqliyyatı ilə daşıma"nın əvəzinə digər nəqliyyat növlərindən yalnız biri ilə, məsələn dəmir yolu, dəniz və ya hava nəqliyyatı ilə daşıma daxil edilsəydi, əminliklə demək olar ki, qismən eyni nəticə əldə ediləcəkdir.

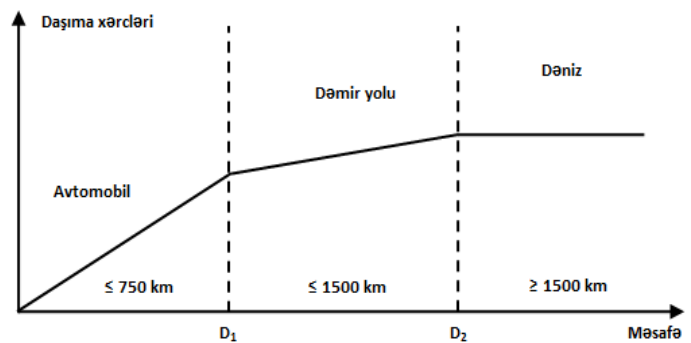
Doğrudur, ənənəvi daşıma (bir nəqliyyat növündən istifadə edilməklə daşıma) zamanı meydana gələn daşıma xərclərinin intermodal daşımanın həyata keçirilməsi ilə əlaqədar yaranan daşıma xərclərinə olan fərqi  $X_2 - X_1 = \Delta X$ , ənənəvi daşıma üçün seçilmiş nəqliyyat növündən asılı olaraq, arta və ya azala bilər. Lakin, istənilən halda intermodal xidmət texnologiyası verilmiş daşıma üçün ən minimal daşıma tarifini təmin etməyə imkan verəcəkdir. Belə ki, perspektiv xidmət texnologiyası verilmiş daşımanın həyata keçirildiyi coğrafi məkan daxilində daşımanın həyata keçirilməsi zamanı təhlükəsizliyin, yüksək xidmət səviyyəsinin, aralıq və ya təyinat məntəqəsinə ən qısa müddət ərzində çatdırılmanın minimal daşıma xərcləri ilə təmin edilməsi məqsədilə, daşımanın əhatə dairəsinə daxil olan ərazinin xüsusiyyətlərinin və nəqliyyat növləri üzrə nəqliyyat vasitələrinin xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması ilə, qeyd edilən ərazi üçün nəqliyyat vasitələrinin ən optimal kombinasiyasını təmin edir. Bu zaman daşıma marşrutunun ayrı-ayrı seqmentlərinin uzunluğundan və xüsusiyyətlərindən, marşrutun keçdiyi ölkələrin ekoloji, gömrük, sərhəd-keçid prosedurları üzrə tələblərindən, eləcə də milli və beynəlxalq normativ hüquqi sənədlərin tələblərindən asılı olaraq, verilmiş hal üçün maksimal komfort və təhlükəsizlik səviyyəsini, eləcə də ən tez çatdırılmanı təmin edən nəqliyyat növlərinin və ən müasir nəqliyyat vasitələrinin seçilməsi ən mühüm şərt kimi qəbul edilir.

Daşıma məsafəsi artdıqca yanacaq xərcləri də artır. Daşıma prosesinin məhz intermodal daşıma texnologiyasının tətbiqi ilə həyata keçirilməsi, ümumi daşıma marşrutunun ayrı-ayrı seqmentlərində, onun üçün ən optimal olan daha qənaətli nəqliyyat növündən istifadəsi, nəticə etibarilə ümumi marşrut üzrə daşımada perspektiv xidmət sisteminin digər nəqliyyat növləri ilə müqayisədə effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artıraraq, bu sistem üçün daşıma xərclərini minimallaşdıran faktorlardan biri kimi çıxış edir.

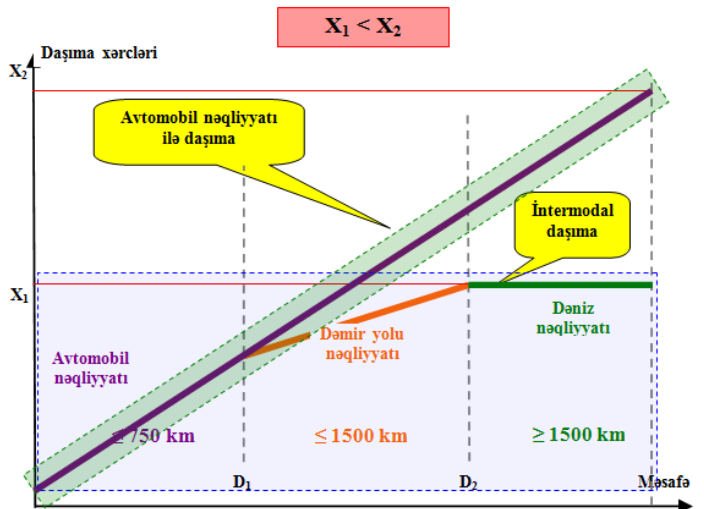
Qeyd edilənlərlə bərabər, intermodal xidmət sisteminin təməlinə duran digər əsas



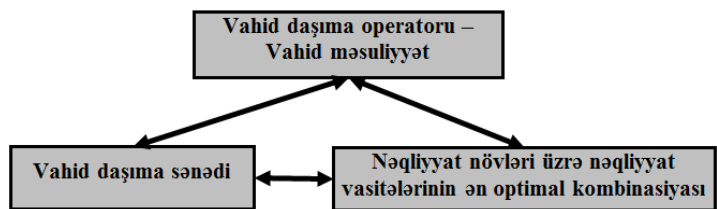
Şəkil 1. Avtomobil (C<sub>1</sub>), dəmir yolu (C<sub>2</sub>), dəniz və hava (C<sub>3</sub>) nəqliyyatı üçün nəqliyyat xərclərinin daşıma məsafəsindən asılılığı



Şəkil 2. İntermodal daşıma üçün nəqliyyat xərclərinin daşıma məsafəsindən asılılığı



Şəkil 3. İntermodal daşıma və avtomobil nəqliyyatı üzrə üçün nəqliyyat xərclərinin daşıma məsafəsindən asılılığının müqayisəsi



Şəkil 4. İntermodal xidmət sisteminin effektivliyini təmin edən əsas elementlər üçbucağı

elementlər, onun vahid operatorun cavabdehliyi altında, vahid daşıma sənədi əsasında həyata keçirilməsidir (Şəkil 4).

Çoxsaylı seqmentlərdən ibarət ümumi hərəkət marşrutunda coğrafi məkan və nəqliyyat növləri üzrə nəqliyyat vasitələrinin xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması ilə seçilmiş müxtəlif nəqliyyat vasitələri ilə yerinə yetirilən daşımanın vahid sənəd əsasında həyata keçirilməsi, bir tərəfdən sərnişini ayrı-ayrı daşıma sənədləri alaraq bir neçə nəqliyyat növündən ayrı-ayrılıqda istifadə etməklə əlaqədar meydana çıxan çoxsaylı problemlərdən, vaxt itkisindən və xərclərdən azad edərək, sərnişinin rahat və təhlükəsiz hərəkətini təmin edir, digər tərəfdən isə sənəd mübadiləsini sadələşdirərək, daşımanın ayrı-ayrı subyektləri arasında qarşılıqlı əlaqələri asanlaşdırır, sərnişinlərin bir nəqliyyat növündən digərinə transferini sürətləndirir və ümumən verilmiş marşrut üzrə daşımanın effektivliyini artırır və daşıma sənədinin çap edilməsi və dövriyyəsi ilə əlaqədar xərcləri minimuma endirərək, ümumi daşıma xərclərini azaltmağa imkan verir. Bu faktor özlüyündə perspektiv xidmət sisteminin digər daşıma operatorları ilə inteqrasiyasını sadələşdirərək, onun qısa müddət ərzində, minimal xərclərlə və tələbata uyğun qloballaşdırılmasına şərait yaradır.

Daşımaların təşkilinin bu formasının əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu zaman yeni hüquqi subyekt – intermodal daşımanın operatoru (intermodal transport operator) meydana gəlir ki, məhz bu operatorla yük sahibi və ya sərnişin “qapıdan-qapıya” prinsipi üzrə intermodal daşıma müqaviləsini bağlayır. Belə sxemə uyğun olaraq, intermodal daşımanın operatoru həm müxtəlif seqmentlərdən (quru, hava, su, dəmiryolu) ibarət olan bütün marşrut üzrə yük sahibi və ya sərnişin qarşısında daşımanın təhlükəsizliyinə görə məsuliyyət daşıyan yeganə şəxsə çevrilir, həm də digər tərəfdən o, öz adından daşımanın ayrı-ayrı mərhələlərini həyata keçirəcək unimodal (başqa sözlə “müstəqil”) daşıyıcılarla daşıma müqaviləsi bağlayır.

O da qeyd edilməlidir ki, unimodal daşıyıcılar bilavasitə intermodal daşıma operatorunun özünə də məxsus ola bilərlər. Daşımanın belə təşkilinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bu halda yük sahibi və ya sərnişin marşrutun ayrı-ayrı sektorlarında daşımanı həyata keçirən faktiki daşıyıcılarla heç bir hüquqi münasibətlərə girmir və onun bütün hüquq və vəzifələri, intermodal daşımanın operatoru ilə bağlanmış daşıma müqaviləsinin şərtlərindən irəli gəlir.

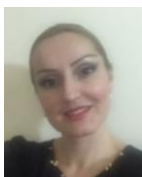
### **Ədəbiyyat**

1. Джеймс Р. Сток, Дуглас М. Ламберт. Стратегическое управление логистикой. Под. ред. В.И. Сергеева. Перевод с английского. М.:Нифа-М, 2005;
2. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок: Теория и практика менеджмента. СПб.: Питер, 2004;
3. Bowersox, Donald J. and Closs, David J. Logistical Management. The Integrated Supply Management. The McGraw-Hill Companies Inc., New York, NY, 1996;
4. Bowersox, Donald J. Logistical Management. Second edition. Macmillan Publishing Co., New York, NY, 1978;
5. <https://www.supplychaintoday.com>;
6. <https://www.loglink.com>.

### ***The advantage of a logistics service system and its comparative justification on minimum rate of expenses***

*Turabov H.Y., Najafov E.M.*

*The thesis deals with the logistics management, its structure and one of the base subsystems of logistics – intermodal transportation technology of the goods. Also, the thesis define the main advantages of the intermodal systems and compare them with the traditional transportation technologies. Based on this, conducts the comparative justification on minimum rate of transport expenses to defined and proof the effectiveness of the intermodal technology.*



Исследование термина «инсайдерская угроза» в гражданской авиации

Нуриева Ш.П.

Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
shekily1977@gmail.com

Согласно Safe Passage International за 2018г, инсайдерская угроза в адрес гражданской авиации занимает особое место. Инсайдер (англ. *insider*) – член какой-либо группы людей, имеющей доступ к информации, недоступной широкой публике. «Инсайдерская угроза» стала распространенным понятием после скандала с Эдвардом Сноуденом [1].

Институт Разработки Программного Обеспечения Университета Карнеги-Меллона заключает: «Инсайдеры имеют значительное преимущество перед внешними злоумышленниками». Они не только осведомлены о существующей политике, установленных процессах и передовых технологиях, но часто знают о существующих уязвимостях и недостатках системы безопасности на месте. Чтобы более четко определить инсайдерскую угрозу, нам прежде всего необходимо понять, что представляет собой «инсайдер» в авиационном контексте. По сути, в среде аэропорта инсайдером является лицо, которое использует свои знания или доступ к данным своего аэропорта, авиакомпании или организации в несанкционированных целях. Таким образом, инсайдером может быть практически любой, включая сотрудника, подрядчика, консультанта или кого-либо еще, кто имеет законный доступ к информации или к средствам своей организации. С этой проблемой особенно трудно справиться, если учесть взаимозависимости и богатство информации, которая распространяется по аэропорту [2].

Рабочая группа ASAC (Консультативный Комитет по Авиационной Безопасности США) собрала определения внутренних угроз против гражданской авиации из нескольких источников, включая правительственные учреждения, торговые и другие профессиональные организации. Дело в том, что в настоящее время существует несколько определений, того, что представляет собой угроза, исходящая от инсайдеров, многие определения недостаточно инклюзивны и не учитывают один или несколько аспектов угрозы, исходящей от инсайдера [3].

**National Insider Threat Task Force (NITTF) - Национальная целевая группа по угрозам инсайдеров** • Распоряжение № 13587 (октябрь 2011 года) «обеспечить ответственный обмен и защиту секретной информации о национальной безопасности».

• *Национальная политика и минимальные стандарты инсайдерской угрозы (ноябрь 2012 г.)* «Инсайдерская угроза – это угроза того, что инсайдер будет использовать свой авторизованный доступ, вольно или невольно, чтобы нанести ущерб безопасности США. Эта угроза может включать в себя ущерб Соединенным Штатам в результате шпионажа, терроризма, несанкционированного раскрытия информации национальной безопасности; или в результате потери, или деградации ресурсов, или возможностей ведомства».

**Department of Homeland Security - Министерство обороны** • DHS Action Memorandum – Expanding the Scope of the DHS Insider Threat Program (December 2016) – Закон об утверждении государственной обороны *National Defense Authorization Act (NDAA) для 2017 г.; Раздел 951 (2017)*

«(3) Термин «внутренняя угроза» означает угрозу, представленную лицом, которое (А) имеет или когда-то имело санкционированный доступ к информации, объекту, сети, лицу или ресурсу Департамента и (В) сообразительность или невольность, совершает - (i) и действует в нарушение закона или политики, которая привела или может привести к серьезному ущербу в результате потери или ухудшения информации, ресурсов или информации правительства или компании. возможности; или (ii) разрушительный акт, который может включать физический вред другому на рабочем месте».

• *Инструкция DoD 5205.16 Программа угроз инсайдеров DoD (Изменение 2 - август 2017г.)* «Инсайдеры могут представлять угрозу для DoD и государственных учреждений США, объектов, персонала, миссий или ресурсов. Эта угроза может включать в себя ущерб Соединенным Штатам в результате шпионажа, терроризма, несанкционированного раскрытия информации о национальной безопасности или в результате потери или ухудшения ресурсов или возможностей ведомства».

**Департамент внутренней безопасности** • Меморандум о действиях DHS - *Расширение сферы действия Программы угроз инсайдеров DHS (декабрь 2016 г.)* «Угроза того, что инсайдер будет использовать свой авторизованный доступ, вольно или невольно, чтобы нанести ущерб деятельности.

ресурсам, персоналу, объектам Департамента, информация, оборудование, сети или системы. К инсайдерам может относиться любое лицо, имеющее или имеющее санкционированный доступ к любым средствам, информации, оборудованию, сетям или системам DHS» [4].

**DSS & CLEARED INDUSTRY** • *Соответствие NISPOM изменению 2 (май 2016 г.)* «Инсайдерская угроза. Вероятность, риск или вероятность того, что инсайдер будет использовать свой санкционированный доступ, вольно или невольно, чтобы нанести ущерб национальной безопасности Соединенных Штатов. Инсайдерские угрозы могут включать в себя нанесение ущерба информации подрядчика или программы в той степени, в которой эта информация влияет на обязательства подрядчика или агентства по защите секретной информации о национальной безопасности.

**Университет Карнеги-Меллона по реагированию на компьютерные инциденты (CMU CERT)** • CMU CERT – блог об угрозе изнутри (март 2017 г.). «Инсайдерская угроза – вероятность того, что лицо, которое имеет или разрешило доступ к активам организации, может использовать свой доступ, злонамеренно или непреднамеренно, так, чтобы это могло оказать негативное влияние на организацию».

**Intelligence and National Security Alliance - Альянс разведки и национальной безопасности (ИНСА)** • угроза со стороны лица, которое имеет или когда-то имело санкционированный доступ к информации, средствам, сетям, людям или ресурсам; и кто сознательно или невольно совершает действия, противоречащие законодательству или политике, которые привели или могут привести к ущербу в результате потери или уничтожения информации, ресурсов или возможностей правительства или компании; или разрушительные действия, чтобы включить физический вред другим на рабочем месте.

• *Веб-сайт INSA (сентябрь 2016 г.)* «Инсайдерские угрозы включают кражу, потерю или утечку секретной, конфиденциальной или служебной информации; преднамеренное нанесение ущерба объектам, операциям или сетям организации; или насилие или преследование, совершенное доверенным лицом по отношению к другим сотрудникам организации, будь то на рабочем месте, в другом месте или в Интернете».

**TSA.** Администрация Транспортной Безопасности США (TSA) определяет угрозу как «одно или несколько лиц, имеющих доступ к инсайдерской информации, которая позволяет им использовать уязвимость транспортной системы страны с намерением причинить вред». Более обобщенно, это описывается как угроза безопасности организации или данным, которые поступают изнутри.

• Директива Управления TSA № 2800.17 Программа «Инсайдерская угроза» (июль 2013 г.) «Инсайдерская угроза: одно или несколько лиц, имеющих доступ и / или знания инсайдеров, которые позволяют им использовать уязвимости транспортных систем страны с намерением причинить вред. Это включает в себя прямые риски, связанные с программами и операциями безопасности TSA, а также косвенные риски, которые могут поставить под угрозу нашу критически важную инфраструктуру. Согласно Программе TSA Insider Threat, *инсайдерами* являются действующие или бывшие сотрудники транспортного сектора, подрядчики или партнеры, которые имели или имеют авторизованный доступ к объектам, операциям, системам и информации транспортного сектора». *Примечание.* Определение «инсайдер» TSA частично основано на Президентском национальном консультативном совещании по инфраструктуре. Отчет Совета (NIAC) от апреля 2008 года. NIAC разработала рабочее определение внутренней угрозы для критических инфраструктур. NIAC применяла и проверяла это определение на протяжении всего исследования, и определение помогло сформировать политические рекомендации для устранения внутренней угрозы. Ниже приведены результаты процесса исследования и разработки для определения внутренней угрозы для критически важных инфраструктур: *Инсайдерская угроза (внутренняя угроза) критической инфраструктуре - это одно или несколько лиц, обладающих доступом и/или внутренними знаниями о компании, организации или предприятии, которые позволяют им использовать уязвимости безопасности, систем, услуг, продуктов или средств этой организации с помощью намерение причинить вред.*

Обсуждая определение внутренней угрозы, NIAC тщательно рассмотрела важность доступа - доступа к системам, средствам или информации, в которых находятся уязвимости инфраструктуры. Включение всех людей, имеющих доступ, расширяет группу потенциальных инсайдеров, помимо сотрудников компании, и включает в себя несопровождаемых поставщиков, консультантов и подрядчиков, имеющих доступ к объектам инфраструктуры или ИТ-системе.

### **Центр защиты национальной инфраструктуры Великобритании (КПНИ)**

• **ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ДАННЫМ CPNI INSIDER** (апрель 2013 г.). «Инсайдер – это лицо, которое использует или намеревается использовать свой законный доступ к активам организации в несанкционированных целях».

Программа аналитического обмена (АЕР) (Государственно-частное партнерство, спонсируемое DHS и ODNI) • Отчет группы АЕР Aviation Insider об угрозах (2017). На седьмой странице этого отчета содержится несколько определений для государственного и частного секторов, которые исследовательская группа собрала в ходе своего исследования:

➤ Авиакомпания США: согласно данным авиакомпании США, внутренняя угроза представляет собой нынешнего или бывшего сотрудника, подрядчика, поставщика или другого делового партнера, который имеет или имел авторизованный доступ к информации, возможностям, продуктам или цепочке поставок организации. Эти знания или доступ затем используются не по назначению, чтобы негативно повлиять на организацию или нанести вред обществу.

➤ Компания частного сектора. Согласно компании частного сектора, инсайдеры – это лица, которые могут нанести вред организации, для которой у них есть знания или доступ. Инсайдерская угроза может оказать негативное влияние на любой аспект организации, включая безопасность работников и/или общества, репутацию, операции, финансы, национальную безопасность и непрерывность миссий.

➤ TSA: TSA определяет инсайдерскую угрозу как личность с намерением причинить вред и имеющую доступ и / или инсайдерские знания, которые позволят индивиду использовать уязвимости национальных транспортных систем. В авиационной сфере это могут быть как нынешние, так и бывшие сотрудники и подрядчики TSA, работники авиакомпаний, уборщики и предприятия общественного питания, строители и ремонтники, сотрудники правоохранительных органов, вооруженные силы и службы безопасности, водители такси или специалисты по транспортировке, или другой персонал аэропорта, который имеет доступ и / или инсайдерские знания.

➤ ФБР: «Инсайдеры», которые являются коррумпированными сотрудниками, которые используют свои учетные данные, доступ и знание процедур безопасности».

**Национальный институт стандартов и технологий (NIST) - три определения можно найти по адресу <https://csrc.nist.gov/Glossary/?term=4852>.** • CNSSI 4009-2015 (адаптировано из CNSSD № 504) Угроза того, что инсайдер будет использовать ее/его санкционированный доступ, вольно или невольно, чтобы нанести вред безопасности США. Эта угроза может включать в себя ущерб США в результате шпионажа, терроризма, несанкционированного раскрытия или потери или деградации ведомственных ресурсов или возможностей (Это определение тесно связано с определением под NITTF).

• NIST SP 800-53 Ред. 4 (CNSSI 4009) Объект с авторизованным доступом (в сфере безопасности), который может нанести ущерб информационной системе или предприятию путем уничтожения, разглашения, изменения данных и / или отказа в обслуживании.

• NIST SP 800-53 Rev. 4 (Президентский меморандум, Национальная политика в отношении угроз изнутри и минимальные стандарты для программ угроз изнутри исполнительной власти). Угроза того, что инсайдер будет использовать свой авторизованный доступ, вольно или невольно, чтобы нанести вред безопасности США. Эта угроза может включать в себя ущерб США в результате шпионажа, терроризма, несанкционированного раскрытия информации о национальной безопасности или в результате потери или деградации ресурсов или возможностей ведомства.

**Lockheed Martin** – это глобальная компания в сфере безопасности и аэрокосмической промышленности, в которой работает около 100 000 человек по всему миру, и которая в основном занимается исследованиями, проектированием, разработкой, производством, интеграцией и поддержкой современных технологических систем, продуктов и услуг [6].

• угроза со стороны лица, которое имеет или когда-то имело санкционированный доступ к информации, средствам, сетям, людям или ресурсам; и кто вольно или невольно совершает: действует в нарушении законодательства или политики, которая привела или может привести к ущербу в результате утраты или ухудшения информации, ресурсов или возможностей правительства или компании; или разрушительные действия, чтобы включить физический вред другим на рабочем месте.

• Локхид Мартин поделилась следующим объяснением, которое обеспечивает содержательную систему взглядов для понимания контекста их определения.

➤ Краткий, но всеобъемлющий характер определения должен был касаться всех отраслей промышленности и правительства США. Некоторые из рассмотренных нами определений легко интерпретируются, чтобы сосредоточиться только на правительстве США или правительстве США и оборонной промышленной базе, исключая другие отрасли, такие как энергетика, финансы, нефть и газ, фармацевтика и т. Д.

➤ «Угроза» – это человек, человек как «инсайдер».

- Ссылка на «санкционированный доступ» просто означает, что человек успешно прошел проверку этого агентства или этой компании до окончательного решения о найме.
- «Доступ» относится к тому лицу, которому предоставляется возможность стать частью организации, предоставляя ему доступ к средствам, другим сотрудникам, информации, сетям и другим ресурсам.
- «Сознательно или невольно» признает, что угроза могла быть сделана человеком преднамеренно, случайно или по неосторожности.
- «Действия в нарушение закона или политики», это требует, чтобы был нарушен либо закон, либо заявленная политика или практика.
- «Вред в результате утраты или деградации» действительно определяется этой компанией или агентством.
- Включение формулировки, касающейся «насилия на рабочем месте», имело отношение к определению «инсайдера» – человека, которому был предоставлен доступ к людям и средствам на основе некоторой формы проверки, которая привела к принятию решения о найме.

**Massport** • Инсайдерская угроза – это любой, у кого есть привилегированный доступ к конфиденциальным сферам, информации и / или активам, которые организация ценит больше всего, кто использует этот доступ, вольно или невольно, для содействия преступной деятельности, террористической деятельности или незаконным действиям, которые наносят вред организации или национальной безопасности.

**Федеральная Администрация Гражданской Авиации** • Любой сотрудник, который использует предоставленные им привилегии или доступ к персоналу, объектам, сетям или информации (вольно или невольно), представляет собой Инсайдерскую угрозу. Под невольным инсайдером понимается доверенный работник или подрядчик, который без злого умысла наносит ущерб организации.

Целью этих первоначальных усилий было рассмотрение и оценка применимости существующих определений для определения внутренней угрозы в отношении авиационной отрасли, а также в нахождении единого термина.

На основании вышеуказанных ASAC предлагает следующее определение:

Термин **«инсайдерская угроза»** относится к лицам, имеющим привилегированный доступ к уязвимым областям и/или информации, которые преднамеренно или неумышленно злоупотребляют или позволяют другим лицам злоупотреблять этим доступом, чтобы использовать уязвимость в попытке поставить под угрозу безопасность, способствовать преступной деятельности, терроризму или другим незаконным действиям, которые наносят вред людям, организации, системе воздушного транспорта или национальной безопасности [7].

В заключении хотелось бы представить следующую формулировку: внутренняя угроза – это злонамеренная угроза для организации, исходящая от лиц внутри организации: сотрудников, бывших сотрудников, подрядчиков, поставщиков и т.д., владеющих информацией для служебного пользования которая может быть использована в злонамеренных целях, таких как преступность, личная выгода – например, экономический шпионаж, воровство, развитие терроризма / идеологии и, в конечном итоге, насилие. Инсайдерские угрозы включают любое незаконное, запрещенное или несанкционированное поведение (действия или бездействие). Очень важно, чтобы уделить этому внимание в рамках национального законодательства Азербайджанской Республики, поскольку нормативно-правовые акты не содержат данной информации. Кроме того, в рамках повышения уровня безопасности на критически важных объектах, среди которых являются объекты гражданской авиации, следует уделить особое внимание вопросу приему и подготовки кадров. Первоначальные проверки при поступлении на работу должны учитывать не только преступную деятельность и тюремное заключение, также необходимо проводить систематическую психолого-психиатрическую проверки сотрудников.

### Литература

1. Insider Threat Level: 2018 Year in Review, January 8, 2019
2. Doc 10118 Глобальный план обеспечения авиационной безопасности Издание первое, 2017
3. <https://www.observeit.com/blog/insider-threat-level-2018-year-in-review/>
4. Dr. Eric Cole Sandra Ring, Insider Threat Protecting the Enterprise from Sabotage, Spying, and Theft, p 426, 2016
5. Vicki Tran, Security Threats With The Most Impact on Aviation, 06.02. 2018
6. Ernest J. Babcock Senior Component Official for Privacy FBI, Privacy Impact Assessment for the Next Generation Identification (NGI) Rap Back Service
7. David BaMaung. Security: The hidden ‘insider’ threat of the aviation sector, 20 August 2018.



*Research of the term "Insider Threat" in civil aviation*

*Nuriyeva Sh.P.*

*Threats from insiders are a universal problem. They are as old as civilization itself. According to official figures, there is a documentary charge against the mayor of the western Thebes that he stands behind a number of robberies in tombs in the Egyptian Valley of the Kings. An insider is a member of a group of people who have access to information that is not accessible to the general public. "Insider Threat" has become a common concept after the scandal with Edward Snowden.*



**Aviayüklərin daşınmasında aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri**

**Xəlilova S.T.**

*Milli Aviasiya Akademiyası  
saidaahmedovabaku@gmail.com*

Hal-hazırda yüklərin hava nəqliyyatı ilə daşınması yükdaşımanın ən sürətli və etibarlı üsulu hesab edilir. Mülki aviasiyada yükdaşımanın fəaliyyətinə istiqamətlənən hər bir qanunsuz müdaxilə aktı çox böyük ictimai rezonansa səbəb olur, insanların həyat və sağlamlığına qəsd edir, beynəlxalq hüququ, dövlət suverenliyini kobud şəkildə pozur və beynəlxalq münasibətləri gərginləşdirir. Aviayük daşımalarında aviasiya təhlükəsizliyinin təmini hər bir dövlətin milli təhlükəsizlik məsələsidir.

“Aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Qaydaları”nda məlum yükçöndərən anlayışı öz izahatını tapıb. Belə ki, məlum yükçöndərən dedikdə, yük və ya poçtu öz hesabına çöndərən və onların istənilən hava gəmisində daşınması üçün ümumi təhlükəsizlik qayda və standartlarına cavab verən prosedurları həyata keçirən agent, yük ekspeditoru və ya hüquqi şəxs başa düşülür [1].

“Məlum yükçöndərən” orqan yükü o zaman təhlükəsiz hesab edir ki, onu çöndərən agentlərin müvafiq sertifikatları olsun. “Məlum yükçöndərən” sertifikatını almaq üçün, onlardan bir çox tədbirlərin həyata keçirilməsi tələb olunur. Avropa Mülki Aviasiya Konfransının (ECAC) (Avropada 38 üzv dövlət və Avropa Birliyinin bütün 15 dövləti daxil olan) yüklərə dair təhlükəsizlik rejimi 30 sayılı sənədə əsaslanır və aşağıdakı 3 əsas sahəni əhatə edir:

- Yük daşımalarına müvafiq icazəsi (lisenziya, sertifikat) olan agentlərin, hər bir ölkədə xüsusi siyahıya alınması;
- Bu işlərin icrası üçün müvafiq təlim keçmiş, hazırlıqlı və öyrədilmiş işçilərin olması;
- Baxışdan azad edilməmiş yüklərə axtarış, rentgen, dekompressiya, partlayıcı maddələrin aşkar edilməsi və yaxud 24 saatlıq saxlama proseduru tətbiq edilməlidir.

Bu sistem, əvvəl ECAC çərçivəsində, 11 sentyabrdan sonra isə, ABŞ-da, əlavə (gizli) tədbirlər daxil edilməklə, qəbul edilmişdir. Belə ki, ABŞ-ın Nəqliyyat Daşımalarının Təhlükəsizlik İdarəsi (TSA) bildirmişdir ki, “məlum yükçöndərənlər” sxemi daha da gücləndiriləcək. Bunun üçün aşağıdakı tədbirlər həyata keçiriləcək [2]:

- yük şirkətlərinin yoxlanılması;
- nəqliyyat agentliklərinin və yükçöndərənlərin siyahısının yenidən təsdiq edilməsi;
- “məlum yükçöndərənlər” haqqında məlumat bazasının yaradılması;
- hər bir çöndəriş zamanı yoxlamadan keçirilmə və çöndəriş haqqında məlumatların 3 ay ərzində saxlanması;
- şəxsi heyət haqqında məlumatların yenidən yoxlanılması.

1988-ci ildə Şotlandiyanın Lokerbi şəhəri üzərində əldəqayıрма partlayıcı qurğuş vasitəsi ilə “Pan Am” şirkətinə məxsus təyyarənin uçuşda olarkən partladılması ilə baş verən hadisələrlə əlaqədar olaraq Böyük Britaniya yüklərin əvvəlcədən təsvirinin ekranda canlandırılması rejimini tətbiq etməyə başladı. Yüklərin təsvirinin ekranda canlandırılması rejiminin tətbiqi zamanı bu rejim fraxt agentliyi və kompaniya – yükün aeroporta çatdırılmasına qədər yükçöndərən tərəfindən həyata keçirilir. Bu rejim təyyarə ilə daşınan yüklərin necə potensial təhlükə törətdiyini nəzərə alan hökumət tərəfindən 2010-cu il (Yəməndən Amerika Birləşmiş Ştatlarına uçan təyyarədə əldəqayıрма partlayıcı qurğuşun aşkar edilməsi) hadisəsindən sonra geniş şəkildə tətbiq olunmağa başladı. Hətta bəzi dövlətlər Yəməndən gələn yük təyyarələrinin qəbulundan imtina etdilər. Avropa birliyi bu metodu təşviq edir və buna görə də, ölkələrin əksəriyyəti təyyarə ilə daşınan yüklərin təsvirinin əvvəlcədən ekranda canlandırılması rejimini tətbiq edirlər. Bu metodun əsas mahiyyəti yükçöndərən kompaniya və fraxt agentinin yükün nəqli zamanı təhlükəsizliyinə zəmanət verilməsi üçün anbarlarda yerləşən yükün əsaslı surətdə yoxlanılmasına əsaslanmışdır. Fərz olunur ki, müntəzəm müştərinin

göndərdiyi yük etibarlı yüküdür, belə ki, bu müştəri yükün təhlükəsizliyinin təmin olunmasına dair bir sıra prosedurları yerinə yetirməyə borcludur. Bu prosedurlara isə nəzarət, heyətin yoxlanması, heyətin işinə nəzarət və s. kimi tədbirlər daxildir. Hesab edilir ki, bu növ prosedurlara ciddi şəkildə riayət olunması zamanı heç kim partladıcı maddəni yükün içərisinə yerləşdirə bilməz.

Şək.1. Aviayükün çatdırılma zənciri

“Aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Qaydaları”nın 10.40.1-ci maddəsində qeyd edilir ki, hava gəmisinin istismarçıları, yük ekspeditorları, qeydiyyatdan keçmiş agent və məlum yük göndərən, poçt idarələri və kuryer şirkətləri aviayükün, poçtun və digər malların təhlükəsizliyinə və toxunulmazlığına, habelə onların daşınması və emalı ilə əlaqədar bütün bina, otaq, nəqliyyat vasitələri və obyektlərin təhlükəsizliyinə görə məsuliyyət daşıyırlar [1].

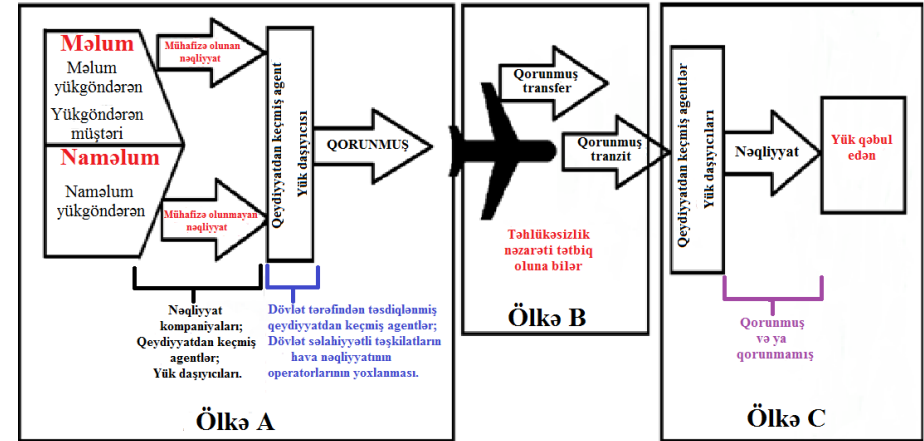
Birləşmiş Krallıqda yük göndərənlərin etibarlılığı Nəqliyyat Departamenti tərəfindən təlim keçmiş və təsdiq olunmuş müstəqil müfəttişlər tərəfindən yoxlanılır. Müstəqil müfəttişlər yük göndərənlər tərəfindən yüklərin təhlükəsizliyinin hökumətin tələb və tövsiyələrinə müvafiq olaraq təmin olunmasına dair prosedurlara əməl edib-etmədiklərini yoxlayırlar. Müfəttiş yükün göndərilməsinə icazə verirsə yük göndərən tərəf bir il ərzində növbəti ilə qədər yükü yoxlamadan istənilən yerə göndərmək hüququna malik olur.

Yükün göndərilməsi ilə bilavasitə fraxt agentləri məşğul olur. Bəzi ölkələrdə fraxt agentləri həmçinin müstəqil müfəttişlərin vəzifələrini də yerinə yetirirlər. Onlar nəql üçün nəzərdə tutulmuş yükün təhlükəsizliyinə görə də məsuliyyət daşıyırlar. Birləşmiş Krallıqda yükün yalnız 15%-i əvvəlcədən ekranda canlandırılmaya məruz qalır. X-ray qurğusu adətən yük bağlamalarını bütövlükdə ekranda canlandırır. Ekspertlər hesab edirlər ki, sərnişin təyyarəsi ilə nəql olunan yükün təsvirinin ekranda canlandırılması, əl yükünün təsvirinin ekranda canlandırılması ilə müqayisədə o qədər də effektiv şəkildə həyata keçirilmir. Bütün yüklərin təsvirini ekranda canlandırmaq lazımdır və buna görə də hava gəmilərinin əhalinin sıx yerləşdiyi şəhərin üzərində partlama ehtimalını nəzərə almaq lazımdır.

Araşdırmaların nəticəsi olaraq qeyd etmək istərdik ki, hava gəmisinin istismarçıları, yük ekspeditorları, qeydiyyatdan keçmiş agent və məlum yük göndərən, poçt idarələri və kuryer şirkətləri aviayükün, poçtun və digər malların təhlükəsizliyinə və toxunulmazlığına, habelə onların daşınması və emalı ilə əlaqədar bütün bina, otaq, nəqliyyat vasitələri və obyektlərin təhlükəsizliyinə görə məsuliyyət daşıyırlar. Öksər inkişaf etmiş ölkələrdə “məlum yük göndərən” və qeydiyyatdan keçmiş agent institutları yaradılıb. Azərbaycan Respublikasında qeydiyyatdan keçmiş agent və “məlum yük göndərən” haqqında sənəd olsa da, bir o qədər inkişaf etməyib. Yuxarıda qeyd edilən təhlükəsizlik tədbirlərinin Azərbaycan Respublikasında “Baku Cargo Terminal” yaradılması məqsəduyğun hesab edirik.

### Ədəbiyyat

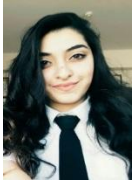
1. “Aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Qaydaları. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 24 aprel 2012-ci il tarixli 613 nömrəli Fərmanı.
2. Moving Cargo Globally
3. Aviation Security Manual DOC 8973
4. Transportation Security Administrations Known Shipper Program 2009.



### Problems of aviation safety in air transportation

Khalilova S.T.

Currently, cargo transportation by air is considered to be the fastest and most reliable way of transportation. Every act of unlawful interference in the operation of civil aviation is a matter of great public resentment, striving for the life and health of people, grossly violating international law, state sovereignty, and aggravating international relations. Aviation safety in air transportation is a matter of national security for each state.



## Hava limanının aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri

*Cəlilova N.A., Nağıyev N.T.*

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
nermin.199631@gmail.com*

### Xülasə

Məqalədə hava limanlarında aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri araşdırılmışdır. Ölkəmizin hava limanlarında aviasiya təhlükəsizliyinin inkişafı və müasir təhlükəsizlik sisteminin yaradılması ilə bağlı yeni təkliflər təqdim edilmişdir. Bir çox tədqiqatçıların elmi fəaliyyət dövründə təhlükəsizliyin mahiyyəti və təhlükəsiz mühitin formalaşdırılması haqqında fikirləri açıqlanmışdır. Təhlükəsizlik mədəniyyətinin beynəlxalq təcrübədə və Beynəlxalq Aviasiya təşkilatının hazırladığı global planın tərkib hissələrindən biri olaraq ölkəmizdə müvəffəqiyyətlə həyata keçirilməsi və kompleks təhlükəsizlik sisteminin qurulması ilə müasir texnologiyalardan istifadə olunması məsələlərinə baxılmışdır.

**Giriş.** Mülki aviasiyada aviasiya təhlükəsizliyinin lazımı səviyyədə təmin edilməsi dövlətlər arasında və beynəlxalq ictimai münasibətlərdə, həmçinin insanların mülki aviasiyaya inamının yüksəlməsinə səbəb olur. Bu da beynəlxalq turizmin və beynəlxalq ticarətin inkişafının əsasını təşkil edir [1]. Buna ən bariz nümunə 11 sentyabr 2001-ci il hadisələrindən sonra aviasirkətlərə və ABŞ-a vurulan iqtisadi ziyanıdır. 2006-cı ilin sentyabrında ABŞ Prezidenti Corc Buş, 11 sentyabr hücumları nəticəsində vurulan zərərin ABŞ üçün 500 milyard dollar olduğunu söyləmişdir [2, 3].

Məqalədə **məqsəd**, hava limanlarında aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemləri və onların həlli yollarının araşdırılması, təhlükəsizlik mədəniyyətinin inkişaf etdirilməsi və müasir tələblərə cavab verən kompleks təhlükəsizlik sisteminin qurulması üçün təkliflərin verilməsindən ibarətdir.

Ötən əsrin 70-ci illərinin əvvəllərindən aviasiya nəqliyyat sisteminin fəaliyyətinin terror hədələrindən daha etibarlı müdafiə olunması əsas konvensiyaya edilən 17-ci əlavənin tələblərinin yerinə yetirilməsi istiqamətində kompleks tədbirlərin dövlətlər tərəfindən həyata keçirilməsi ilə reallaşdırılmışdır [4]. Bütövlükdə təhlükəsizliyin nə olduğu barədə təsəvvür yaratmaq üçün bəzi müəlliflərin fikirlərinə nəzər salmaq olar [5, 6].

2018-ci ilin sonunda, Airport IT & Security konfransından sonra Risklərin İdarə Edilməsi üzrə Mütəxəssislər qrupunun üzvü Emma Verschoor təhlükəsizlik qaydalarının pozulmasının təsirlərini azaltmaq və qarşısını almaq üçün hava limanındakı təhdidləri sadalamışdır [7]. Bu təhdidlər bir çox problemlərin yaranmasına və təhlükəsizliyin təmini sistemində pozuntulara səbəb ola biləcək potensial səbəblərdir.

Hava limanında aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsinin ən vacib hədəfləri aşağıdakılardır: təhlükələrin qarşısının alınması, personalın, sərnişinlərin və digər insanların, o cümlədən hava limanı daxilində olan infrastruktur obyektlərində işləyən və digər şəxslərin sağlamlığının qorunması, hava limanının dayanıqlı fəaliyyətinin təmin edilməsi. Hava limanlarında aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi sistemində buraxılış və obyekt daxili rejimin təşkili və təmin olunması, perimetrin təhlükəsizliyinin təmini, video müşahidə, nəzarət olunmayan zonalarda (açıq zonalar) təhlükəsizliyin təmin olunması üçün texniki vasitələrə daha çox diqqət yetirilir. Son hadisələrlə əlaqədar olaraq (28 iyun 2016-cı ildə Atatürk hava limanı və 22 Mart 2016-cı il Brüssel hava limanındakı partlayış) dünyada aviasiya təhlükəsizliyinə dair tənzimləyici tələblər (ICAO standartlarında dəyişikliklər) gücləndirilir [8].

Müasir təhlükəsizlik sisteminin əsas konseptual tələbi təhlükəsizlik və sərnişin rahatlığını təmin etmək arasında tarazlıq yaratmaqdır. Sistemə texniki tələblər: mərkəzləşdirilmiş idarəetmə və rəhbərin vəzifələrinin istiqamətləndirilməsi; sistemin daim təkmilləşdirilməsi; sistemə icazəsiz təsirlərə dərhal müqavimət; sistemin fəaliyyətinin davamlı monitorinqidir. Sistem üçün təşkilati tələblər: insan amilinin minimuma endirilməsi; sistemin etibarlılığının artırılması; sistemin müxtəlif hava limanlarındakı idarəetmələrlə mübadiləsidir; sistem üçün iqtisadi tələblər: qoyulmuş vəsaitdən maksimum səmərəli istifadə etməkdir. Əslində, bir çox hallarda sadalanan tələblər yerinə yetirilmir. Bu vəziyyətin səbəbləri: mövcud texniki vasitələrin olmaması, inteqrasiya olunmuş təhlükəsizlik sisteminin olmaması, mövcud sistemlərin yenilənməsində mövcud olan problemlər, təhlükəsizlik sistemlərinin işləkliyinin insan amilindən yüksək asılılığıdır. Hava limanlarında ən vacib problemlərdən biri də kompleks təhlükəsizlik sisteminin olmamasıdır [3].

**Kompleks təhlükəsizlik sistemi** özündə aeroportun təhlükəsizliyinə cavabdeh olan bütün strukturların fəaliyyətini cəmləşdirən, kompleks yanaşmaya söykənən, bütün mümkün daxili və xarici təhlükələrdən (oğurluq, diversiya, terror xarakterli cinayət) etibarlı müdafiənin təmin edilməsini nəzərdə tutur. Terrorla mübarizədə kompleks yanaşmanın tərkibinə daxil olan hüquqi-təşkilati və profilaktiki üsullar daxildir [9]. Məhz bu məqsədlə 2016-cı ilin sentyabr ayında ICAO Məclisinin 39-cu sessiyasında iştirak edən

nümayəndələr gələcəkdə aviasiya təhlükəsizliyinin yüksəldilməsi siyasətinin və proqramlarının həyata keçirilməsi üçün Qlobal Aviasiya Təhlükəsizliyi Planının qəbul edilməsinin zəruriliyi ilə razılaşırdılar. ICAO-nun aviasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi strategiyasını hərtərəfli özündə əks etdirən qlobal plan proqramı, beynəlxalq səviyyədə razılaşıdırılmış prioritet tədbirlər həyata keçirməklə dövlətlərin və istehsalat sahələrinin (aviasiya təşkilatları) mənafeələrini müdafiə edir. Bu plan özündə bir çox kompleks tədbirləri birləşdirir və bu tədbirlər mülki aviasiyanın ünvanına yönələn riskləri daim qiymətləndirib, məqbul səviyyədə saxlamaq, aeroportlarda aviasiya təhlükəsizliyi mədəniyyətini yüksəltmək, yeni innovativ texnologiyalardan istifadə etmək (inteqrallaşdırılmış və müasir Smart təhlükəsizlik sistemindən istifadə), keyfiyyətə daim nəzarətin təmin olunması və başqa ölkələrlə əməkdaşlıq edərək aviasiya təhlükəsizliyinin səviyyəsini daha da artırmaqdan ibarətdir [1].

**Aviasiya təhlükəsizliyi mədəniyyəti** dedikdə insanın həm zehni, fiziki, psixoloji, intellektual imkanlarının təhlükəsizliyin təmin edilməsi və qorunub saxlanılması məqsədi ilə təhlükəsizliyin təmini prosesində yaranan vərdişlər kimi başa düşülür. Başqa sözlə, hər bir işçi özünü həm psixoloji, həm də fiziki olaraq iş mühitinə hazırlamalı, üzərində olan məsuliyyəti dərk etməlidir. Yüksək aviasiya təhlükəsizliyi mədəniyyəti, qanunsuz müdaxiləyə yol açmağa biləcək niyyətlərin qarşısını almağa kömək edir. Aviasiya təhlükəsizliyi mədəniyyətinin yaradılması, xüsusilə də aviasiya təhlükəsizliyi baxımından vacib olan funksiyalar arasında daxili təhlükələrin azaldılmasında çox mühim əhəmiyyətə malikdir. Məlumdur ki, obyektlərə, qorunan əşyalara və ya aviasiya təhlükəsizliyinə dair məlumatlara xüsusi girişi olan mülki aviasiya sahəsində çalışan şəxslərdən (aviasiya təhlükəsizliyi personalı, uçuş heyətinin üzvləri, podratçılar, tədarükçülər, müvəqqəti işçi heyəti, özəl sahibkarlar) terror aktlarının həyata keçirilməsində istifadə olunur [10].

**Smart Security “Ağıllı təhlükəsizlik” proqramının tətbiqi.** IATA (Beynəlxalq Hava Nəqliyyatı Assosiasiyası) və ACI-nın (Airport Council International) "Ağıllı Təhlükəsizlik Layihəsi" 2013-cü ilin dekabrında hazırlanmışdır. Bu onilliyin əvvəlində başlanan "Gələcəyin Keçid nöqtəsi" layihəsi inkişaf etdirilərək, Beynəlxalq Hava limanları birliyi tərəfindən əlavə proqram lahiyəsi təqdim edildi [11]. "Daha yaxşı təhlükəsizlik" adlanan bu proqram lahiyəsi 2010-cu ildə başlamış və hava limanlarının təhlükəsizlik sahəsində üstünlüyünün artırılmasına kömək etmişdir. Ağıllı təhlükəsizlik sistemlərini tətbiq etməklə təkə təhlükəli əşyaları aşkar etmək üçün daha yaxşı bir texnologiya təqdim edilir, həm də sərnəşinlərin risk səviyyəsinə görə yüksək riskli və aşağı riskli sərnəşinlərin fərqləndirilməsini həyata keçirir [12, 13].

**Electronika Security Manager (ESM) proqramı.** Bu lahiyəsi Rusiya Federasiyası tərəfindən hazırlanmışdır. Hava limanı obyektlərinin, eləcə də başqa obyektlərin qorunması üçün kompleksləşdirilmiş proqram paketidir (şəkil 1). Bu proqramın müddəaları müəssisənin daxili qaydaları əsasında hazırlanır. Kritik vəziyyətdə olan operator düzgün qərar qəbul etmək üçün əlavə vaxt sərf etmir. Hadisə baş verdikdə bütün maraqlı tərəflərin bildiriş funksiyaları mümkün qədər avtomatlaşdırılmışdır və bu barədə məlumatlar sistemdə qeyd olunur. Bütün məlumatlar təhlil və hesabat üçün istifadə olunur. Saxlanılan məlumatlar təhlükəsizlik sisteminin təkmilləşdirilməsi üçün əsas yaradır. Proqramın vəzifələri: fərqli təhlükəsizlik sistemlərini vahid platformada birləşdirmək; plan əsasında təhlükəsizliyi mərkəzləşdirilmiş idarə etmək; operatorların işinin daimi monitorinqi və təhlili; insan amilinin mənfəi təsirini azaltmaqdan ibarətdir [14].



Şəkil 1. ESM proqramına daxil olan təhlükə siqnallarının idarəetmə sxemi

Şəkil 1-də ESM proqramına daxil olan təhlükə siqnallarının idarəetmə sxemi göstərilmişdir. Məlumat müşahidə cihazları vasitəsilə proqrama daxil olur, sonra həqiqiliyi yoxlanılır, harada baş verdiyi təyin olunduqdan sonra təhdidin xarakterini müəyyən edir və buna uyğun olaraq operator ekranda nəticəni görür və sistemin göstərişlərini həyata keçirir.

**Nəticə.**

Hesab edirik ki, hava limanlarında qlobal aviasiya təhlükəsizliyi planına uyğun tədbirlərin uğurla həyata keçirilməsi, kompleks təhlükəsizlik sisteminin yaradılması, Smart Security “Ağıllı təhlükəsizlik” və

Elektronika Security Manager programlarının tətbiq olunması ilə avasiya təhlükəsizliyi səviyyəsinin artırılmasına nail ola bilərik.

### Ədəbiyyat

1. Глобальный план обеспечения авиационной безопасности ноябрь 2017 года..
2. <https://www.dw.com/ru/об-экономических-последствиях-терактов-11-сентября/a-630016>
3. <https://sputnik-georgia.ru/spravka/20160911/233189159/11-sentjabrja-2001-goda-Terakt-kotoryj-perevernul-ves-mir.html>
4. Терроризм и безопасность на транспорте: сб. матер. межд. науч.-практ. конф. - М.: Юриспруденция, 2011.
5. О.А.Пикулёва. Диссертация / Психологические предикторы культуры безопасности персонала энергетических предприятий.
6. <https://internationalairportreview.com/article/102926/within-aviation-security-mitigating-measures-must-be-sustainable/>
7. <https://www.internationalairportreview.com/article/79577/mitigating-effects-security-bowtie/>
8. International Civil Aviation Organization Working Paper. Assembly 40th session.
9. R.N.Nəbiyev, N.T.Nağıyev, Q.C.Vəliyeva. Aviasiya təhlükəsizliyinin təmini üçün xüsusi texniki vasitələr. Bakı-2018.
10. N.T. Nağıyev, N.A. Cəlilova. Hava limanlarında Aviasiya təhlükəsizlik sisteminin fəaliyyətində təhlükəsizlik mədəniyyətinin yüksəldilməsinin xüsusiyyətləri.
11. Smart Security Guidance document. Alternative Methods for Passenger and Cabin Baggage Screening.
12. How Smart Is “Smart Security”? Exploring Data Subjectivity and Resistance. IZEW, University of Tübingen. Final Report. Published in November 2015.
13. <https://aci.aero/about-aci/priorities/security/smart-security>
14. <http://www.elektronika.ru/products/esm/>

### *Problems of provision of aviation security at airports*

*Jalilova N.A., Nagiyev N.T.*

*The article explores the problems of securing aviation security at airports. New proposals on the development of aviation safety and creation of modern security systems at airports of our country were presented.*



### **Анализ методов защиты гражданских воздушных судов от переносных зенитных ракетных комплексов**

***Лобода Д.И., Халыгов Н.Б.***

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
loboda\_dima@mail.ru*

Всем, даже людям далеким от авиации, хорошо понятно, что самые ответственные и опасные участки полета самолета, это взлет и посадка. Помимо чисто технических особенностей режима «взлет» и «посадка», самолет еще наиболее уязвим от атак с земли переносными зенитно-ракетными комплексами.

Переносной зенитный ракетный комплекс (ПЗРК) - легкое зенитное оружие. Поскольку ПЗРК предназначены для быстрого перемещения и развертывания наземными силами, они являются недорогими, легкими, компактными и мобильными. Они требуют наличия только одного оператора и могут быть очень эффективными против низких или медленных самолетов.

Те же характеристики, которые делают ПЗРК подходящими для использования на поле боя солдатами, также делают его привлекательным для террористических группировок и повстанцев. Они были использованы в террористических актах против гражданских воздушных судов (ВС) в ряде задокументированных случаев.

Препятствование использованию террористами ПЗРК против гражданской авиации (ГА) требует многоуровневый подход: ограничение производства, экспорта, продажи и передачи ПЗРК, обеспечение законных военных складов и снижение риска для аэропортов и авиалайнеров.

Важно держать угрозу со стороны ПЗРК в перспективе. Атаки были редкими во всем мире и почти исключительно в зонах военных действий. Даже тогда не все удары сбивали самолеты. Однако угроза террористического нападения достаточна, чтобы повлиять на общественное доверие и готовность использовать гражданскую авиацию.

Гражданские самолеты могут быть защищены от атак ПЗРК с помощью различного рода контрмер. К одним из таких мер можно отнести оснащение гражданских ВС системами, схожими с теми,

которые используют военные самолеты. Однако технические контрмеры являются лишь одной частью многоуровневого подхода к обеспечению безопасности. Другие меры могут включать нераспространение, сбор разведывательных данных, управление запасами и обеспечение безопасности в аэропортах.

Существует несколько способов уменьшить угрозу для ГА от ПЗРК. Рассмотрим некоторые из них:

- ✓ стратегии снижения рисков с помощью скоординированного подхода;
- ✓ избегать аэропортов, где угроза ПЗРК наиболее высока;
- ✓ изменение траектории полета самолетов, чтобы уменьшить их воздействие на взлет или посадку, когда они наиболее уязвимы;
- ✓ увеличение безопасной зоны вокруг аэропортов и/или внедрение надежного режима наземного патрулирования;
- ✓ внедрение системы технических контрмер на самолетах, которые могут повлиять на траекторию движения ракеты [1].

Однако при более тщательном рассмотрении, все они имеют связанные с этим расходы, которые делают реализацию проблематичной и сомнительной пользы в условиях низкого риска.

Избегать аэропортов, где угроза ПЗРК наиболее высока – например, вокруг военных зон – является очевидным ответом, но не всегда является возможным. На каком-то этапе прекращения военных действий воздушное движение возобновляется, но угроза может продолжаться. А также чартерный трафик, такой как самолеты, перевозящие международных переговорщиков или гуманитарных работников все равно будут находиться в опасности.

Изменение траектории полета дешево и просто, хотя не всегда возможно. Например, угрозы атаки ПЗРК могут быть уменьшены путем направления взлетов и посадок на взлетно-посадочные полосы, где безопасность может быть легче поддерживаться. Там, где позволяет география, это может означать использование большего количества подходов с морской стороны аэропортов.

Более сложные датчики и программное обеспечение современных ракет делают их менее восприимчивыми к простым контрмерам. Системы контрмер должны быть более сложными и способными работать в различных условиях против ряда потенциальных ракетных угроз. Это поднимает стоимость и сложность систем защиты.

Так же при рассмотрении внедрения систем защиты гражданских ВС от ПЗРК стоит учитывать и возможность ложных срабатываний данной системы. Частота ложных срабатываний существующих систем контрмер также создает проблему. Ложная тревога на самолете, приближающемся или вылетающем из крупного аэропорта, создает дилемму для управления воздушным движением. До тех пор, пока аварийный сигнал не будет решен – что не может быть возможным, кроме как при физическом осмотре всей территории аэропорта – все другое движение будет приостановлено или перенаправлено на другой аэропорт.

Однако стоит отметить, что не смотря на все представленные минусы каждого из возможных решений, любое решение будет эффективным в отношении ракеты, которая уже была запущена.

Если рассматривать наиболее эффективные методы защиты гражданских ВС, то следует выделить 2 основных направления, которые на данный момент преобладают в своей эффективности [2].

Один подход фокусируется на безопасности неба, подчеркивая, что система защиты должна быть установлена на самом гражданском самолете, в то время как другой подход концентрируется на наземной безопасности, подчеркивая важность установки систем противодействия вблизи аэропортов.

### **Безопасность в полете**

Сторонники подхода безопасности неба утверждают, что установка бортовых систем контрмер обеспечит защиту против ПЗРК как первого, так и второго поколений. Самолеты рассматриваются террористами как предпочтительная цель, что требует принятия более сложных мер защиты. Таким образом, воздушные контрмеры должны применяться для предотвращения успешных террористических нападений на гражданские самолеты. Эта мысль побудила рекомендовать установку факельных систем. Кроме того, лазерные системы, предназначенные для противодействия угрозам второго поколения, были рекомендованы для защиты гражданских самолетов (рис. 1) [3].

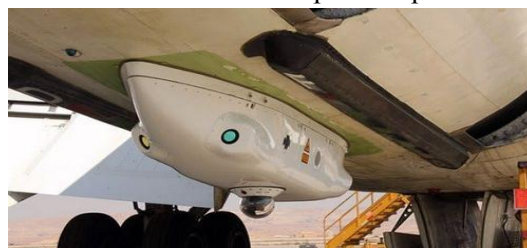


Рис.1. Лазерная система защиты от атак ПЗРК

Затраты действительно высоки. Каждая система небесной обороны стоит от 0,5 до 1 миллиона долларов США. Это, однако, является лишь частью проблемы, поскольку ежегодные расходы на техническое обслуживание лазерных систем составляют 300 000 долларов США на самолет. Кроме того, авиакомпании утверждают, что установка такой системы (обычно в нижней части самолета) вызовет дополнительное сопротивление и увеличит расход топлива.

Тем не менее, высокая стоимость не вся проблема. Даже если такие системы будут установлены, террористы будут продолжать развивать свои технологические возможности, что приведет к бесконечной гонке вооружений. Каковы будут результаты этой гонки вооружений? Гражданские самолеты стали бы хорошо вооруженными летающими машинами, а не приятной платформой для пассажирских перевозок.

### Наземная безопасность

Подход наземной безопасности утверждает, что вместо того, чтобы вооружать самолет системами противодействия, более выгодно инвестировать в системы, которые обнаруживают и устраняют угрозу с земли. Одним из примеров системы последнего типа является Raygeon Vigilant Eagle, который предназначен для использования мощного импульса, который скремблирует электронику ракет, создавая тем самым защитный купол вокруг аэропорта. Другая наземная система основана на технологии лазера высокой энергии (HEL). Вместо того, чтобы глушить или отклонять ракету, эта технология уничтожает ракету (рис. 2) [4].



Рис.2. Наземная система защиты воздушных судов

Сторонники этого подхода утверждают, что наземные системы обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с бортовыми системами:

1. Наземные системы намного дешевле, чем бортовые. Затраты ниже не только с точки зрения установки основного блока, но также с точки зрения технического обслуживания и расхода топлива самолета.
2. Авиакомпании предпочитают применять наземные системы, а не устанавливать их на борт самолетов.
3. Наземные системы не влияют на нормальный опыт пассажиров авиакомпании, в то время как меры безопасности на небе снижают воспринимаемый уровень комфорта в полете.
4. Маловероятно, что многие авиакомпании захотят установить бортовые системы контрмер, которые стоят 1 миллион долларов за единицу, особенно если учесть слабые финансовые показатели авиакомпаний, базирующихся в развивающихся странах. С другой стороны, весьма вероятно, что международные аэропорты примут наземные системы в качестве обязательной контрмеры.

### Какой подход является преобладающим?

Сторонники небесной безопасности выступают за адаптацию воздушных контрмер, потому что они в настоящее время доступны, в то время как платформа наземной деятельности все еще находится в разработке. Дополнительным аргументом в пользу подхода безопасности неба является тот факт, что международное сотрудничество, особенно в отношении необходимости противодействия международному терроризму, идет медленно. Таким образом, возможность реализации наземных контрмер на международном уровне остается далекой.

В принципе, наземные системы безопасности не сталкиваются с существенным противодействием, но это можно объяснить тем фактом, что такие системы еще предстоит протестировать и установить.

Другая перспектива, которая может стать комбинацией подходов безопасности неба и наземной активности, – это использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Они будут летать рядом с аэропортом и будут иметь возможность обнаруживать, отводить или даже уничтожать поступающие угрозы.

Эта технология дает значительное преимущество в отношении затрат и выгод по сравнению с другими и имеет больше шансов быть принятой всеми заинтересованными сторонами, особенно правительствами и авиакомпаниями. Беспилотники отклоняют угрозу от самого самолета, предлагая готовое решение, и позволяют самолету комфортно сохранять свою основную роль. В отличие от других систем противодействия, БПЛА относительно эффективны, доступны по цене, не увеличивают расход топлива и не ограничивают страх и антагонизм пассажиров, которые могут быть вызваны системами безопасности неба.

### Литература

1. Семенов А. Защита гражданских самолетов от зенитных ракет // Зарубежное военное обозрение, 2000, №2, с.35.
2. Розанов В. Новые авиационные средства противодействию ракетам // Зарубежное военное обозрение, 1979, №5, с.56-58.
3. An/AAQ-24(V), Nemesis Transmitter with viper TM-LASER. Northrop Grumman, информационный материал.
4. <https://dfat.gov.au/international-relations/security>

### *Analysis of methods for protecting civilian aircraft from man-portable air defense systems*

*Loboda D.I., Khaligov N.B.*

*This article describes the nature of the threat to civilian aircraft from MANPADS and what can be done to minimise that threat. To hinder terrorist use of MANPADS against civilian aircraft a multi-layered approach is required: limiting the production, export, sale and transfer of MANPADS, securing legitimate military stores, and mitigating the risk to airports and airliners.*



### Əldəqayırma partlayıcı maddələrin kimyəvi tərkibinin təhlili

***Abdullayeva N.A., Muxtarov R.M.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*ngrabdullayeva1@gmail.com*

Son on ildə bütün dünya üzrə terrorçuların ev istehsalı olan partlayıcı maddələrdən istifadə etməsinin artan tezliyi müşahidə edilir. Müasir dövrdə elm və texnologiyanın inkişafı nəticəsində müəyyən maddələrin və qurğuların hazırlanması asanlaşmışdır. Hərbi və ya kommersiya məqsədli partlayıcı maddələrdən fərqli olaraq evdə istehsal olunan partlayıcı maddələrin istehsal xərclərinin az olması, lazım olan əsas maddə və materialların rahatlıqla əldə olunması, təhlükəsizlik üzrə nəzarət məntəqələrini keçməyin nisbətən asan olması mülki aviasiyaya ünvanlanan müdaxilə aktlarının artmasına səbəb olur. Əldə düzəlmə belə partlayıcı maddələr çox vaxt sərnişinlərin əksəriyyəti tərəfindən daşınan adi tozlara və ya mayelərə bənzədiyinə görə onları gizlətmək nisbətən asandır [1].

Aviasiyada son iki onillikdə baş verən terror hadisələrinin artması səbəbindən partlayıcı maddələrin və ya onların hazırlanmasında iştirak edənlərin aşkar edilməsi ümumilikdə cəmiyyətin təhlükəsizliyini və sabitliyini qorumaq üçün vacibdir. Partlayıcıları aşkar etmə texnologiyalarını araşdırmaq üçün partlayıcı maddələr haqqında kifayət qədər təsəvvür və biliklərə sahib olmalıyıq [2].

Əldəqayırma partlayıcı maddələr müxtəlif kimyəvi maddələrin birləşməsindən düzəldilir. Bu məqalədə aviasiya sahəsində ən çox istifadə edilən, əldə hazırlanma partlayıcı maddələr və tərkibləri araşdırılıb müəyyən edilmişdir [3].

#### **Ammonium nitrat və qarışıqları**

Ammonium nitrat potensial oksidləşdiriciyə və potensial reduksiyaediciyə malikdir. Məhz bu səbəbə görə də, o, təhlükəli maddə hesab olunur. Ammonium nitratın suda məhlulunun tədricən qızdırılması yavaş və sakit parçalanma ilə müşayiət olunur. Lakin, qismən sürətli, güclü və 270<sup>0</sup>C-dən yuxarı qızdırma partlayışa səbəb ola bilər. Müxtəlif qarışıqlar bərk ammonium nitratın stabilliyini azaldır və ona yanar maddələr əlavə etdikdə isə partlayış enerjisi artır [4].

Ammonium nitrat (AN) 1800-cü illərdən başlayaraq uzun illər ərzində terror təşkilatları tərəfindən geniş istifadə edilmişdir. Ammonium nitrat tərkibli əldə düzəlmə partlayıcı maddələrə daxildir:

1. Qoxusuz, gümüşü / boz rəngli toz və ya dənəvər formasında olan Ammonium nitrat və alüminium qarışığı;
2. AN və yarış avtomobili yanacağı qarışığı, bu fərqli bir yanacaq qoxusu olan ağ, nəmli toz və ya dənəvər formasında partlayıcıdır;



3. Şirin qoxulu, ağ, toz şəkilli AN və şəkər (toz şəkər) qarışığı

4. Fərqli bir dizel yanacağı qoxusu olan ağ və ya çəhrayı rəngli toz və ya dənəvər formalı Amonium nitrat və yanacaq yağı qarışığı [5].

#### **Etilenqlikol**

Nitroqlikol olaraq da bilinən etilenqlikol, etilen qlikolu azaltmaqla əldə edilən (etilen qlikola yüksək konsentrasiya nitrat turşusu əlavə edərək) sarımtıl, yağlı, qoxusuz maye partlayıcıdır. İstehsalda və xüsusiyyətlərinə görə nitroqliserinə (NQ) bənzəyir, lakin, NQ ilə müqayisədə daha dəyişkən və axıcılığı daha az olan mayedir. Etilenqlikol XIX əsrin sonunda icad edilmiş və daha soyuq havalarda istifadə etmək, dinamit istehsal etmək, NQ donma temperaturu azaltmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Zərbələrə, sürtünməyə, qılgınlara və istiliyə son dərəcə həssasdır [6].

#### **Hidrogen peroksid və hidrogen peroksid tərkibli partlayıcılar**

Hazırlanmasının rahatlığını nəzərə alaraq deyə bilərik ki, müxtəlif peroksid qarışıqları və məhlulları terrorçular tərəfindən partlayıcı maddə seçimi üçün populyardır. Belə partlayıcı maddələrdən biri olan heksametilen triperoksid diamin (HMTD) 1885-ci ildə ilk dəfə olaraq Legler tərəfindən kəşf edilmişdir. Zərbə və sürtünməyə olduqca həssas olsa da, NQ ilə müqayisədə nisbətən daha sabitdir və nisbətən daha ucuz başa gəlir, sintez etmək isə daha asandır. HMTD, katalizator rolunu oynayan limon turşusu və ya kükürd turşusunun iştirakı ilə hidrogen peroksid və heksamin reaksiyaları nəticəsində yaranan ağ kristal bir tozdur [7].

HMTD-dən istifadəni nəzərdə tutmuş ən məşhur terror planlarından biri 1999-cu il yeni il ərəfəsində Los Angeles Beynəlxalq Hava Limanını partlatmaq üçün hazırlanan cihazda HMTD-dən istifadə edən Əl-Qaidənin terrorist üzvü olan Əhməd Rəssam idi [8].

Artıq hər hansı bir kommərsiya və ya hərbi sahələrdə istifadə edilməməsinə həmçinin zərbəyə həssaslığına baxmayaraq, HMTD, hələ də dünyada əldə düzəlmə partlayıcılar arasında ən çox istifadə edilən maye partlayıcı hesab edilir. 2006-cı ildə Heatrow hava limanında bir gündə yeddi trans-Atlantik uçuşdakı təyyarəni partlatmaq üçün hazırlanan sui-qəsd planında da məhz HMTD-dən istifadə nəzərdə tutulmuşdu. Aparılan istintaqlar zamanı uğursuzluqla nəticələnən bu planın hazırlanmasında təqsirləndirilən sui-qəsdçilərin mənzilində bu partlayıcının izləri aşkarlanmışdır [9].

Hidrogen peroksid, çox istifadə olunan partlayıcı maddələrin bir başqa növüdür. Saf formada, partlayıcı kimi istifadə olunmasına baxmayaraq, müəyyən saxlanma şəraitində və müxtəlif qarışıqlarda partlaya bilər. Qarışıqlara misal olaraq hidrogen peroksidin un, yonqar, su, qliserin, ammonium nitrat hətta, qəhvə və qara bibər ilə qarışıqlarını göstərmək olar. Terroristlər tərəfindən ən çox istifadə edilən bir digər HP partlayıcısı, üzvi peroksid və birinci yüksək partlayıcı olan aseton peroksiddir (triaseton triperoksid (TATP)). Ağ kristal toz şəklində alır və nəm olduğu zaman daha sabit və daha az həssas olmasına baxmayaraq istiliyə, sürtünməyə və zərbəyə çox həssasdır [10].

TATP terrorçular üçün xüsusi cəlbedicidir, çünki tərkibində azot olmayan partlayıcı növlərindən biridir və buna görə də bu günə qədər tərkibinə azot daxil olan partlayıcı maddələri aşkar etmək üçün nəzərdə tutulmuş standart partlayıcı aşkarlayan skanerlər vasitəsilə onu müəyyən etmək olmur.

TATP, 2001-ci ildən etibarən bir neçə terrorist qruplaşma tərəfindən istifadə edilmişdir. 2001-ci ildə "Ayaqqabı bombaçısı" olan Richard Reid tərəfindən, 2015-ci il Paris və 2016-cı il Brüsseldəki terror hücumlarına əlavə olaraq, 7 iyul 2005-ci ildə dörd intiharçı tərəfindən 52 nəfərin ölümü və 700-dən çox insanın yaralanması ilə nəticələnən London metrosu qatarlarında törədilən partlayışlarda, da peroksid istifadə edilmişdir. Belə ki, sübutlar müstəntiqləri şübhəli bilinən dörd nəfərdən üçünün yaşadığı evləri axtarmağa vadar etdi və nəticədə bir evdə triaseton triperoksidin (TATP) izlərini aşkarladılar [11].

#### **Nitroqliserin**

Nitroqliserin (NQ) ilk dəfə 1846-cı ildə qliserini nitrat turşusu və kükürd turşusu olan bir məhlulda nitratlaşdıraraq italyan kimyaçı Ascanio Sobrero tərəfindən əldə edilmişdir.

NQ-nin həssas xarakterini nəzərə alaraq, onu təhlükəsiz şəkildə istehsal etmək və nəql etmək çətin idi ki, bu da onu idarə etmək üçün həvalə edilmiş bir çox insanın həyatını itirməsinə səbəb olan qəzalara gətirib çıxarırdı. 1860-cı illərdə Alfred Nobel NQ-nin yüksək həssaslığını azalda bildi. O, buna bərk qatqıqlarla, məsələn, maye partlayıcı maddəni uda biləcək Kaisal Gohr tipli gil ilə qarışdıraraq nail oldu. Bu NQ əsaslı dinamit kimi tanınmağa başladı. NQ adətən solğun-sarı, şirin qoxulu rəngsiz maye kimi görünür [12].

NQ-dən terrorçuların istifadəsilə bağlı ən dəhşətli hadisə "Əl-Qaidə" terror qrupunun üzvü olan Ramzi Yusif tərəfindən 11 dekabr 1994-cü ildə Philipin Hava Yollarının reysinə ikinci hissəsində partladılan əldəqayıma partlayıcı qurğu olmuşdur [13].

#### **Nəticə**

Araşdırdığımız hadisələrdən bu qənaətə gəlirik ki, aviasiyada terror məqsədilə belə evdə hazırlana bilən partlayıcı maddələrin istifadəsi yeni təhlükə deyil və davamlı inkişaf edən bir təhdiddir. Bunun sübutu

isə son on ildə bu cür maddələrin istifadəsi ilə əlaqəli hücumların artmasıdır. Aydın ki, belə qeyri-partlayıcı qurğuları aşkar etmək üçün araşdırma səyinə ehtiyac var və şərti partlayıcı maddələri nəzərdən keçirmək lazımdır.

Ev üsulu ilə hazırlanan belə partlayıcı maddələr çox vaxt gündəlik həyatda istifadə üçün nəzərdə tutulmuş maddə və əşyalardan hazırlandığına görə onları baqaj və ya əl yüklərində daşıyan təhlükəsiz gel və mayelərdən fərqləndirmək çətindir.

Bu təhdidin qarşısının alınması üçün aşkarlama texnologiyalarını təkmilləşdirmək, belə maddələrin qanunsuz istifadəsinin və istehsalının qarşısını alacaq tədbirlər görmək və təhlükəsizlik operatorlarına partlayıcı qurğuların tanınması sahəsində müntəzəm təlim keçmək vacibdir. Buraya partlayıcı qurğuların komponentləri və maddə tərkibi haqqında biliklərin inkişaf etdirilməsi, şübhəli fəaliyyətlərin tanınması və müəyyən edilməsi, aşkarlama avadanlıqlarından istifadə, ən son təhdidlər və gizlətmə üsullarının müəyyən-ləşdirilməsinə dair biliklər daxildir.

### Ədəbiyyat

1. İ.Məhərrəmov. Əldəqayırma partlayıcı maddələr və əldəqayırma partlayıcı qurğulara qarşı mübarizənin müasir problemləri, Hərbi bilik, 2016,
2. Philip Zakaria, Greg W.Dicinoski, Michael C.Breadmore. Detecting Improvised Homemade Explosives: challenges and potential solutions, February 15, 2012.
3. R.M. Muxtarov, N.A. Abdullayeva. Partlayıcı maddələrin aşkarlanmasında terahers və raman spektroskopiyasının tətbiqi üstünlükləri, 2019.
4. <http://www.nkpi.az/?page=addread&id=3545>
5. A. Neeman. Homemade Explosives: A Guide, June 16, 2017.
6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ethylene\\_glycol\\_dinitrate](https://en.wikipedia.org/wiki/Ethylene_glycol_dinitrate)
7. Hexamethylene triperoxide diamine, January 09, 2017, <https://www.acs.org/content/acs/en/molecule-of-the-week/archive/h/hexamethylene-triperoxide-diamine.html>
8. H.Bernton, M.Carter, D.Heath and J.Neff. The Ticking Bomb. June 23 - July 7, 2002.
9. C.Summers, D.Casciani. Bomb would have been “devastating”. 9 July 2007.
10. R.M.Muxtarov, N.A.Abdulayeva. Partlayıcı maddələrin tərkibinə görə aşkarlanması üsulları / Fevral məruzələri – 2019. Aviakosmik məsələlərin həllində gənclərin yaradıcı potensialı. IV beynəlxalq elmi-praktiki gənclər konfransı. Bakı, 27-28 fevral, səh. 199-202.
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Acetone\\_peroxide](https://en.wikipedia.org/wiki/Acetone_peroxide)
12. <http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2006/Macgee/Web%20Project/nitroglycerin.htm>
13. 'Proud terrorist' gets life for Trade Center bombing, edition.cnn.com, January 8, 1998.

### *Chemical composition of homemade explosives*

*Abdullayeva N.A., Mukhtarov R.M.*

*Due to the increasing of terrorist attacks in the last two decades, the identification of people involved in the preparation of explosives is important for ensuring public safety and stability. We must have enough information about explosives and their contents for investigating explosive detection technologies. Home-made explosives are made from a combination of different chemicals. This article examines the most commonly used homemade explosives and components in the aviation field.*



### **Qanunsuz müdaxilə aktlarının statistik təhlili**

***Hasanov A.C., Əliyeva L.R.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*  
*hasanovafiq@gmail.com*

Mülki aviasiyanın fəaliyyətinə qarşı olan hədələrdən biri qanunsuz müdaxilə aktlarıdır. Qanunsuz müdaxilə aktları mülki aviasiyanın fəaliyyətinə qarşı insanlar tərəfindən qəsdən törədilən aktlardır. Qanunsuz müdaxilə aktları insanların həyat və sağlamlığının itirilməsinə, həmçinin mülki aviasiyanın təhlükəsizliyinə olan etibarın azalmasına və iqtisadi itkilərə səbəb olur.

Qanunsuz müdaxilə aktlarının qarşısının alınması dövlətlər, beynəlxalq mülki aviasiya təşkilatları və mülki aviasiya subyektləri üçün ən yüksək prioritetlərdən biridir. Qanunsuz müdaxilə aktlarının qarşısının alınması məqsədilə həyata keçirilən aviasiya təhlükəsizliyi tədbirlərinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi üçün baş vermiş qanunsuz müdaxilə aktlarının elmi-statistik təhlilinin aparılması həlli vacib məsələlərdən biridir.

Məqalədə məqsəd, qanunsuz müdaxilə aktlarını elmi-statistik təhlil etməklə, qanunsuz müdaxilə aktlarının cari dinamikasının qiymətləndirilməsidir.

Qanunsuz müdaxilə aktlarının statistik təhlilinə başlamazdan əvvəl, ilk olaraq dünyada hava nəqliyyatı vasitəsi ilə sərnişin və yük daşımaya dair statistik təhlil aparılmışdır.

2009-2018-ci illərdə dünyada hava nəqliyyatı vasitəsi ilə 33.255 milyard sərnişin və 502.5 milyon ton yük daşınmışdır (cədvəl 1). Bu dövr ərzində hava nəqliyyatı vasitəsi ilə hər il orta hesabla 3.325 milyard sərnişin və 50.25 milyon ton yük daşınmışdır [1].

Cədvəl 1. 2009-2018-ci illərdə hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınmış sərnişin və yüklərə dair statistika

İllər	Daşınan sərnişinlərin sayı (milyard)	Daşınan yükün kütləsi (milyon ton)
2009	2.488	40
2010	2.705	47.6
2011	2.870	48.7
2012	3.004	48
2013	3.138	49.1
2014	3.316	50.7
2015	3.556	51
2016	3.794	52.8
2017	4.062	56.6
2018	4.322	58
<b>Cəmi</b>	<b>33.255</b>	<b>502.5</b>
<b>Orta qiymət</b>	<b>3.325</b>	<b>50.25</b>

2009-2018-ci illərdə hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınmış sərnişinlərin və yüklərin miqdarının illər üzrə dəyişilməsinin öyrənilməsi üçün korrelyasiya-reqressiya analizi aparılmışdır. Korrelyasiya-reqressiya modelinin qurulması üçün statistik təhlil proqram paketindən istifadə edilmişdir.

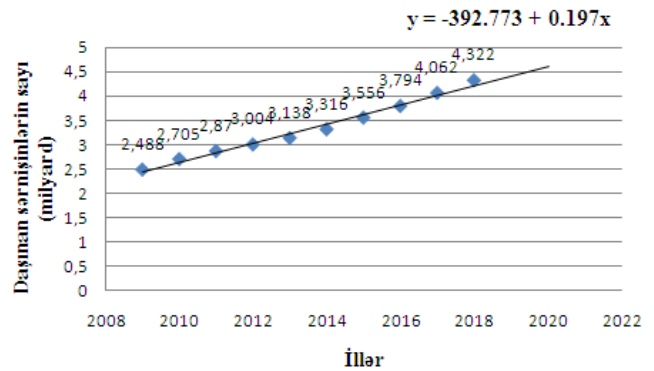
Korrelyasiya analizi dəyişənlər arasındakı əlaqənin olub-olmamasını və gücünü, reqressiya analizi isə dəyişənlər arasındakı asılılığın formasını ifadə edir.

Dəyişənlər arasındakı əlaqənin gücü 0-dan müsbət 1-ə və ya 0-dan mənfi 1-ə qədər qiymət alan korrelyasiya əmsalı (r) ilə xarakterizə edilir. Korrelyasiya əmsalının müsbət və ya mənfi qiyməti dəyişənlər arasındakı əlaqənin müvafiq olaraq düz və ya tərs asılı olduğunu ifadə edir [2].

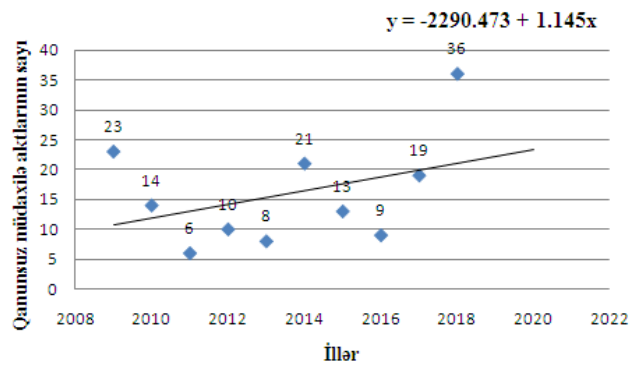
Hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınmış sərnişinlərin sayının 2009-2018-ci illərdə dəyişilməsinin korrelyasiya-reqressiya modeli qurulmuşdur. Korrelyasiya əmsalının (r=0,99) qiyməti müsbət alınmış, yəni dəyişənlər arasında düz asılılıq mövcuddur. Alınmış reqressiya tənliyi göstərir ki, hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınmış sərnişinlərin sayı hər il 197 milyon nəfər artmışdır (şəkil 1).

2009-2018-ci illərdə hava nəqliyyatı vasitəsilə daşınmış yüklərin miqdarının dəyişilməsinin korrelyasiya-reqressiya modeli qurulub. Korrelyasiya əmsalının (r=0,93) qiyməti müsbət alınmış, yəni dəyişənlər arasında düz asılılıq mövcuddur. Alınmış reqressiya tənliyi göstərir ki, hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınmış yüklərin miqdarı hər il 1,552 milyon ton artmışdır (şəkil 2).

Növbəti illərdə hava nəqliyyatı vasitəsi ilə sərnişinlərin və yüklərin daşınması bu tempə inkişaf edərsə, 2030-cü ildə daşınan sərnişinlərin sayı 7 milyardan çox, yüklərin miqdarı isə 75 milyon tondan çox olacaqdır. Bununla belə, qanunsuz müdaxilə aktları hava nəqliyyatının bu tempə inkişafına mane ola bilər. Belə ki, 2009-2018-ci illərdə 159 qanunsuz müdaxilə aktı baş vermiş və nəticədə 909 nəfər həlak olmuş və 608 nəfər xəsarət almışdır (cədvəl 2). 2009-2018-ci illərdə hər il orta hesabla 16 qanunsuz müdaxilə aktı baş vermişdir.



Şəkil 1. 2009-2018-ci illərdə hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınan sərnişinlərin sayının dəyişilməsi



Şəkil 2. 2009-2018-ci illərdə hava nəqliyyatı vasitəsi ilə daşınan yükün kütləsinin dəyişilməsi

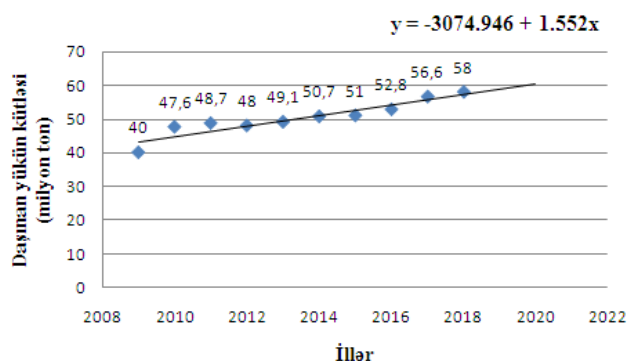
Сәдвәл 2. 2009-2018-ci illәрдә baş qanunsuz müdaxilә aktlarının (QMA) statistikası

İllər	QMA-nın sayı	Hәlak olmuş insanların sayı	Xәsarәt almış insanların sayı
2009	23	3	4
2010	14	6	13
2011	6	35	152
2012	10	20	44
2013	8	34	7
2014	21	334	44
2015	13	403	6
2016	9	58	319
2017	19	8	9
2018	36	8	10
<b>Cәmi</b>	<b>159</b>	<b>909</b>	<b>608</b>
<b>Orta qiymәt</b>	<b>15,9</b>	<b>90,9</b>	<b>60,8</b>

2009-2018-ci illәrdә baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktları nəticәsində әn çox insan itkisi 2014 və 2015-ci illәrdә qeydә alınmışdır. 2014-cü ildә baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktları nəticәsində hәlak olmuş 334 nəfәrdән 298-i iyulun 17-dә “Malaziya Hava Yolları” aviaşirkәtinә mәxsus Boeing 777-200 ER tәyyarәsinin Ukrayna səmasında Buk zenit raket kompleksi vasitəsi ilә qәsdән vurulması nəticәdә hәyatlarını itirmişdir [3]. 2015-ci ildә isә baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktları nəticәsində hәlak olmuş 403 nəfәrdән 150-si martın 24-dә “Germanwings” aviaşirkәtinә mәxsus Airbus A320 tәyyarәsinin Fransa әrazisində ikinci pilot tərəfindән qәsdән mәhv edilməsi nəticәsində hәyatlarını itirmişlər. 2015-ci ilin oktyabrın 31-dә “Koqalimavia (Metrojet)” aviaşirkәtinә mәxsus Airbus A321 tәyyarәsinin Misir səmasında әldәqayırma partlayıcı qurğу vasitəsi ilә partladılması nəticәdә daha çox insan hәyatını itirmişdir. Bu qanunsuz müdaxilә aktı nəticәsində 224 nəfәр hәlak olmuşdur [4]. Ümumiyyətlә, 2009-2018-ci illәrdә baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktları nəticәsində hәlak olmuş şəxslәrin 74%-i qeyd etdiyimiz qanunsuz müdaxilә aktları nəticәsində hәyatlarını itirmişdir [1].

2009-2018-ci illәrdә baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktlarının sayının dәyişilmәsinin korrelyasiya-reqressiya modeli qurulmuşdur. Korrelyasiya әmsalının ( $r=0,38$ ) qiymәti müsbәt alınmış, yәni dәyişәnlәр arasında düz asılılıq mövcuddur. Alınmış reqressiya tәnliyi göstәrir ki, qanunsuz müdaxilә aktlarının sayı hәр il tәxminән 1 vahid artmışdır (şәkil 3).

Belәliklә, 2009-2018-ci illәrdә hava nəqliyyatı ilә sәrnişin və yük daşımanın hәcmi artmaqla yanaşı, baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktlarının sayı da artmışdır. Xüsusilә uçuşda olan hava gәmilәrinә qarşı törәdilmiş qanunsuz müdaxilә aktları çoxsaylı insanın hәlak olmasına sәbәb olmuşdur. Әgәр növbәti illәrdә dә qanunsuz müdaxilә aktlarının sayında artım dinamikası olarsa, bu mülki aviasiyanın inkişafına mәnfі tәsir göstәрә bilәр.



Şәkil 3. 2009-2018-ci illәrdә baş vermiş qanunsuz müdaxilә aktlarının sayının dәyişilmәsi

### Әдәbiyyat

1. <https://www.icao.int/annual-report-2018/Pages/the-world-of-air-transport-in-2018-statistical-results.aspx>.
2. A.C.Hәsәnov. Axtarış və xilasetmә işlәрində riskin qiymәtlәndirilmәsi. «Gәncләрın yaradıcı potensialı aviakosmik mәsәlәlәрın hәllində» (Fevral mәruzәlәri-2017). Beynәlxalq iştirakla II elmi-praktiki gәncләр konfransının materialları.
3. ICAO Safety Report 2015 Edition.
4. ICAO Safety Report 2016 Edition.

### Statistical analysis of acts of unlawful interference

Hasanov A.J., Aliyeva L.R.

The article conducted a statistical analysis of the acts of unlawful interference in 2009-2018. It turned out that in 2009-2018, along with an increase in passenger and freight traffic by air transport, the number of acts of unlawful interference was also increased. Especially, many acts of unlawful interference against aircraft caused the death of many people. If there is an increase in the number of acts of unlawful interference in the next few years, this could have a negative impact on the development of civil aviation.



**Regulation of entry of foreign investment: EU FDI screening regulation and Azerbaijani legislation**

***Ramazan M.V.***

*Baku State University, Azerbaijan*

*malik.ramazanzade@gmail.com*

Foreign investment has always been viewed as factor boosting economy of a recipient state and, nonetheless, as a potential threat. Accordingly, alongside with expansion of foreign investment certain states have attempted to restrict foreign investments based on motives of nationalism and protectionism [1]. In the meantime, as noted by Sornarajah regulation of entry of foreign investment was a matter of immigration laws and control over foreign investment was exercised during wars rather than in peacetime [1]. Yet, as noted, the expansion of foreign investment raised concerns and resulted in development of national legislation enabling protection from specific types of foreign investment or envisaging other rules as deemed appropriate. For instance, among the threats borne by foreign investment some scholars mention disparity of wages, threats to national security caused by change of control over national firm, which may lead to dependence from foreign supplier, transfer of technology or surveillance [2]. While the discussed trend in policy-making was first started by developed countries further on developing countries caught up and established more complex mechanisms for regulation of foreign investment. Furthermore, establishment of effective framework was of utmost importance for developing countries since they were attempting to attract foreign investment and therefore they could not allow denying certain benefits for investors but, yet they were also longing to limit such investments. As a result of this process many states have adopted so-called ‘investment codes’ containing rules governing foreign investment. It should be added that to certain extent content of these legislative acts is comparable since they are prepared on basis of instruments adopted by international organizations and successful examples developed by other states. Yet, in the meantime, every state tends to establish beneficial conditions for specific industries requiring foreign investment (*i.e.* agriculture, oil and gas *etc.*) which represents difference between the discussed instruments.

It should be noted that regulations for entry of foreign investment are not stipulated by international law. Furthermore, freedom of entry of foreign investments has been advocated both in the literature and by international organizations such as World Trade Organization. However, these attempts may have not led to establishment of any document having binding force. In addition, liberalization of investment flows through development of unified rules is objected by the doctrine of state sovereignty allowing the state to independently conclude whether entrance of alien (in this instant case – investor) is desirable. Accordingly, the recipient states may exercise screening of foreign investment through their administrative body in order to determine whether particular investment should be allowed. As noted in literature, such screening is carried out via requirement to conduct feasibility study of proposed foreign investment reflecting positive outcome brought by particular foreign investment to the country’s economy [1]. Accordingly, by requiring a foreign investor to conduct feasibility study or, in other words, to prove that proposed investment is indeed beneficial for the host state the states also achieve a ground for further interference with the foreign investment agreement should there be instances of misrepresentation or fraud [3]. With that said, it may be concluded that the states have developed requirements for entry of foreign investment as a response to ever-increasing expansion of foreign investment. The European Union (‘EU’) has also following this tendency by adopting the Regulation (EU) 2019/452 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019 establishing a framework for the screening of foreign direct investments into the Union (the ‘FDI Regulation’). The current paper seeks to analyze certain provisions of the FDI Regulation and substantiate necessity or otherwise of their enactment into national legislation of the Republic of Azerbaijan.

*The FDI Regulation*

The FDI Regulation was published on 21 March 2019 in the *Official Journal of the European Union* and subsequently entered into force on 10 April 2019. It is envisaged that requirements of the FDI Regulation shall apply to transactions concluded from 11 October 2020. As noted, the FDI Regulation ‘represents a fundamental evolution’ as it is ‘the first time that the screening of foreign direct investments is regulated at the EU level’ [4] As it is evident from above, the mechanism of screening of foreign investments is not new and has been applied long before the EU. However, the states apply screening for different purposes which may as well include security considerations and protection of public order. In particular

when speaking of reasons for adoption of the FDI Regulation it should be noted that although the EU has always been open for foreign investment as well as regarded as one of top destinations for FDI in the world [5]. However, there has been concerns about particular investments and the fact that these investments are made for political and strategic purposes rather than for the sake of obtainment of economic benefit. Accordingly, potential exposure of the EU to politically motivated investments, particularly those made by Chinese companies, has driven the adoption of the FDI Regulation [6]. It is therefore evident why does Article 1 the FDI Regulation states that the FDI Regulation ‘establishes a framework for the screening by the Member States of foreign direct investments into the Union on the grounds of security or public order’. At this point for the sake of understanding of the scope of the FDI Regulation the concept of ‘foreign direct investment’ should be elaborated. As such, Article 2 of the FDI Regulations provides definition of foreign direct investment which means an investment of **any kind** by a foreign investor **aiming** to establish or to maintain lasting and direct links between the foreign investor and the entrepreneur to whom or the undertaking to which the capital is made available in order to carry on an economic activity in a Member State, including investments which enable effective **participation in the management or control of a company** carrying out an economic activity’ As it is evident the EU establishes its own definition of foreign direct investment. It is notable that this definition covers both direct and portfolio investments. Additionally, the EU legislators emphasizes purposes of foreign direct investment by outlining that an investment is made for the sake of establishment or maintaining links with counterparty from the EU. The FDI Regulation also provides definition of foreign investors which entails ‘a natural person of a third country or an undertaking of a third country, intending to make or having made a foreign direct investment.’

It should be noted that foreign investment screening procedure had been implemented by the Member State before adoption of the FDI Regulation. Accordingly, the FDI Regulation rather lifts this procedure on Union level and complements it. Furthermore, the FDI Regulation does not require the Member States to adopt a foreign direct investment screening mechanism. In the opposite, its purpose is to facilitate investment screening and involvement of the EU authorities (the Commission) and other Member States. For the sake of completeness it should be noted that screening is defined by the FDI Regulation as ‘procedure allowing to assess, investigate, authorize, condition, prohibit or unwind foreign direct investment’. The FDI Regulation provides for three cooperation and review regimes:

1) Foreign direct investment under screening

Under Article 6 of the FDI Regulation the Member State are obligated to notify the Commission and other Member States of any foreign direct investment subject to screening within their territory. Scope of information to be provided under this procedure is set in Article 9 of the FDI Regulation and includes, *inter alia*, ownership structure of the foreign investor and undertaking in which foreign direct investment is planned, value of foreign direct investment, funding and source of foreign direct investment, *etc.* Subsequently, other Member States may comment on foreign direct investment under screening should there be any concerns about it. As to the Commission, it is entitled to issue opinion addressed to the Member State carrying out screening should the investment bear threat to public order or security. It should be noted that ultimate decision on foreign direct investment remains with the screening Member State which is however required to give ‘due consideration’ to the comments of other Member States and opinion of the Commission.

2) Foreign direct investment not undergoing screening

In contrast to the procedure outlined above, Article 7 of the FDI Regulation authorizes Member States to comment on foreign direct investment which is planned or completed in another Member State. Such comment is also required to be provided to the Commission. It should be noted that neither the FDI Regulation nor EU legislation in general requires the Member States to establish investment screening framework. With that said, it may be concluded that this procedure is intended to tackle threats from foreign direct investments made to the states which do not conduct investment screening at all or do not conduct it in relation to that particular category of investments as well as for instances investment screening procedure has been completed.

3) Foreign direct investment affecting EU interests

Unlike other mechanisms which were focused on Member States the third mechanism establishes framework to protection interests of the EU. As such, under Article 8 of the FDI Regulation the Commission is entitled to issue an opinion addressed to the Member State receiving foreign direct investment should such investment be likely to affect projects or programmes of Union interest (these projects and programmes are annexed to the FDI Regulation and mostly include technology and energy projects).

Article 4 of the FDI Regulation provides factors that should be considered while determining its effect on security or public order. It should be noted that there are two set of factors which could be conditionally

distinguished as factors relating to the EU and factors relating to foreign investors. As such, factors relating to the EU laid down in Article 4(1) of the FDI Regulation require consideration of effect of foreign investment on (1) critical infrastructure, whether physical or virtual (which means that cybersecurity threats should also fall within the scope) such as energy, transport, water, health *etc.* (2) critical technologies and dual use items such as artificial intelligence, robotics, semiconductors, cybersecurity *etc.* (3) supply of critical inputs, including energy or raw materials as well as food security (4) access to sensitive information, including personal data or the ability to control such information (5) the freedom and pluralism of the media. Meanwhile, factors relating to foreign investors include (1) linkage between foreign investors and government, including state bodies and armed forces (such linkage may be exercised through direct or indirect control, ownership or funding); (2) involvement in activities affecting security or public order of a Member State; (3) risk that a foreign investor is engaged in criminal or illegal activities.

#### *Azerbaijani legislation*

The Law No 57 dated 15 January 1992 “On protection of foreign investment” (“The Law on Protection of Foreign Investment”) is the key legislative act governing foreign investment in Azerbaijan. Being adopted almost 30 years ago this legislative act has faced very few amendments and requires revision. It is not coincidental that “Strategic Roadmaps for Development of National Economy” also prioritize attraction of foreign investment to national economy. With that said, it is beyond any doubt that legislation governing foreign investment should also adapt in accordance with requirements of time.

The Law on Protection of Foreign Investment does not explicitly envisage requirements for screening of foreign investment. However, it provides certain limits for entrance of foreign investment based on geographical and industry criteria in Article 7. In the meantime, Article 17 of provides for obtainment of certificates evidencing adherence to sanitary-hygiene and ecological requirements while establishing legal entity in Azerbaijan. In connection with this, it should be noted that the Law No. 560-IIQ dated 12 December 2003 “On state registration and state register of legal entities” does not envisage any requirements for submission of the abovementioned certificates in the course of registration, which gives ground to assume that such control measures are not implemented at the moment. Another notable provision of the Law on Protection of Foreign Investment relates to expertise on large-scale construction projects and exploration of natural resources. This requirement may be construed as a basis for screening of foreign investment. However, analysis of legislation shows that this requirement is rather fragmentary, and legislation does not further elaborate it. With that said, there is a room for improvement, especially considering new aspects that need to be considered in the course of hosting foreign investment.

Along with the Law on Protection of Foreign Investment, certain provisions governing foreign investment may be also found in other legislative acts, for instance, the Law No. 833-IIQ dated 19 June 2009 “On education”. In contrast to these, – Operate – Transfer” model as well as on requirements for investors, agreements and value of goods and services obtained as a result of investment” clarifies the scope of requirements for investor. It should be noted that these requirements relate to expertise of investor in particular area, but provided list of requirements is not exhaustive, therefore certain other requirements may be also set for investors, such as disclosure of information affecting public order or security. It should be also added that requirements for entry of foreign investment may be also set in bilateral investment treaties. However, due to their reciprocal character it is not likely that additional requirements for admission of investment be included into a treaty. Yet, certain bilateral investment treaties concluded by Azerbaijan contain provisions which may be construed as a basis for screening of investments for the sake of security [12]. However, it should be concluded that national legislation does not fully address the matter of admission of investments and in particular their screening.

#### **Bibliography**

1. Muthucumaraswamy Sornarajah, *The International Law on Foreign Investment*, Third edition, Cambridge University Press, 2009.
2. Theodore Moran, *Foreign Direct Investment*, The Wiley-Blackwell Encyclopedia of Globalization, First Edition (2016).
3. *Amco v Indonesia* (1988) 27 ILM 1281.
4. <https://www.jonesday.com/en/insights/2019/04/screening-of-foreign-direct-investments> (last visited 20 January 2020).
5. [https://read.oecd-ilibrary.org/finance-and-investment/oecd-international-direct-investment-statistics-2018\\_bb55ccaf-en#page14](https://read.oecd-ilibrary.org/finance-and-investment/oecd-international-direct-investment-statistics-2018_bb55ccaf-en#page14) (last visited 20 January 2020).
6. <https://www.reuters.com/article/uk-eu-trade-france/france-germany-italy-urge-rethink-of-foreign-investment-in-eu-idUKKBN15T1ND> (last visited 20 January 2020).

7. The Regulation (EU) 2019/452 of the European Parliament and of the Council of 19 March 2019 establishing a framework for the screening of foreign direct investments into the Union.
8. The Law No 57 dated 15 January 1992 "On protection of foreign investment".
9. The Law No. 560-IIQ dated 12 December 2003 "On state registration and state register of legal entities".
10. The Law No. 833-IIQ dated 19 June 2009 "On education".
11. The Presidential Decree No. 1149 dated 7 December 2016 "On conditions for operations of projects within the framework of "Build – Operate – Transfer" model as well as on requirements for investors, agreements and value of goods and services obtained as a result of investment".
12. Bilateral Investment Treaties concluded by the Republic of Azerbaijan.

***Регулирование поступления иностранных инвестиций: Регламент Евросоюза "Об установлении правовых рамок для проверки прямых иностранных инвестиций в Союз" и национальное законодательство Азербайджанской Республики***

*Рамазанзаде М.В.*

*Анализируются положения Регламента N2019/452 Европейского парламента и Совета Европейского Союза "Об установлении правовых рамок для проверки прямых иностранных инвестиций в Союз", предусматривающий требования по проверке прямых иностранных инвестиций на предмет их угрозу общественному порядку и безопасности и сравниваются с положениями действующего законодательства Азербайджанской Республики.*



**MDB ölkələrinin konstitusiyalarında müəyyən edilmiş beynəlxalq aktların hüquqi qüvvəsi**

***Nuriyev A.A.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
agil.nurlu@gmail.com*

MDB-yə üzv olan ölkələrin hər biri ayrılıqda beynəlxalq hüququn müstəqil və bərabərhüquqlu subyektləridirlər. MDB-nin əsas məqsədi təşkilata üzv olan bütün dövlətlərin bir çox sahələrdə inkişafına şərait yaratmaqla bərabər, həmçinin hüquqi, siyasi, iqtisadi, ekoloji, humanitar, mədəni və digər sahələrdə əməkdaşlıq etmək və dövlətlərin ümumi iqtisadi məkanda, dövlətlərarası kooperasiya və inteqrasiya şəraitində hərtərəfli inkişaf etdirilməsini təmin etməkdir.

Beynəlxalq hüquqla dövlətdaxili, yəni milli hüququn qarşılıqlı əlaqəsi, onlar arasında münasibət məsələsi, hər bir dövlətin konstitusiyası ilə müəyyən edilir. Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyasında da bu məsələ ilə bağlı müddəalar öz əksini tapıb. Əvvəla, Konstitusiyanın "Azərbaycan Respublikasının qanunvericilik sisteminə daxil olan aktlar" adlanan 148-ci maddəsinin II hissəsində göstərilir ki, Azərbaycanın tərəfdar çıxdığı beynəlxalq müqavilələr Azərbaycan Respublikasının qanunvericilik sisteminin ayrılmaz tərkib hissəsidir [1].

İkincisi, beynəlxalq aktların hüquqi qüvvəsini tənzimləyən 151-ci maddədə qeyd edilir ki, ölkənin qanunvericilik sisteminə daxil olan normativ hüquqi aktlarla (Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyası və referendumla qəbul edilən aktlar istisna olmaqla) Azərbaycanın tərəfdar çıxdığı dövlətlərarası müqavilələr arasında ziddiyyət yaranarsa, həmin beynəlxalq müqavilələr tətbiq edilir [1]. Göstərilən norma ilə Azərbaycan Respublikasının tərəfdar çıxdığı beynəlxalq müqavilələrin respublikanın hüquq sisteminə daxil olan normativ aktların iyerarxiyasında yeri müəyyən edilib. Bu sistemdə beynəlxalq müqavilə hüquqi qüvvəsinə görə Konstitusiyadan və referendum yolu ilə qəbul edilmiş aktlardan sonra üçüncü yerdə durur.

Konstitusiyanın qeyd edilən 148-ci və 151-ci maddələri Azərbaycanın qanunvericilik sisteminə beynəlxalq hüquq normalarının yeri haqqında kifayət qədər aydınlıq yaradır.

Azərbaycan Konstitusiyasının 12-ci maddəsinin ikinci hissəsində birbaşa göstərilir ki, Konstitusiyada sadalanan insan və vətəndaş hüquqları və azadlıqları Azərbaycan Respublikasının tərəfdar çıxdığı beynəlxalq müqavilələrə uyğun tətbiq edilir [1]. Buradan belə bir nəticə çıxarılır ki, Konstitusiyada insan və vətəndaş hüquqları və azadlıqları ilə bağlı Azərbaycanın tərəfdar çıxdığı beynəlxalq müqavilələrə nisbətdə fərqli qaydalar müəyyən edilibsə, beynəlxalq müqavilənin norması tətbiq edilməlidir.

Sadalanan xüsusatlara əsasən Azərbaycan Respublikasının hüquq sisteminə beynəlxalq aktların hüquqi qüvvəsi və iyerarxi statusu tam aydın olur.

MDB-yə daxil olan bəzi dövlətlərin konstitusiyalarına nəzər saldıqda oxşar müddəaları orada da görə bilərik. Belə ki, MDB-nin qurucularından olan Rusiya Federasiyasının 1993-cü il Konstitusiyasının 15-ci maddəsinin 4-cü bəndində göstərilir: "beynəlxalq hüququn tanınmış prinsipləri və normaları və Rusiya



Federasiyasının beynəlxalq müqavilələri onun hüquq sisteminin ayrılmaz hissəsini təşkil edir". Həmçinin bildirilir ki: "Rusiya Federasiyasının beynəlxalq müqaviləsində qanunda göstəriləndən başqa qaydalar varsa, beynəlxalq müqavilə qaydaları tətbiq ediləcəkdir" [2]. Qeyd etmək lazımdır ki, Rusiya beynəlxalq və daxili qanunlar arasındakı əlaqələrə dair geniş islahatlar həyata keçirən ilk MDB ölkəsi olmuşdur.

1994-cü il Moldova Konstitusiyasının 8-ci maddəsində oxuyuruq ki, "Moldova Respublikası Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Nizamnaməsinə və tərəf olduğu müqavilələrə hörmətlə yanaşır". Davamında qeyd edilir ki: "Moldova Respublikasının imzaladığı konvensiya və müqavilələr ilə öz milli qanunları arasında fikir ayrılığı yarandıqda, beynəlxalq qaydalara üstünlük veriləcəkdir" [3].

1995-ci il Qazaxıstan Konstitusiyasının 4-cü maddəsində "Qazaxıstan Respublikası tərəfindən ratifikasiya edilmiş beynəlxalq müqavilələrin qanunlardan üstün olduğunu və beynəlxalq müqavilənin özündə qanunun tətbiqinin nəzərdə tutulduğu hallar istisna olmaqla, beynəlxalq müqavilələrin birbaşa tətbiq edildiyi" bildirir [4].

Tacikistanın 1994-cü il Konstitusiyasının 10-cu maddəsində qeyd edilir: "Tacikistan tərəfindən tanınan beynəlxalq hüquqi sənədlər respublikanın hüquq sisteminin tərkib hissəsidir. Respublika qanunları ilə tanınmış beynəlxalq hüquqi sənədlər arasında ziddiyyət yarandıqda, beynəlxalq sənədlərin qaydaları tətbiq olunur" [5].

2008-ci ildən MDB üzvlüyündən çıxmasına baxmayaraq Gürcüstan Respublikasının da konstitusiyasına nəzər salmaq maraqlı olardı. 1995-ci il Gürcüstan Konstitusiyasının 4-cü maddəsində deyilir ki, "Gürcüstan qanunvericiliyi beynəlxalq hüququn qəbul edilmiş prinsip və normalarına uyğundur. Gürcüstanın beynəlxalq müqaviləsi, Konstitusiya və ya Gürcüstanın Konstitusiya Sazişinə zidd olmadığı təqdirdə, daxili normativ aktlardan üstündür" [6].

2005-ci ildən MDB-də müşahidəçi dövlət kimi çıxış edən Türkmənistan Respublikası da öz Konstitusiyasında buna uyğun mövqe nümayiş etdirir. Belə ki, Türkmənistanın 1992-ci il Konstitusiyasının 6-cı maddəsində deyilir ki, "Əgər Türkmənistanın beynəlxalq müqaviləsi Türkmənistan qanunlarında göstəriləndən başqa qaydalar müəyyənləşdirirsə, beynəlxalq müqavilə qaydaları tətbiq olunur" [7].

Dünya siyasətinə də məlum olduğu kimi Azərbaycan müstəqilliyə gedən yolunda dəfələrlə qondarma Ermənistanın yalançı ərazi iddialarına və işğalçı hücumlarına məruz qalmışdır. Bu hücumlar nəticəsində Azərbaycan ərazisinin 20%-i işğal edilmiş, 1 milyon vətəndaşı qaçqın və məcburi köçkün düşmüş, çoxlu sayda şəhidlər vermişdir. Məhz bu səbəb 1990-cı illərin ilk yarısında Azərbaycanı həm müstəqilliyini möhkəmləndirmək, həm də ərazilərinin Ermənistan tərəfindən işğalı probleminin ədalətli həllinə nail olması üçün çoxşaxəli və effektiv münasibətlər qurmağa vadar edirdi və təsadüfi deyil ki, bu baxımdan Müstəqil Dövlətlər Birliyi (MDB) ilə münasibətlər Azərbaycan xarici siyasətinin əsas istiqamətlərindən birini təşkil etmişdir. Bu cəhətdən Ermənistan konstitusiyasına nəzər salsaq görərik ki, 1995-ci il Ermənistan Konstitusiyasının 5-ci maddəsində "Ermənistan Respublikası tərəfindən ratifikasiya olunmuş beynəlxalq müqavilələrin normaları ilə qanunların normaları arasında ziddiyyət olduqda beynəlxalq müqavilələrin normaları tətbiq olunduğu" qeyd edilmişdir [8].

Göründüyü kimi, yuxarıda sadalanan dövlətlər, Azərbaycan, Rusiya, Moldova, Qazaxıstan, Tacikistan, Gürcüstan və Ermənistan öz konstitusiyalarında beynəlxalq qanunları və ratifikasiya edilmiş müqavilələri milli hüququn bir hissəsi olduğunu elan edirlər. Bundan əlavə, bu ölkələrin konstitusiyaları milli normalara münasibətdə beynəlxalq normalara daha yüksək iyerarxik status verir.

Qeyd edilən dövlətlərdən əlavə MDB-yə daxil olan ikinci qrup dövlətlər də vardır ki, onlar konstitusiyalarında beynəlxalq hüququn milli qanunvericiliyin bir hissəsini təşkil etdiyini, lakin daxili hüquq sisteminə beynəlxalq qaydaların iyerarxik vəziyyətini təyin etmədiklərini açıq şəkildə bildirənlərdən ibarətdir. Bu ölkələrə misal olaraq Qırğızıstan Respublikasını və hal-hazırda (2014-cü ildən) MDB üzvlüyünü tərk etsə də, Ukrayna Respublikasını misal göstərmək olar.

1996-cı il Ukrayna Konstitusiyasının 9-cu maddəsində deyilir ki, "Ukraynanın Ali Radası tərəfindən təsdiq edilmiş qüvvədə olan beynəlxalq müqavilələr Ukraynanın milli qanunvericiliyinin bir hissəsini təşkil edir". Bununla birlikdə, beynəlxalq müqavilələr üçün daxili qanunvericiliyə zidd olan prioritet müəyyən etmir.

Qırğızıstanın 1993-cü il Konstitusiyasının 6-cı maddəsində qeyd edilir: "Qırğızıstan Respublikasının müəyyən edilmiş qanuni qaydada qüvvəyə minmiş beynəlxalq müqavilələri, habelə beynəlxalq hüququn ümumdünya tərəfindən qəbul edilmiş prinsipləri və normaları Qırğız Respublikasının hüquq sisteminin tərkib hissəsidir".

Bundan əlavə, üçüncü qrup dövlət də mövcuddur ki, bu dövlət öz konstitusiyasında yalnız beynəlxalq hüquqa qeyri-müəyyən istinadları daxil etmişdir. Buna misal kimi Özbəkistan Respublikasını göstərmək olar. Özbəkistan Respublikasının 1992-ci il Konstitusiyasının 17-ci maddəsində göstərilir ki, "Özbəkistan Respublikasının xarici siyasəti dövlətlərin suveren bərabərliyi, güc tətbiq edilməməsi və ya onun tətbiqi ilə

hədələnməməsi, sərhədlərin toxunulmazlığı, dinc münasibətlər, mübahisələrin həlli, digər dövlətlərin daxili işlərinə qarışmamaq və digər tanınmış normalara əsaslanmalıdır” [10].

Ekspetlərin fikrincə, beynəlxalq hüquqa edilən bu istinad sadəcə xarici siyasətin bir ifadəsi kimi görünür. Bu isə beynəlxalq hüquq normalarının Özbəkistanın daxili hüquq sisteminə inkorporasiya ediləcəyinə şübhə doğurur [11].

Belarus Respublikasını qeyd edilən kateqoriyalardan hər hansı birinə təsnifləşdirmək nisbətən çətindir. Çünki, 1996-cı il Konstitusiyasının 8-ci maddəsində "Belarus Respublikası beynəlxalq hüququn ümumdünya tərəfindən qəbul edilmiş prinsiplərinin üstünlüyünü tanıyır və qanunlarının bu prinsiplərə uyğun olmasını təmin edir" elan edilmişdir. Lakin, maddənin davamında "Konstitusiyaya zidd olan beynəlxalq müqavilələrin bağlanmasına yol verilmir" qeyd edilmişdir. Daha sonra konstitusiyanın 21-ci maddəsində "Dövlət, Belarusiya vətəndaşlarının Konstitusiyada və qanunlarda təsbit edilmiş və dövlətin beynəlxalq öhdəliklərində göstərilən hüquq və azadlıqlarına zəmanət verir" deyə bildirilmişdir.

Aparılan araşdırmanın nəticəsində, MDB-yə hal-hazırda üzv olan, eləcə də əvvəllər MDB üzvü olmuş, lakin hal hazırda üzvlükdən çıxmış, həmçinin müşahidəçi ölkə qismində çıxış edən, ümumilikdə MDB regionunda mövcud olan dövlətlərin konstitusiyalarının müqayisəli təhlili onu deməyə əsas verir ki, sadalanan ölkələrin hər birinin konstitusiyasında beynəlxalq hüququn prinsiplərinə əməl edilməsi və onu milli qanunvericiliyin tərkib hissəsi kimi qəbul edilməsi barədə normalar mövcuddur. Lakin, burada mütləq qeyd etmək lazımdır ki, məsələnin belə həlli müasir beynəlxalq hüququn tələblərinə tam şəkildə cavab vermir. Belə ki, istər müasir beynəlxalq hüquqda imperativ normalardan biri olan beynəlxalq öhdəlikləri vicdanla yerinə yetirmə (*pacta sunt servanda*) prinsipi baxımından, istərsə də universal beynəlxalq saziş olan Beynəlxalq müqavilələr hüququ haqqında 1969-cu il Vyana Konvensiyasının 27-ci maddəsinə əsasən, habelə bir sıra digər beynəlxalq hüquq normalarının tələblərinə görə dövlətdaxili qanunvericilik tamamilə, yəni, ölkə Konstitusiyası da daxil olmaqla beynəlxalq hüquqa uyğun olmalıdır [12]. Təəssüf ki, aparılan təhlillərdə biz bunu MDB ölkələrinin konstitusiyalarında tam aydın görə bilmirik.

Təqdirəlayiq haldır ki, Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyasında insan hüquqları üzrə beynəlxalq standartlara münasibətdə beynəlxalq hüquqla milli hüququn nisbəti məsələsi həmin tələblərə cavab verir.

### Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyası. <http://www.e-qanun.az/framework/897>.
2. Rusiya Federasiyasının Konstitusiyası. <http://www.constitution.ru/en/10003000-02.htm>.
3. Moldova Respublikasının Konstitusiyası / [http://www.constcourt.md/public/files/file/Actele%20Curtii/acte\\_en/MDA\\_Constitution\\_EN.pdf](http://www.constcourt.md/public/files/file/Actele%20Curtii/acte_en/MDA_Constitution_EN.pdf).
4. Qazaxıstan Respublikasının Konstitusiyası. <http://mfa.gov.kz/en/hague/content-view/the-constitution-of-the-republic-of-kazakhstan>.
5. Tacikistan Respublikasının Konstitusiyası. <http://www.unesco.org/education/edurights/media/docs/ae8c0f7576f3d9f63ff2055592a9cb6b7f95227a.pdf>.
6. Gürcüstan Respublikasının Konstitusiyası. <https://matsne.gov.ge/en/document/view/30346?publication=35>.
7. Türkmənistan Respublikasının Konstitusiyası. <https://www.legislationline.org/download/id/2960/file/Constitution%20of%20Turkmenistan-final-edited.pdf>.
8. Ermənistan Respublikasının Konstitusiyası. <https://www.president.am/en/constitution-2015/>.
9. Ukrayna Respublikasının Konstitusiyası. [https://www.justice.gov/sites/default/files/eoir/legacy/2013/11/08/constitution\\_14.pdf](https://www.justice.gov/sites/default/files/eoir/legacy/2013/11/08/constitution_14.pdf).
10. Özbəkistan Respublikasının konstitusiyası. <https://www.un.int/uzbekistan/uzbekistan/constitution-republic-uzbekistan>.
11. Danilenko, M. Gennady. Implementation of international law in CIS states: Theory and practice. [https://www.researchgate.net/publication/31215628\\_Implementation\\_of\\_international\\_law\\_in\\_CIS\\_states\\_Theory\\_and\\_practice](https://www.researchgate.net/publication/31215628_Implementation_of_international_law_in_CIS_states_Theory_and_practice).
12. Beynəlxalq müqavilələr haqqında Vyana Konvensiyası. 1969. [https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1\\_1\\_1969.pdf](https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1_1_1969.pdf).

### *The legal force of international acts defined in the constitutions of the CIS countries*

Nuriev A.A.

*Not all CIS countries have the same legal force and hierarchical status of international acts in the legislative system. The interrelationship of domestic (national) law with international law, and the relationship between them, is determined by the constitution of each state. Therefore, it is necessary to review the constitutions of those countries in order to study the legal power of international acts in these countries and their hierarchical status in the legal system.*



## Dəniz nəqliyyatında baş verən qəzaların araşdırılmasına dair beynəlxalq hüquq normalarının inkişafı

*Əhmədzadə S.V.*

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
soltan\_ahmed@hotmail.com*

XIX əsrdə baş verən sənaye inqilabından sonra Britaniya adaları xammal idxalına başlamış, bununla da Britaniya Ticarət Donanması dövrünün əsası qoyulmuşdur. Ticarət gəmiçiliyinin ilk dövrlərində gəmilərin təhlükəsiz şəkildə geri qayıtması üçün hər hansı bir zəmanət mövcud deyildi və bu fəaliyyəti həyata keçirən sahibkarlar dənizçilərin ölümü ilə nəticələnən hadisələrə diqqət göstərmirdilər. Lakin artan ictimai təzyiqlə altıda Birləşmiş Krallıq Parlamenti 1836-cı ildə gəmi qəzalarının sayının artmasının araşdırılması üçün komitə yaratmışdır. Daha sonra Birləşmiş Krallıq Parlamentinin üzvü olan Samuel Plimsoll 1870-ci ildə Britaniya Ticarət Dənizçilərinin adından parlament kampaniyası başlamışdır [1, s.5].

Bununla yanaşı, 1912-ci ildə Titanik gəmisində baş verən qəzadan iki il sonra dənizdə insan həyatının mühafizəsi istiqamətində tədbirlərin görülməsi məqsədilə 1914-cü il tarixli “Dənizdə insan həyatının mühafizəsinə dair” Konvensiya qəbul edildi. Eyni zamanda, 1967-ci ildə Torrey Kanyon gəmisinin sayə oturması nəticəsində Beynəlxalq Dəniz Təşkilatında Dəniz Çirkləndirilməsi Konfransı çağırıldı və 1973-cü ildə “Dənizin gəmilərdən çirkləndirilməsinin qarşısının alınması haqqında” Beynəlxalq Konvensiya qəbul edildi.

Bu Konvensiyalar və onlara edilmiş sonrakı düzəlişlər ictimai narahatlığın daimi göstəricisi olaraq qalır. Dənizçilik sənayesi nəhayət, dənizdə insan həyatının itkisinin və dənizin çirkləndirilməsinin qəbul edilməz olduğunu və qarşısının alınması üçün lazımı addımların atılmasını etiraf etdi. Eyni zamanda dəniz qəzalarının baş verməsinin qarşısının alınmasının əsasını adekvat araşdırmanın olduğu müəyyənləşdirdi [2, s.158].

Daha sonra dənizdə gəmilərdə baş verən qəzaların araşdırılması və bu sahədə fəaliyyətin səmərəli həyata keçirilməsi məqsədilə zəruri hüquqi addımlar atılmağa başladı. Belə ki, “Dənizin gəmilərdən çirkləndirilməsinin qarşısının alınması haqqında” 1973-cü il tarixli Beynəlxalq Konvensiyanın 8-ci və 12-ci maddələrinə və “Dənizdə insan həyatının mühafizəsinə dair” 1974-cü il tarixli Beynəlxalq Konvensiyanın I/21-ci Qaydasına uyğun olaraq, Administrasiyalar adıçəkilən Konvensiyalara əsasən dövlət bayrağı altında üzən gəmilərdə baş vermiş hər hansı bir qəzanı araşdırmağı və bu araşdırmaların nəticələri ilə bağlı Beynəlxalq Dəniz Təşkilatına məlumat verməyi öhdəsinə götürür. Qeyd edilən müddəalar “Yük nişanlanması haqqında” 1966-cı il tarixli Beynəlxalq Konvensiyanın 23-cü maddəsində də nəzərdə tutulmuşdur.

Eyni zamanda, Birləşmiş Millətlər Təşkilatının “Dəniz hüququ haqqında” 1982-ci il 10 dekabr tarixli Konvensiyasının 94-cü maddəsinin 7-ci hissəsində bayraq dövlətinin vəzifəsi olaraq qeyd edilmişdir ki, hər bir dövlət açıq dənizdə onun bayrağı altında üzən gəminin üzləşdiyi və digər dövlətlərin vətəndaşlarının həyat itkisinə və ağır şəkildə yaralanmalarına səbəb olan və ya digər dövlətin gəmilərinə, qurğularına və dəniz mühitinə ciddi ziyan vuran dəniz qəzası və naviqasiya hadisəsi haqqında, lazımı şəkildə səlahiyyətləndirilmiş şəxs və ya şəxslər tərəfindən və ya onların iştirakı ilə araşdırma aparılmasını təşkil edir. Bayraq dövləti və digər dövlət bu dəniz qəzası və ya naviqasiya hadisəsinə görə, həmin digər dövlət tərəfindən hər hansı araşdırmanın aparılmasında əməkdaşlıq edir [3, s.59].

Dəniz qəzalarının araşdırılmasını təmin etmək məqsədilə Beynəlxalq Dəniz Təşkilatı göstərilənlərlə kifayətlənməmiş, bu sahədə davamlı olaraq hüquqi sənədlərin hazırlanması istiqamətində zəruri tədbirlər görmüşdür. Belə ki, Beynəlxalq Dəniz Təşkilatının 1968-ci il tarixli “Dəniz qəzalarının rəsmi araşdırılmasında iştirak haqqında” A.173(ES.IV) Qətnaməsi, 1975-ci il tarixli “Qəza araşdırmalarının aparılması haqqında” A.322(IX) Qətnaməsi, 1979-cu il tarixli “Dəniz qəzalarının araşdırılmasında məlumat mübadiləsi haqqında” A.440(XI) və “Qəzaların araşdırılması və Konvensiyaların pozulması ilə əlaqədar Administrasiyaların kadr və maddi ehtiyacları haqqında” A.442(XI) Qətnamələri və 1989-cu il tarixli “Dəniz qəzalarının araşdırılmasında əməkdaşlıq haqqında” A.637(16) Qətnaməsi qəbul edilmişdir [5, s.4].

Qeyd edilən Qətnamələr əsasında Beynəlxalq Dəniz Təşkilatının Assambleyası 27 Noyabr 1997-ci il tarixində A.849(20) sayılı Qətnaməni - “Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəllə”ni və 25 Noyabr 1999-cu il tarixində A.884(21) sayılı Qətnaməni - “Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəlləyə dəyişikliklər”i qəbul etdi.

“Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəllə”nin məqsədi kimi dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına ümumi yanaşmanı təşviq etmək, habelə dəniz qəzalarına səbəb olan amillərin müəyyənləşdirilməsində dövlətlər arasında əməkdaşlığı genişləndirmək qeyd edilmişdi və göstərilmişdi ki, bu Məcəllə dənizçilərin və sərnişinlərin təhlükəsizliyini və dəniz mühitinin qorunmasına

kömək edir. Eyni zamanda, bu Məcəllə ilə məlumat toplamaq, təhlil etmək və dəniz qəzalarını şərtləndirən amillərlə əlaqədar nəticələr çıxarmaqla gələcəkdə oxşar qəzaların qarşısını almaq hədəfləndirilmişdi [4, s.3].

Bununla yanaşı, “Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəlləyə dəyişikliklər”lə dəniz qəzaları və hadisələri zamanı insan faktorunun araşdırılmasına dair təlimat təsdiqlənməklə bu sahəyə sistemətik yanaşma təmin edildi.

Adıçəkilən Qətnamələrin uzun müddət ticarət gəmiçiliyində baş verən dəniz qəzalarının araşdırılmasında xüsusi əhəmiyyət daşıdığı, eləcə də bu istiqamətdə tədbirlərin görülməsində əsas sənədlər olduğu danılmazdır. Lakin, dənizçilik sahəsi inkişaf etdikcə mövcud tələblərin və normaların da həmin inkişafa uyğunlaşdırılması zəruri olduğu üçün Beynəlxalq Dəniz Təşkilatının 16 may 2008-ci ildə MSC.255(84) Qətnaməsi ilə “Dəniz qəzasının, yaxud hadisəsinin (insidentinin) araşdırılmasına dair tövsiyə edilən təcrübə və Beynəlxalq Standartlar Məcəlləsi” qəbul edilmiş və 1 yanvar 2010-cu il tarixində qüvvəyə minmişdir.

Belə ki, “Dənizdə insan həyatının mühafizəsinə dair” Beynəlxalq Konvensiyanın qəbulundan sonra beynəlxalq dənizçilik sənayesinin strukturunda və beynəlxalq qanunvericilikdə irimiqyaslı dəyişikliklər baş vermişdi. Bu dəyişikliklər dəniz qəzası, yaxud dəniz hadisəsi (insidenti) baş verdiyi təqdirdə dəniz təhlükəsizliyi üzrə araşdırmaların gedişində və nəticələrində marağı olan dövlətlərin sayını çoxaltmış və zərər görmüş dövlətlər arasında məhkəmə və digər prosesual fərqlər üçün potensialı artırmışdır. Bəzi məcburi tələbləri müəyyən edən “Dəniz qəzasının, yaxud hadisəsinin (insidentinin) araşdırılmasına dair tövsiyə edilən təcrübə və Beynəlxalq Standartlar Məcəlləsi” dəniz qəzaları və dəniz hadisələrinin (insidentlərinin) araşdırılması ilə əlaqədar beynəlxalq və yerli qanunlarda olan fərqləri təsdiq edir. Bayraq dövlətlərinin, sahilyanı dövlətlərin, təşkilatın və ümumiyyətlə, gəmiçilik sənayesinin faydası üçün dəniz təhlükəsizliyi üzrə obyektiv araşdırmaların həyata keçirilməsini asanlaşdırmaq üçün nəzərdə tutulur [5, s.5].

Qeyd edilən “Dəniz qəzasının, yaxud hadisəsinin (insidentinin) araşdırılmasına dair tövsiyə edilən təcrübə və Beynəlxalq Standartlar Məcəlləsi”nin (bundan sonra – Məcəllə) müddələrinin bir qisminin tətbiqinin məcburi xarakter daşması “Dənizdə insan həyatının mühafizəsinə dair” Beynəlxalq Konvensiyada nəzərdə tutulmuşdur. Belə ki, adıçəkilən Konvensiyanın XI-1-ci Fəslinin 6-cı Qaydasında dəniz qəzalarının araşdırılması üçün əlavə tələblər göstərilməklə dövlətlər tərəfindən dəniz qəzalarının araşdırılmasının Məcəllənin tələblərinə uyğun olaraq həyata keçirilməli olduğunu, həmin Məcəllənin 1-ci və 2-ci bölmələrinin tam şəkildə yerinə yetirilməsi, üçüncü bölmənin isə mümkün şəkildə nəzərə alınması qeyd olunmuşdur.

Məcəllənin məqsədi dəniz qəzaları və dəniz hadisələri (insidentləri) zamanı dəniz təhlükəsizliyi üzrə araşdırmaların icrasını təmin etmək üçün dövlətlərdən ümumi yanaşmanı təşkil etməkdən ibarətdir. Dəniz təhlükəsizliyi üzrə araşdırmalar təqsirləndirilən şəxsi axtarmır və ya öhdəliyi müəyyən etmir. Bunun əvəzinə, həmin Məcəllədə müəyyən edildiyi kimi, dəniz təhlükəsizliyi üzrə araşdırma gələcəkdə dəniz qəzalarının və dəniz hadisələrinin (insidentləri) qarşısını almaq üçün aparılan bir araşdırma [5, s.6].

Məcəllə qeyd edilən məqsədə nail olmaq üçün dəniz qəzası baş verdikdə onun baş vermə səbəblərinin araşdırılması üçün dövlətlər tərəfindən imkanların artırılmasını, eləcə də bununla bağlı məlumatların geniş şəkildə yayılması üçün Beynəlxalq Dəniz Təşkilatına ötürülməsini nəzərdə tutur.

Eyni zamanda, adıçəkilən Məcəlləyə əsasən dəniz qəzalarının araşdırılması bütün digər araşdırma formalarından ayrıca və müstəqil formada aparılmalı, hər hansı digər araşdırma formasını, o cümlədən mülki, cinayət və inzibati araşdırmalara mane olmamalıdır.

Məcəllədə araşdırma zamanı dəniz qəzasının baş verməsində günahkar şəxsi axtarılmadığına və ya bununla bağlı öhdəlik müəyyən edilmədiyinə baxmayaraq qeyd edilən məsələyə dair istisna hal nəzərdə tutulmuşdur. Belə ki, Məcəllənin 1.2-ci bəndinə uyğun olaraq, qəza araşdırmasını aparan hər hansı dövlət, yaxud dövlətlər dəniz qəzasına, yaxud dəniz hadisəsinə (insidentinə) dair əldə edilən faktların təqsirləndirmə ilə və ya məsuliyyətə cəlb olunma ilə nəticələnmə biləcək amillər haqqında tam şəkildə hesabat verməkdən çəkinməməlidir.

Bunlardan əlavə, Məcəllə dəniz qəzaların araşdırılmasının məcburi olduğu halları müəyyən etməklə yanaşı dövlətin ərazisində, o cümlədən, ərazi sularında insan həyatına, yaxud ətraf mühitə təhlükə törədə biləcək, sahilyanı dövlətin axtarış və xilasetmə qurumlarını cəlb edə biləcək, yaxud, əks halda, onlara təsir göstərə biləcək hər hansı dəniz qəzası, yaxud dəniz hadisəsi (insidenti) baş verərsə həmin dövlətin qeyd olunan dəniz qəzasının, yaxud dəniz hadisəsinin (insidentinin) araşdırmaq hüququnu nəzərdə tutur.

Həmçinin, Beynəlxalq Dəniz Təşkilatı 4 dekabr 2013-cü il tarixində dəniz qəzalarının, yaxud dəniz hadisəsinin (insidentinin) sistemli şəkildə araşdırılması, səmərəli təhlilin aparılması və qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsinin inkişaf etdirilməsi məqsədilə A.1075(28) Qətnaməsilə “Qəzaların araşdırılmasında iştirak edən şəxslərə Qəza Araşdırma Məcəlləsinin həyata keçirilməsi üzrə köməkliyin göstərilməsinə dair təlimat” qəbul etmişdir. Bu Qətnamənin qəbul edilməsi ilə Beynəlxalq Dəniz Təşkilatının 27 Noyabr 1997-ci il tarixli A.849(20) sayılı Qətnaməsi - “Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəllə” və 25

Ноябр 1999-cu il tarixli A.884(21) saylı Qətnaməsi - "Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəlləyə dəyişikliklər" qüvvədən düşmüş hesab edildi.

Beləliklə, müasir dövrdə nəqliyyatın digər növləri ilə yanaşı dəniz nəqliyyatında inkişafın sürətli artmasına və dünya üzrə nəqliyyat daşımalarının böyük hissəsinin dəniz nəqliyyatı ilə həyata keçirilməsinə baxmayaraq müxtəlif səbəblərdən – istər insan faktoru, istər təbiət faktoru, istərsə də mexaniki çatışmazlıqlar səbəbindən – dəniz qəzalarının baş verməsi qaçılmazdır. Bununla yanaşı, belə qəzaların araşdırılması, eləcə də gələcəkdə baş verməməsi üçün Birləşmiş Millətlər Təşkilatının ixtisaslaşmış orqanı olan Beynəlxalq Dəniz Təşkilatı tərəfindən həyata keçirilən fəaliyyətindəki diqqətin bir hissəsi bu istiqamətdə davamlı olaraq yönəldilməklə zəruri tədbirlər görülür və bununla bağlı qəbul etdiyi sənədlərin beynəlxalq səviyyədə icra edilməsi üçün müvafiq addımlar atılır.

### Ədəbiyyat

1. G. Peters, The Plimsoll Line (London: Barry Rose [Publishers] Ltd, 1975).
2. B. M. Deschênes, "Study on Marine Casualty Investigation in Canada (for the Minister of Transport)", (Toronto: Ministry of Transport, 1984).
3. "Birləşmiş Millətlər Təşkilatının "Dəniz hüququ haqqında" 1982-ci il 10 dekabr tarixli Konvensiyası.
4. Dəniz qəzalarının və hadisələrinin araşdırılmasına dair Məcəllə (Beynəlxalq Dəniz Təşkilatının Assambleyasının 27 Noyabr 1997-ci il tarixli A.849(20) saylı Qətnaməsi).
5. Dəniz qəzasının, yaxud hadisəsinin (insidentinin) araşdırılmasına dair tövsiyə edilən təcrübə və Beynəlxalq Standartlar Məcəlləsi (Beynəlxalq Dənizçilik Təşkilatının Dəniz Təhlükəsizliyi Komitəsinin 16 may 2008-ci il tarixli MSC 255 (84) Qətnaməsi).

### *The development of the international law instruments on the investigation of casualties in the maritime transport*

*Ahmadzada S.V.*

*As the shipments increases by the marine transportation certain insufficiencies appear in this sector. As the marine casualties is one of the such insufficiency require appropriate measures that be taken to prevent them. Taking into account the development of merchant shipping, measures have been taken for international legal regulation to investigate marine casualties at all stages of its development and this activity is still at the center of attention of the international community.*



### **Применение различных стилей эмоционального лидерства в деятельности инструктора-диспетчера УВД**

**Эстрова С.Т.**

*Национальная Академия Авиации, Баку, Азербайджан  
sabi-6@mail.ru*

Несмотря на высокие темпы развития и совершенствования авиационной техники и появления множества программ, имеющих своей целью повышение качества работы и снижения количества ошибок в авиационной отрасли, процент происшествий, связанных с человеческим фактором, по-прежнему колеблется в значениях 75-80%. По мере развития и совершенствования систем подготовки летного состава, диспетчерского состава Управления Воздушным Движением (УВД), а также специалистов различных наземных служб авиационно-транспортной системы, увеличиваются требования к качеству подготовки авиационных специалистов, как к одному из гарантов безопасности полетов. Немаловажным фактором при подготовке будущих авиационных специалистов являются профессионально-значимые качества инструктора. Специфика работы диспетчера УВД связана с непрерывным осуществлением своих функций в командной работе. Причем, состав этой команды варьируется и может меняться в зависимости от направления движения воздушного судна – так, диспетчер может выступать как частью команды в своей смене, так и частью команды соседнего государства, которому передается управление движением конкретного воздушного судна. Одним из навыков в командной работе при осуществлении функций диспетчера УВД являются качества, связанные с лидерскими функциями – недаром даже в названии профессии присутствует слово «управление» (контроль). Это предполагает решительность, асертивность, уверенность в своих силах и действиях, что передается также пилотам и другим членам команды УВД.

Большая психологическая энциклопедия определяет понятие «лидерство», как «отношения доминирования и подчинения, влияния и следования, в системе межличностных отношений в группе» [1].

При обучении диспетчера-стажера лидерские качества особенно важны, т.к. инструктор не только обучает своего стажера, но и способствует формированию новой профессиональной личности – участника огромного международного коллектива, эффективно выполняющего свою работу только совместными усилиями.

Лидерские функции при работе в эмоционально-напряженной обстановке, связанной с высокой ответственностью, а также с разными по характеру стажерами требуют гибкости, изменения стиля лидерства. В различных исследованиях выделяются несколько стилей лидерства:

В рамках *поведенческого* подхода, в монографии Г.М.Андреевой описана типология К.Левина [2]. Согласно этой типологии, стиль лидерства (руководства) проявляется в трех формах: авторитарной (директивной); демократической (коллегиальной) и попустительской (разрешительной, либеральной).

В рамках *личностного* подхода известна классификация «GRID» Роберта Блейка и Джейн Моутон, согласно которой лидерство определяется двумя направлениями на координатной сетке – ориентацией на людей и на выполнение задачи, и выражается в пяти основных позициях: «невмешательство» (обедненный стиль), управление по типу «авторитет-подчинение», «сбалансированное управление», «загородный клуб», «управление командой» (коллективное управление) [3, 4].

*Ситуационный* подход описывает взаимосвязи между особенностями лидера (руководителя), подчиненных, а также характеристиками самой ситуации. В рамках этого подхода известны: ситуационная модель руководства Фидлера; подход Митчела и Хауса «путь – цель» [5].

Самая молодая концепция лидерства была разработана Дэниелом Гоулманом в 1980-90-е гг. прошлого века. Модель лидерства Гоулмана тесно связана с понятием «эмоциональный интеллект». Эффективное лидерство приравнивается к управлению эмоциями других людей. Согласно Д.Гоулману, основной задачей лидеров является способность вызвать у других людей готовность к действию, «зажечь» их, пробудить лучшие чувства и вызвать резонанс. «Эмоциональный интеллект» определяется, как «умение лидеров управлять собой и отношениями с другими людьми» [6].

Первостепенной задачей для лидера является эмоциональная задача – оказывать поддержку и разъяснять, создавать дружелюбную атмосферу и уметь преодолевать негативные настроения коллектива в ситуациях угрозы и неопределенности. Четыре основных навыка эмоционального лидера включают в себя, согласно Д.Гоулману: самосознание, самоконтроль, социальную чуткость, управление отношениями. Эмоциональные лидеры обладают способностью вызывать у других людей интерес к общему делу, видеть смысл в ежедневной монотонной, рутинной работе, видеть за ней общие ценности, высокую миссию.

Д.Гоулман выделяет шесть стилей лидерства, четыре из которых способствуют эмоциональному резонансу и повышают производительность, а два, в случае их неадекватного (например, не вовремя) использования, способны вызвать диссонанс.

- *Идеалистический* стиль лидерства оказывает сильнейшее позитивное влияние на эмоциональный климат в организации; лидер воодушевляет, рисуя людям привлекательный образ будущего.

- При *обучающем* стиле рабочий климат становится весьма позитивным, т.к. лидер способен распознавать желания людей и связывать их с целями организации, помогая сотруднику работать более эффективно, развивая собственные способности

- *Товарищеский* стиль лидерства также позитивно влияет на рабочий климат, здесь активность лидера направлена на создание гармонии путем сближения людей. Рекомендуется использовать, чтобы сплотить сотрудников, наладить отношения в коллективе, мотивировать их в трудные для организации времена.

- *Демократический* стиль также позитивно влияет на эмоциональный климат. Функция лидера заключается в оценке вклада сотрудников в работу и дальнейшего активного их вовлечения в процесс управления организацией, что способствует созданию очень преданного отношения к организации. Стиль уместно применять в случае необходимости единодушного управления, поиска поддержки от сотрудников и использования их идей с целью повышения эффективности.

- *Амбициозный* стиль уместен, когда сотрудники организации высоко мотивированы, квалифицированы и способны показать отличные результаты. Он хорошо работает, если перед лидером стоят трудные цели и задачи. Но при плохом воплощении идей оказывает крайне негативное воздействие на эмоциональный климат в группе.

- *Авторитарный* стиль применим в кризисной ситуации, когда необходима полная перестройка дел, а также при взаимодействии с трудными сотрудниками. В случае злоупотребления

этим стилем климат в организации значительно ухудшается. Функции лидера этого стиля – рассеивать страхи, указывая четкие направления действий в неопределенных и сложных ситуациях.

Переноса идеи, успешно работающие в менеджменте, в авиационную сферу, предлагается включить в обучение инструкторов-диспетчеров УВД специализированные тренинги, упражнения и методики, формирующие и развивающие навыки эмоционального лидерства, которые позволят инструктору по-иному взглянуть и на стажеров, и на процесс обучения в целом и, тем самым, повысить качество обучения стажеров.

Применяя идеалистический стиль лидерства, инструктору удастся мотивировать самых ярких и перспективных стажеров. Здесь взаимодействие строится на общих корпоративных ценностях предприятия, целях и миссиях, воплощение которых приобретает для стажера оттенок личностной задачи, а работа на таком предприятии становится наиболее желанным местом воплощения собственного предназначения. Идеалистическое лидерство предполагает открытость, искренность, уверенность в себе, вдохновение инструктора.

Обучающий стиль инструктора реализуется в личной беседе со стажерами, в ходе которой устанавливается контакт и доверительные отношения. Инструктор проявляет личную заинтересованность в судьбе стажера, постоянно участвует в диалоге, что дает возможность стажеру более адекватно реагировать на критику и отзывы инструктора о его работе, когда замечания воспринимаются, как подсказки, а не придирки. Лидерство-наставничество инструктора требует от него еще и умения развивать способности своего стажера, быть ему советником и верить, что стажер сумеет раскрыть весь свой потенциал.

Товарищеский стиль лидерства инструктора акцентируется на развитии способности к коллективной работе, центрируется на создании гармоничных взаимоотношений в коллективе (рабочей смене), а также служит хорошим подспорьем при урегулировании конфликтов, помогает объединить коллектив, что так важно в работе диспетчеров УВД.

Демократический стиль дает возможность инструктору получить информацию и новые идеи от стажера, что так важно при подготовке его к самостоятельному выполнению работы. Он также хорошо применим, если стажер обладает определенной долей компетентности, например, если он переучивается при переходе из одной диспетчерской позиции на другую. Его недостатки – огромное количество времени, которое уходит на обсуждение всей массы идей, которое откладывает принятие решения на потом. Но его явным достоинством является создание у стажеров ощущения, что инструктор искренне хочет узнать их мысли и идеи и затем применить их в совместно принятом решении.

Преимущества амбициозного лидерства для инструктора в настойчивом стремлении к достижению сложных целей, поиске новых способов повышения эффективности. Ключевым фактором мотивации для такого лидера будет не поиск высокого материального вознаграждения, а внутренняя потребность соответствовать собственным высоким стандартам качества. Их недостатки – отсутствие тактичности и самоконтроля, излишняя критичность, нетерпимость и нежелание сотрудничать.

О недостатках авторитарного стиля лидерства известно многое. Стоит еще добавить следующее: специфика профессии диспетчера заключается в том, что демонстрация только авторитарного стиля лидерства в обычных условиях работы создает напряженную атмосферу, при которой активный, творческий подход к осуществлению управления воздушным движением становится невозможен. И, к тому же, создает предпосылки для совершения большого количества ошибок, могущих иметь необратимые последствия, как у лидера, который ставит себя в позицию непререкаемого авторитета, не совершающего ошибок, так и у других членов команды, смены. Выполнение командной работы в таких условиях становится неосуществимым. Однако, он весьма эффективен в кризисных, чрезвычайных ситуациях, когда необходимо ликвидировать панику и принять твердые безошибочные решения в очень ограниченном промежутке времени. Применение этого стиля требует от инструктора таких качеств, как стремление к достижениям, инициативность и влияние, самоконтроль.

Прислушиваясь к чувствам и эмоциям своего стажера, обладая способностью взглянуть на ситуацию его глазами, инструктор будет вести себя в соответствии с теми эмоциями, которые вызывает у стажера та или иная ситуация – успокаивать страхи и тревоги, снимать раздражение. Поэтому особенно важно еще на стадии обучения диспетчера-стажера прививать ему правильные, с точки зрения эффективного осуществления управления воздушным движением, стили лидерства. Следовательно, инструктору-диспетчеру УВД, самому необходимо владеть навыками различных стилей лидерства и демонстрировать их на практике, а также обучать им своего стажера.

### Литература

1. Лидерство. Большая психологическая энциклопедия. <https://psychology.academic.ru/>
2. Г.М.Андреева, Социальная психология, третье издание. М., Наука, 1994, 324 с.
3. Blake and Mouton's Managerial Grid. <https://managementstudyguide.com/blake-mouton-managerial-grid.htm>
4. Типы лидерства и стили руководства в трудовых коллективах, методы их диагностики [https://studme.org/1016052028124/psihologiya/typy\\_liderstva\\_stili\\_rukovodstva\\_trudovoyh\\_kollektivah\\_metody\\_diaagnostiki](https://studme.org/1016052028124/psihologiya/typy_liderstva_stili_rukovodstva_trudovoyh_kollektivah_metody_diaagnostiki)
5. Обзор теорий лидерства. <https://www.mental-skills.ru/synopses/obzor-teoriy-liderstva.html>
6. Д.Гоулман, Р.Бояцис, Э.Макки, Эмоциональное лидерство. Искусство управления людьми на основе эмоционального интеллекта. Альпина Паблишер, М., 2017, 301 стр.

### *Application of different styles of emotional leadership in the activities of the ATC personnel instructor*

*Estrova S.T.*

*This report is devoted to the study of different styles of emotional leadership, as the quality of the instructor - air traffic controller, which is directly related to the teaching process and flights safety and efeciency.*



### **Beynəlxalq kosmos hüququnun sisteminə yeni yanaşma**

***Xəlilov Z.Z.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan  
zafiq@mail.ru*

Müasir dövrdə hüquq sahəsinin ümumi və xüsusi hissəyə bölgüsü dünyanın əksər hüquq sistemlərinin praktikasında artıq adi hala çevrilmişdir. Təbii ki, hazırkı mərhələdə beynəlxalq hüququn o cümlədən onun bəzi sahələrinin də sistemi iki hissədən - ümumi və xüsusi hissədən ibarətdir. Məsələn, beynəlxalq hava hüququ və beynəlxalq dəniz hüququnda ümumi və xüsusi hissəyə bölünmə XX əsrin 90-cı illərində tam olaraq formalaşmışdı. Bəzi beynəlxalq hüquq sahələrində isə hüquq münasibətlərinin yüksək tempə inkişafı nəticəsində son illərdə bu proses özünü bürüzə verməkdədir. Bu baxımdan kosmos hüququnda da son illərdə baş vermiş sürətli dəyişikliklər nəticəsində bu sahəni artıq ümumi və xüsusi hissəyə ayırmaq olar [6, s.39-42].

Beləliklə, məqalə mövzusunun aktuallığı, ilk öncə, beynəlxalq kosmos hüququnun sisteminin formalaşması və bu kontekstdə ümumi və xüsusi hissəsinin mövcudluğunun əsaslandırılması ilə şərtlənir. Sözsüz ki, beynəlxalq kosmos hüququnun sisteminin yeni müstəvidə şərh edilməsi hazırda müasir beynəlxalq hüquq ədəbiyyatlarının gündəm mövzularından birinə çevrilmişdir. Yuxarıda şərh edilənlər sözügedən məqalə mövzusunun aktuallığını müəyyənləşdirməklə, bu məsələnin tədqiq edilməsini və bu istiqamətdə aparılan təhlillərin açıqlanmasının zəruriliyini göstərir.

Məqələnin məqsədi beynəlxalq kosmos hüququnun sisteminin formalaşdığını aydınlaşdıraraq bununla bağlı ümumi və xüsusi hissənin tərkib hissələrini daha məqsədəuyğun formada təhlil etməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıda göstərilən məsələlərin həlli xüsusilə vacibdir:

- beynəlxalq kosmos hüququnun ümumi və xüsusi hissəsinin səciyyələndirilməsi ilə bağlı irəli sürülmüş konsepsiyaların təhlil olunması;
- beynəlxalq kosmos hüququnun ümumi hissəsinin müvafiq hüquq institutlarının konkretləşdirilməsi;
- beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinin müəyyən olunması baxımından bu hissəyə aid olan kosmik fəaliyyətlə bağlı əmlak və şəxsi qeyri-əmlak münasibətlərini tənzimləyən, "xarici elementlə" bağlı mürəkkəbləşmiş maddi və kollizion normaların məcmusunun əsaslandırılması.

Beynəlxalq kosmos hüququnun ümumi və xüsusi hissəsinin xarakterizə edilməsi nöqtəyi-nəzərindən ayrı-ayrı ölkələrin milli hüquq ədəbiyyatlarında bir-birindən fərqli şərhlərə yer verilir. Məsələn, Türkiyə hüquq ədəbiyyatında qeyd edilir ki, bu sahənin ümumi hissəsi ilkin başlanğıcları özündə birləşdirməklə kosmik fəzanın və kosmik fəaliyyətlərin təməl hüquqi rejimini əhatə edir [1,2]. Ukrayna hüquq ədəbiyyatında vurğulanır ki, beynəlxalq kosmos hüququ mühüm beynəlxalq hüquqi sənədləri və beynəlxalq qanunvericilik sistemi ilə bağlı olan dövlətlərin bu sahədəki milli qanunvericilik aktlarını özündə birləşdirir. Məhz bu istiqamətdə olan hüquqi normalar toplusu beynəlxalq kosmos hüququnun ümumi hissəsini təşkil edir. [8, s.16-23]

Biz hesab edirik ki, bu sahənin ümumi hissəsinə aid olan əsas istiqamətləri və hüquqi institutları konkret şəkildə müəyyən etmək lazımdır. Zənnimizcə, ümumi hissədə beynəlxalq kosmos hüququnun anlayışı, prinsipləri, mənbələri, sistemi, obyektə və subyektə habelə beynəlxalq və milli kosmos hüququnun



qarşılıqlı təsiri, bu sahənin inkişaf tarixi, digər hüquq sahələri ilə əlaqəsi, kosmosun istifadəsi və tədqiqi üzrə beynəlxalq təşkilatlar, kosmik fəzanın beynəlxalq-hüquqi rejimi, kosmik obyektlərin beynəlxalq-hüquqi statusu, kosmonavtların (astronavtların) beynəlxalq-hüquqi statusu, kosmik tullantı ilə mübarizə məsələləri, kosmosdan kommertiya məqsədli istifadənin ümumi hüquqi məsələləri və digər ümumnəzəri məsələlər öyrənilir.

Beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinə gəldikdə isə, o, qeyri-dövlət xarakterli beynəlxalq münasibətləri nizama salan normalar sistemi kimi başa düşülə bilər. Amma bu məsələ ilə bağlı fərqli fikirlər mövcuddur. Bir qrup alimlər hesab edir ki, beynəlxalq kosmos hüququ çərçivəsində hələ tam olaraq xüsusi hissə formalaşmamışdır. Bəzi hüquqşünas alimlər isə son illərdə beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinin formalaşması haqqında bir sıra təhlillərə yer verirlər. Bu nöqtəyi-nəzərdən beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinin mövcud olma əsaslarını daha dərinlən təhlil edək. Bunun üçün ilkin olaraq beynəlxalq kosmos hüququnun son illərdə bu istiqamətdəki inkişaf tempinə nəzər salmaq daha məqsədəuyğundur.

Kosmik fəaliyyətin kommersiyalaşdırılması və özəlləşdirilməsi ilə əlaqədar hələ XX əsrin 80-ci illərindən etibarən mövcud beynəlxalq kosmos hüququ normalarının müasirləşdirilməsi zərurəti yaranmışdı. Professor O.Kunts hələ 1990-cı ildə belə bir fikir söylədi ki, beynəlxalq dəniz hüququnun xüsusi hissəsinin yarandığı kimi tədricən beynəlxalq kosmos hüququnun da xüsusi hissəsi yaranmağa başlayacaqdır [3,13].

Beynəlxalq kosmos hüququnda xüsusi hissənin mövcudluğunu üzə çıxaran kommertiya xarakterli kosmik fəaliyyət müxtəlif istiqamətləri olmuşdur. Kommertiya xarakterli kosmik fəaliyyətin müxtəlif növlərindən biri də daşınan avadanlığa dair hüquqlar kateqoriyasıdır. Bu məsələ ilə bağlı Beynəlxalq Xüsusi Hüquqi Unifikasiya İnstitutu (YUNIDRUA) və Beynəlxalq Mülki Aviasiya Təşkilatının himayəsi altında Cənubi Afrika Respublikası hökuməti tərəfindən təşkil olunan Keyptaundakı diplomatik konfransda “Daşınan avadanlıq üzrə beynəlxalq zəmanətlər haqqında” Konvensiya işlənib hazırlanmışdı. Sözügedən Konvensiya 16 noyabr 2001-ci il tarixində imzalanmış və 1 mart 2006-cı il tarixindən isə qüvvəyə minmişdi. Konvensiyanın layihəsi üzərində işlər davam edərkən belə qərara alınmışdı ki, o, “ümumi hissə” olacaq, ayrıca protokollar isə (aviasiya, dəmir yolu və kosmik sahələr) “xüsusi hissə”ni özündə birləşdirəcək. Tətbiq olunma baxımından isə Konvensiya hər bir ayrıca götürülmüş əmlaka uyğun hüquqi rejimi müəyyən edəcək. [4, s.255] Kosmik mülkiyyətə aid məsələlər üzrə Protokolun layihəsi üzərində iş prosesi zamanı hökumət ekspertləri Komitəsi, Beynəlxalq Xüsusi Hüquqi Unifikasiya İnstitutu və BMT-nin Kosmik Fəzanın Sülh Məqsədləri ilə İstifadəsi üzrə Komitəsinin (COPUOS) nəzdindəki Hüquq Alt Komitəsi ilə əməkdaşlıq edilər [2]. Davamlı işin nəticəsi olaraq “Kosmik mülkiyyətə dair məsələlər üzrə” Protokol Beynəlxalq Xüsusi Hüquqi Unifikasiya İnstitutunun himayəsi altında Almaniya hökumətinin təşkil etdiyi və Berlində keçirilən diplomatik konfransda 9 mart 2012-ci il tarixdə imzalanmış və imzalanmağa açıq elan edilmişdir. Sözsüz ki, bu beynəlxalq-hüquqi sənəd “Daşınan avadanlıq üzrə beynəlxalq zəmanətlər haqqında” 2001-ci il tarixli Keyptaun Konvensiyasına əlavə Protokol layihəsi kimi qəbul olunmuşdu [5]. “Kosmik mülkiyyətə dair məsələlər üzrə” Protokol hələ qüvvəyə minməmiş kosmik məkanda zəmanət maraqlarının qeydiyyatı üçün beynəlxalq reyestrin yaradılması nəzərdə tutulurdu. Bu da sözügedən sənədin müəlliflərinin fikrincə, bu sektorda özəl investisiyaların qorunması yolu ilə kosmik fəaliyyətin kommersiyalaşdırılması və özəlləşdirilməsi şərtlərinin yaxşılaşdırılmasına imkan yaratdı. Məhz bu Protokol beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinə aid olan beynəlxalq hüquqi sənədlərə bariz nümunə kimi qəbul oluna bilər.

Şərh olunanları əsas götürərək beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinə aid olan münasibətlər dairəsini açıqlamağa çalışaq. Bununla bağlı Avropa və Türkiyə hüquq ədəbiyyatında qeyd edilir ki, beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsi dövlətlər xaricində kosmik fəza və kosmik fəaliyyətlərdə iştirakçı olan digər subyektlərin həyata keçirəcəyi kosmik buraxılışlar, orbitə yerləşdirmə sırasında yarana biləcək zərərdən məsuliyyət, zərərlə bağlı təzminat, sığorta, əqli mülkiyyət və s. hüquqi məsələləri ehtiva edir [1,2,7,8]. Bunun əksinə olaraq bəzi alimlər elə hesab edirlər ki, beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsinin formalaşması hazırda fəlsəfi-hüquqi əsaslandırılma mərhələsindədir [8, s.16-23]. Bizim fikrimizcə, son illərdə sürətlə inkişaf edən kommertiya xarakterli kosmik fəaliyyət xüsusi hüquqi tənzimlənməni tələb edir. Bu da sözügedən fəaliyyətin xüsusi hüquqi xarakteri və onun “xarici elementlə” mürəkkəbləşməsi ilə bağlıdır. Bu baxımdan da beynəlxalq kosmos hüququnda kommertiya xarakterli kosmik fəaliyyətlə bağlı olan və hüquqi cəhətdən tənzimlənməyən aktual məsələlər kifayət qədər çoxdur. Belə məsələlərdən sığorta, kosmik turizm, kosmik turistlərin hüquqi statusu, kosmos hüququnda mülkiyyət, əqli mülkiyyət hüququ, qeyri-hökumət təşkilatlarının məsuliyyəti, şəxsi qeyri-əmlak münasibətləri və s. göstərmək olar. Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, kosmik texnologiyanın sürətlə inkişafı nəticəsində bu sahəyə aid xüsusi-hüquqi məsələlər gələcəkdə daha da artacaq. Beynəlxalq kosmos hüququnun müasir inkişaf xüsusiyyətləri və kommertiya xarakterli kosmik fəaliyyətin özəllikləri bu sahənin xüsusi hissəsinin formalaşdırılmasını şərtləndirən əsas amillər kimi çıxış edir. Qeyd etmək lazımdır ki, beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi

hissəsinin formalaşması ilə bağlı diskussiya BMT-nin Kosmik Fəzanın Sülh Məqsədləri ilə İstifadəsi üzrə Komitəsinin (COPUOS) nəzdindəki Hüquq Alt Komitəsində bir sıra dövlətlərin rəsmi nümayəndələri tərəfindən də dəstəklənmişdir. Doğrudan da, müasir dövrdə beynəlxalq kosmos hüququnun progressiv inkişafı bir daha ifadə edir ki, bu sahənin ümumi və xüsusi hissəyə ayrılması beynəlxalq ictimaiyyət tərəfindən də qəbul edilməlidir. Beynəlxalq kosmos hüququnun sisteminin bu şəkildə formalaşdırılması kommersiya xarakterli kosmik fəaliyyətin tənzimlənməsi nöqtəyi-nəzərindən mövcud hüquqi boşluğu aradan qaldıracaqdır. Buna görə də müasir praktika əsas götürülməklə daha effektiv, hərtərəfli və vahid hüquqi bazanın formalaşdırılması baxımından nəzəriyyədə beynəlxalq kosmos hüququnun sistemi daha məqsədəuyğun formada təsbit edilməlidir. Bu səbəbdən də artıq əminliklə qeyd edə bilərik ki, beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsi Ay və digər səma cisimləri də daxil olmaqla, kosmik fəzadan istifadə ilə əlaqədar konkret növ xüsusi-hüquqi münasibətləri tənzimləyən institutları və müvafiq normaları əhatə edir.

Nəticə etibarı ilə biz hesab edirik ki, müasir reallıqlar nəzərə alınmaqla beynəlxalq kosmos hüququnun xüsusi hissəsini kosmik fəaliyyətlə bağlı əmlak və şəxsi qeyri-əmlak münasibətlərini tənzimləyən, “xarici elementlə” bağlı mürəkkəbləşmiş maddi və kollizion normaların məcmusu kimi müəyyən etmək olar.

### **Ədəbiyyat:**

1. Merve Erdem, “Uzayın ve Uzay Faaliyetlerinin Hukuki Rejimi” Savaş Yayinevi, Ankara - 2014, 252 s.
2. Комитет по использованию космического пространства в мирных целях, Юридический подкомитет, 656-е заседание, 2 апреля 2002 года. [https://www.unoosa.org/pdf/reports/transcripts/legal/LEGALT\\_656R.pdf](https://www.unoosa.org/pdf/reports/transcripts/legal/LEGALT_656R.pdf)
3. Кунц О. Международное космическое право и международное частное право / Новое в космическом праве (на пути к международному частному космическому праву). Отв. Ред. проф. Верещетин В.С. М., 1990 с. 13.
4. Международное право в 2 ч. Часть 2: учебник для академического бакалавриата / А.Н.Вылегжанин, Ю.М.Колосов, Ю.Н.Малеев; ответственный редактор А.Н.Вылегжанин. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд. Юрайт, 2019., с. 255. (312 с.)
5. Draft version of The Protocol to the Convention on International Interests in Mobile Equipment on Matters specific to Space Assets, adopted by a diplomatic Conference, Berlin, March 2012.
6. Francis Lyall & Paul B. Larsen, Space Law: A Treatise. Routledge; 2 edition (2017), 548 p.
7. Fundamentals of Space Law and Policy, Fabio Tronchetti, (SpringerBriefs in Space Development), 2013, 128 p.
8. Private International Space Law. Philosophical and Legal Factors of Approval by the World Community. Valentyn Halunko, Serhii Didenko. Philosophy and Cosmology. Volume 22, 2019, 16-23 p.

### ***A new approach to the system of international space law***

*Khalilov Z.Z.*

*The article analyzes the proposed concepts related to the characterization of the general and specific part of international space law, and explains some of the differences. In addition, the article, for the first time, unlike international legal literature, states that the general part of international space law unites institutions that are common to most relations that determine the international legal regime of outer space, including the moon and other celestial bodies.*

*It is noted that based on modern practice in theory, the system of international space law should be formulated in a more appropriate form, taking into account a more effective, comprehensive and unified legal framework. The article says that a special part of international space law covers institutions and relevant regulations governing specific types of legal relations regarding the use of outer space, including the moon and other celestial bodies. As a result, it is believed that taking into account modern realities, a special part of international space law can be defined as a complex of complicated material and conflict norms related to the “external element” regulating property and personal non-property relations in space.*



### **Müasir dövrdə beynəlxalq ticarətin inkişaf perspektivləri**

***Dadaşova J.B.***

*Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan*

*j.ala@inbox.ru*

Müasir dövrdə beynəlxalq ticarətin inkişafında əsaslı dəyişikliklər baş vermişdir, bu da istər beynəlxalq ticarətin əmtəə strukturunda istərsə də coğrafi strukturunda özünü büruzə vermişdir. Beynəlxalq ticarət dövryyəsinin artmasının başlıca səbəblərinə inkişaf etmiş ölkələrin enerji balansının strukturunun dəyişməsi, neft məhsullarının istehlakı həcmının artması, kənd təsərrüfatı istehsalının sənayeləşdirilməsi, yəni müasir maşın və avadanlıqlara tələbatının artması kimi amillər aid edilə bilər. Burada inteqrasiya

prosesləri nəticəsində formalaşan regional ticarət-iqtisadi blokların yaradılması ilə əlaqədar olaraq inkişaf etmiş ölkələr arasında xarici ticarət dövriyyəsinin artmasının rolu da danılmazdır.

Müasir beynəlxalq ticarət prinsip etibarilə tədricən məhsulların müəyyən artıqlığının xarici bazarda satışının ona xas olan ilkin xüsusiyyətlərini itirməklə müxtəlif ölkələrin kooperasiya əlaqələrində olan müəssisələri arasında məhsulların əvvəlcədən razılaşdırılmış şərtlərlə göndərilməsinə gətirib çıxarır.

Beynəlxalq ticarət əlaqələrinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi probleminin həlli məsələsi dünya dövlətləri qarşısında onların istehsal edə bildiyi bütün əmtəələrin deyil, ən az xərclə başa gələn, daha yüksək məhsuldarlığa malik olan əmtəələrin istehsalı ilə məşğul olması vəzifəsini qoyur. Ölkə daxilində nisbətən ucuz başa gələn məhsullar istehsal olunmalı, nisbətən, baha başa gələn məhsullar isə xaricdən gətirilməlidir. Deməli Beynəlxalq ticarətdə qarşıya qoyulan məqsəd daxilində əsas yeri ölkəyə nisbətən daha çox mənfəət gətirmək durur. Ölkədə sosial-iqtisadi irəliləyişə nail olmaq üçün beynəlxalq ticarətdən birbaşa istifadə olunur. Məhz təsadüfi deyildir ki, beynəlxalq iqtisadi əlaqələrin 80%-i beynəlxalq ticarətin payına düşür.

2010-2018-ci illərdə dünya ölkələri üzrə ümumi ixrac və idxal həcmünün dinamikasının təhlili göstərir ki, 2018-ci ildə həmin göstəricilərin ən yüksək səviyyəsinə nail olunub. Həmin dövrdə dünya üzrə ixracın həcmünün 2010-cu illə müqayisədə 21 faiz artmasına baxmayaraq, 2015-2016-cı illərdə 2014-cü illə müqayisədə tədricən azalma baş verib. Ümumdünya idxalın həcmində də demək olar ki, eyni dəyişmə meylləri müşahidə olunub. Aşağıdakı cədvəldə 2010-2018-ci illərdə bəzi dünya ölkələri üzrə idxal və ixracın həcmi verilib (milyard ABŞ dolları ilə) [1,2].

Cədvəl

Ölkələr	İxrac								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cəmi dünya ixracı	15,301,0	18,338,0	18,496,0	18,498,0	18,995,0	16,489,0	16,028,7	17,730,0	19,284
ABŞ	1,277,1	1,479,7	1,545,6	1,578,9	1,623,4	1,501,8	1,453,2	1,546,7	1,665,9
Çin	1,577,8	1,898,4	2,048,4	2,209,0	2,342,3	2,273,5	2,097,6	2,271,7	2,494,2
Almaniya	1,271	1,482	1,416	1,459	1,511	1,328,5	1,304,8	1,450,2	1,556,7
Yaponiya	770	823	799	715	683	624	644	698	738
Rusiya	396,4	571,0	524,8	527,3	492,1	343,9	285,4	359,1	449
İdxal									
Cəmi dünya idxalı	15,551,0	18,503,0	18,705,0	19,011,0	19,104,0	16,743,0	16,287,3	18,024,0	19,665,2
ABŞ	1,966,5	2,262,6	2,333,8	2,330,8	2,409,8	2,313,4	2,249,6	2,409,4	2,612
Çin	1,396,0	1,743,4	1,818,2	1,950,0	1,958,0	1,679,6	1,587,9	1,840,9	2,134,9
Almaniya	1,097	1,260	1,173	1,194	1,224	1,057,6	1,060,7	1,173,6	1,287,3
Yaponiya	823	855	886	833	822	625,6	606,9	671,8	748
Rusiya	230,0	306,1	316,2	314,8	282,6	192,8	182,3	228	238,1

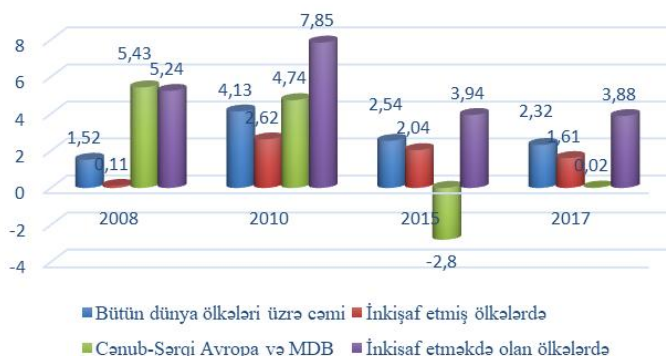
Cədvəldən göründüyü kimi 2018-ci ildə ABŞ 2,6 trilyon dollar idxalatı ilə dünyanın ən böyük mal idxalatçısıdır və 2,135 trilyon dollarla idxalatına görə Çin 2-ci ən böyük mal idxalatçısı mövqeyindədir. Göründüyü kimi 2016-cı ildə ABŞ-n ixracatı əvvəlki illə müqayisədə təqribən 3,2%, idxalat da əvvəlki ilə görə 2,8% azalıb. Lakin 2017-ci ildə 2016-cı ilə nisbətən ABŞ-n idxalı 7,1 faiz artmağa doğru meyl edib.

Həmçinin Çində də 2010-2018-ci illər ərzində xarici ticarət dövriyyəsi hamar şəkildə olmayıb, dəyişikliklər baş vermişdir. 2010-cu ildə Çinin mallar və xidmətlər ixracı 1577,8 milyard dollar olubsa, 2014-cü ildə həmin rəqəm 2342,3 milyard dollara qalxıb ki, bu da 1,5 dəfə artım deməkdir. 2014-2016-cı illər ərzində ABŞ-da olduğu kimi Çində də idxal və ixracda azalma müşahidə edilib. Çinin ixrac payında əvvəlki ilə nisbətən 7,7% azalma, idxalatda isə 5,6 % azalma baş verib. 2017-ci ildə isə 2016-cı ilə nisbətən yenidən idxalda böyük artım (15,9 faiz) olub. 2018-ci ildə də həm idxal həm də ixracda artım baş verib.

2003-cü ildən 2009-cu ilə qədər olan dövrdə dünya ixracatında ilk sırada olan Almaniya 2018-ci ildə həm idxal və həm də ixracda ABŞ və Çindən sonra 3-cü yerdədir.

2009-cu ildə yaşanan iqtisadi böhran Yaponiya iqtisadiyyatından da yan keçməyib. Xarici tələblərə bağlı olaraq inkişaf edən Yaponiyaya bu böhran mənfi təsir göstərmişdir. 2010-2017-ci illər ərzində Yaponiyanın da xarici ticarət qiymətləri dəyişkən olub.

2010-cu ildə böhrandan çıxış prosesinin başlaması ilə birlikdə Rusiyanın ixrac və idxal



Şəkil 1. 2008-2017-ci illərdə dünya istehsalının dinamikası (əvvəlki ilə nisbətən faizlə) [4]

lında artım olub. Neftin qiymətinin düşməsi və rubulun dəyərdən düşməsi səbəbi ilə 2014-cü ildə xarici ticarət həcmi 8% azalıb. Həmçinin bu göstərici 2016-cı ildə də özünü göstərmiş, yəni idxal və ixrac göstəricilərindən görmək olar ki, həm idxal, həm də ixracda azalma baş verib: ixracatda 17%, idxalata isə 5,4%. Lakin bununla belə Rusiyada da 2018-ci ildə idxal və ixracda artım müşahidə olunub.

Beynəlxalq ticarətin inkişafında baş verən proseslər hər şeydən əvvəl bilavasitə dünya istehsalının dinamikası ilə bağlıdır. Bu da əsasən global maliyyə böhranından sonrakı dövrdə dünya istehsalının dinamikasını səciyyələndirən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir.

Beynəlxalq ticarət dövriyyəsinin dinamikasına dair BVF-nin proqnozlarında əsasən artım meylləri sezilsə də bu sahədə azalmanın baş verməsi istisna olunmur. İnkişaf etmiş ölkələrdə belə azalmanın miqyası cüzi olsa da inkişaf etməkdə olan ölkələrdə onun xeyli yüksək olacağı gözlənilir.

Beynəlxalq ticarət münasibətləri dünya təsərrüfatını sistemləşdirməklə bərabər ölkələrin xarici ticarətin inkişaf səviyyəsinə, yəni ölkənin xarici ticarətinin dünya ticarətindəki xüsusi çəkisinə, adambaşına xarici ticarət dövriyyəsinin həcminə uyğun şəkildə kateqoriyalara bölünməsinə şərtləndirir [5, s.186-187]. Hənin göstəricilərdən asılı olaraq “kiçik” və “böyük” ölkələri fərqləndirmək olar. Bir qayda olaraq, dünya bazar qiymətlərinə təsir etmək gücündə olmayan ölkələr “kiçik” ölkələr qrupuna aid edilir. Dünya bazarına təsir etmək iddiasından çəkinməyən belə zəif ölkələr bəzən birləşərək, yaratdıqları inteqrasiya birliklərinin gücündən faydalanmağa, bununla da məcmu tələb-təklif nisbətərini formalaşdırmağa çalışırlar.

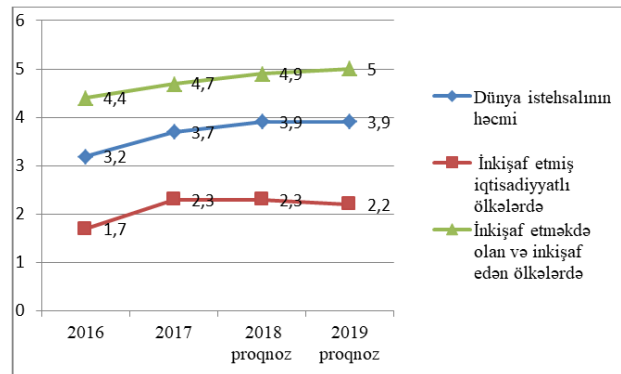
### Ədəbiyyat

1. www.ekonomi.gov.tr
2. https://www.trademap.org/
3. http://www.un.org
4. www.imf.org
5. Kərimli İ.A. Beynəlxalq iqtisadi münasibətlərin müasir problemləri. Bakı 2006.

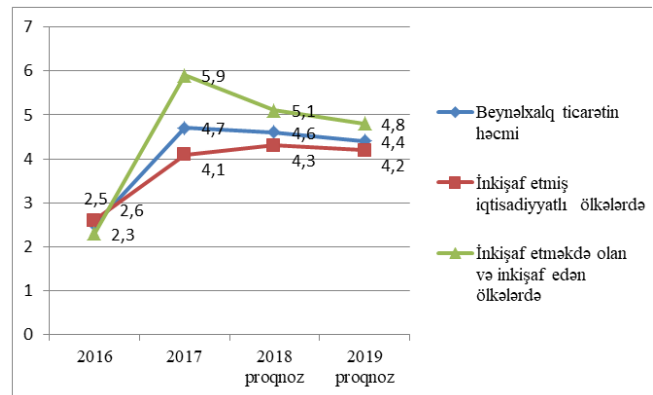
### *Perspectives of development of international trade in the modern time*

*Dadashova J.B.*

*In the article perspectives of development of international trade in the modern time is considered. According to calculations, there is a steady increase in the share of international trade in the economic relations between the countries.*



Şəkil 2. Dünya istehsalının dinamikası üzrə BVF-nin proqnozları (əvvəlki illərə nisbətən faizlə) [4]



Şəkil 3. Beynəlxalq ticarət dövriyyəsinin dinamikası barədə BVF-nin proqnozları. (əvvəlki ilə nisbətən faizlə) [4]