



DOI: 10.30546/FHNA



ISSN 2957-5931

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının

ELMİ XƏBƏRLƏRİ

SCIENTIFIC HERALD

**The Academy of the Ministry of Emergency
Situations**

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

**Академии Министерства По Чрезвычайным
Ситуациям**

Elmi-texniki jurnal

Scientific-technical journal

Научно-технический журнал

BAKİ – 2025

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyasının

ELMİ XƏBƏRLƏRİ

Elmi-texniki jurnal

BAŞ REDAKTOR – B.H.SALAYEV

Baş redaktorun müavini – t.f.d. **K.T. Kazimov**

Məsul katib – t.f.d. **X.Ş.Həsənov**

REDAKSİYA HEYƏTİ:

k.v.n. V.Q.Polevoy (Rusiya), dosent İ.İ.Polevoda (Belarusiya), t.e.d. S.D.Şaripxanov (Qazaxıstan), E.Haarselhorst (Niderland), f.e.d X.A.Həsənov, professor S.R.Rəsulov, professor İ.Ə.Həbibov, t.f.d. F.Ə.Aslanov, t.f.d. A.T.Xanlarov, f-r.f.d V.İ.Hüseynov, dosent F.Z.İbrahimzadə, professor İ.F.Dadaşov, professor Ə.S.Əfəndi.

Scientific-technical journal

SCIENTIFIC HERALD

The Academy of the Ministry of Emergency Situations

EDITOR-IN-CHIEF – B.H.SALAYEV

Deputy Editor-in-Chief – Ph.D. **K.T.Kazimov**

Executive Secretary – Ph.D. **Kh.Sh.Hasanov**

EDITORIAL BOARD:

Ph.D. Assoc. Prof. V.G.Polevoy (Russia), Assoc. Prof. I.I.Polevoda (Belarus), Sc.D. S.D.Sharipkhanov (Kazakhstan), E.Haarselhorst (Netherlands), Sc.D. X.A.Hasanov, professor S.R.Rasulov, professor I.A.Habibov, Ph.D. F.A.Aslanov, Ph.D. A.T.Khanlarov, Ph.D. V.I.Huseynov, Assoc. Prof. F.Z.Ibrahimzada, professor I.F.Dadashov, professor A.S.Afandi.

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Академии Министерства По Чрезвычайным Ситуациям

Научно-технический журнал

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – Б.Г.САЛАЕВ

Заместитель главного редактора – к.т.н. **К.Т.Казымов**

Исполнительный секретарь – к.т.н. **Х.Ш.Гасанов**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

к.в.н. доцент В.Г.Полевой (Россия), доцент И.И.Полевоеда (Белоруссия), д.т.н. С.Д.Шарипханов (Казахстан), E.Haarselhorst (Нидерланды), д.ф.н Х.А Гасанов, профессор С.Р.Расулов, профессор И.А.Габибов, м.к.н. Ф.А.Асланов, м.к.н. А.Т.Ханларов, к.т.н В.И.Гусенов, доцент Ф.З.Ибрагимзаде, профессор И.Ф.Дадашов, профессор А.С.Афанди.

T Ə S İ S Ç İ : Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

Jurnal 2021-ci ilin dekabr ayından nəşr olunur. Dövriliyi ildə 2 dəfədir. Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyində qeydiyyatata alınmışdır. Qeydiyyat № 4349, 07.07.2021-ci il. Jurnalın Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının "Azərbaycan Respublikasında dissertasiyaların əsas nəticələrinin dərc olunması tövsiyə edilən nəşrlərin siyahısı"na daxil edilmişdir.

F O U N D E R : The Academy of the Ministry of Emergency Situations

The journal has been published since December 2021. The periodicity is 4 times a year. The journal was registered in the Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan. Registration № 4349, 07.07.2021. The journal's included in the register of the Supreme Attestation Commission under the President of the Republic of Azerbaijan for "the list of recommended publications of the results of candidate and doctoral dissertations in the Republic of Azerbaijan".

У Ч Р Е Д И Т Е Л Ь : Академия Министерства по Чрезвычайным Ситуациям

Журнал издаётся с декабря 2021года. Периодичность выхода журнала четыре раза в год. Журнал зарегистрирован в Министерстве Юстиции Азербайджанской Республики за номером № 4349 от 07.07.2021 года. Журнал включен в «Реестр при Президенте Азербайджанской Республики для публикации результатов кандидатских и докторских работ» Высшей Атестационной Комиссии.

Redaksiya ünvanı:

*Hövsan qəs. Elmar Qasımov
küç.,
tel: +994125124181,
E-mail:
editor.academy@fhn.gov.az*

Editorial address:

*Hovsan settlement Elmar
Gasimov str.,
tel: +994125124181,
E-mail:
editor.academy@fhn.gov.az*

Адрес редакции:

*пос.Говсаны, ул.Эльмара
Гасымова.,
тел: +994125124181,
E-mail:
editor.academy@fhn.gov.az*

MÜNDƏRİCAT

HƏYAT FƏALİYYƏTİNİN TƏHLÜKƏSİZLİYİ

G.S Əliyeva, F.M. Hacızadə

Neft-kimya sənayesində yaranan fəvqəladə halların nəticələrinin aradan qaldırılmasında idarəetmənin təşkili.....5

X.C. Orucova; N.B. Xəlqov

Mülki aviasiyada potensial təhlükələrin idarə olunması mexanizmləri9

N.Z Abdullayeva, A.M. Yariyeva, L.A. Mahmudova

Geodinamik proseslərin sürüşmə proseslərinə təsirinin proqnozlaşdırılması16

Kh. Mammadov

Computational and mathematical analysis of pressure distribution in gate valves24

A.T. Babayev

Mühəndis silahlandırma vasitələrinin istismarının təşkili38

YANĞIN TƏHLÜKƏSİZLİYİ

E.M. Mahmudov, Ü.E. Sadıq-zadə

Fəvqəladə hallarda yanğınların proqnozlaşdırılma modeli.....45

M.Ə. Qurbanova, İ.F. Dadaşov

Yanğınsöndürənlərin peşə təhlükəsi kimi per və polifluoroalkil maddələrinin təsirinə (pfas) məruz qalmasının təhlili51

FƏVQƏLADƏ HALLARDA İSTİFADƏ OLUNAN TEXNİKİ SİSTEMLƏR VƏ VASİTƏLƏR

M.İ. Əsədli

Ai for well-being: improving mental resilience at the workplace63

M.M. Yunusov

Fəvqəladə hal risklərinin proqnozlaşdırılmasında riyazi və süni intellekt yanaşmaları.....70

R.İ. Rzayev

Fəvqəladə hallarda, istehsalat və məişət qəzaları zamanı insanların həyat və sağlamlığının qorunmasında mobil proqramların rolu77

P.M. Vəliyev

Estimation risks of occupational diseases rate among employees in cases of industrial activity of metallurgical plant.....87

MƏQALƏNİN TƏRTİBAT QAYDALARI.....103

NEFT-KİMYA SƏNAYESİNDƏ YARANAN FÖVQƏLADƏ HALLARIN NƏTİCƏLƏRİNİN ARADAN QALDIRILMASINDA İDARƏETMƏNİN TƏŞKİLİ

Əliyeva Günay Səfi qızı, (doktorant)
Elmi rəhbər – professor, t.e.d. F.M. Hacızadə

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
E-mail: Gunay.abbaszade@azmiu.edu.az

Xülasə. Fövqəladə halların aradan qaldırılmasına cəlb edilmiş bütün qüvvə və vasitələrin idarə edilməsi və onların qarşılıqlı fəaliyyətinin təşkili fəvqəladə halların aradan qaldırılması üçün təyin edilmiş iş rəisləri tərəfindən həyata keçirilir. Azərbaycan Respublikasının qanunvericiliyində başqa hal nəzərdə tutulmayıbsa, qəza-xilasetmə işlərinin rəhbərlərinin qərarları əməliyyat zonalarında olan bütün vətəndaşlar və təşkilatlar üçün məcburidir. Əməliyyat zonalarına ilk gələn qəza-xilasetmə xidmətlərinin, qəza-xilasetmə dəstələrinin rəisləri gələcəkdə Azərbaycan Respublikasının qanunvericiliyi ilə müəyyən edilmiş və ya yerli özünüidarəetmə orqanları tərəfindən təyin edilmiş iş rəislərinin, təşkilat rəhbərlərinin səlahiyyətlərini müvəqqəti olaraq öz üzərinə götürürlər. Fövqəladə halların nəticələrinin aradan qaldırılması işinin rəhbərinin səlahiyyətləri qanunvericiliyə uyğun olaraq Azərbaycan Respublikasının Hökuməti, Azərbaycan Respublikasının təsis qurumlarının dövlət orqanları, yerli özünüidarəetmə orqanları və təşkilatların rəhbərliyi tərəfindən müəyyən edilir.

Açar sözlər: fəvqəladə hallar, təhlükə, idarəetmə, xilasetmə, müdafiə, tədbirlər planı, nəticələr.

Fövqəladə halların aradan qaldırılmasında idarəetmənin təşkili xilasetmə və digər təxirəsalınmaz müvafiq işlərin tam həcmdə, ən qısa müddətdə, minimum itki ilə həyata keçirilməsi üçün müxtəlif məqsədlər daşıyan qüvvə və vasitələrdən səmərəli istifadəni təmin etməyə yönəlmiş tədbirlərdən ibarətdir. Fövqəladə halların aradan qaldırılmasında idarəetmənin təşkili fəvqəladə vəziyyət yarandığı andan başlayır və aradan qaldırıldıqdan sonra başa çatır [1]. Bu proses gündəlik dövrlərə görə həyata keçirilir. Bu dövrlərin hər birinə aşağıdakı tədbirlər daxildir:

- cari vəziyyət haqqında məlumatların toplanması
- vəziyyətin təhlili və qiymətləndirilməsi;
- qərarın qəbul edilməsi və vəzifələrin icraçılara çatdırılması
- işin həlli üçün nəticə və təkliflərin hazırlanması

- qarşılıqlı fəaliyyətin təşkili
- qüvvə və vasitələrin hərəkətlərinin təmin edilməsi

Fövqəladə halların aradan qaldırılmasında idarəetmənin təşkili, müəyyən bir fəvqəladə vəziyyətin baş verməsi ilə tənzimlənən hər səviyyədə əvvəlcədən hazırlanmış fəvqəladə halların qarşısının alınması və aradan qaldırılması üçün **Tədbirlər Planına** uyğun olaraq həyata keçirilir. Bunun əsasında fəvqəladə vəziyyətin xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq **fəvqəladə vəziyyətin aradan qaldırılması üzrə işlərin rəhbəri** fəvqəladə vəziyyətin aradan qaldırılması, təcili xilas etmə və digər təxirəsalınmaz işlərin aparılması barədə qərar qəbul edir.

Neft-kimya istehsalatlarında da fəvqəladə halların nəticələrinin aradan qaldırılmasında idarəetmənin təşkili yuxarıda deyildiyi kimi aparılır. Burada qərarın hazırlanmasında təcili xilas etmə və digər təxirəsalınmaz işlərin planlaşdırılması aparılır [1,2]. Həmin planlaşdırılma müvafiq qərar qəbul edildikdən və təbəçilikdə olan personala tapşırıqlar verildikdən sonra başa çatır. İş planı xəritələr, diaqramlar, qrafiklər və hesablamalar əlavə olunmaqla mətn şəklində tərtib edilir. Fəvqəladə vəziyyətin aradan qaldırılması üzrə işlərin rəhbəri tərəfindən imzalanır və baş rəis tərəfindən təsdiqlənir. İş planından çıxarıqlar tabeliyində olanlara aid hissəsində çatdırılır. Qüvvələrin hərəkətlərini birbaşa fəvqəladə vəziyyət bölgəsində idarə etmək üçün

- işçi qruplar yaradılır;
- stasionar idarəetmə məntəqələri (İM) istifadə olunur;
- mobil idarəetmə məntəqələri (İM) yerləşdirilir;
- əsas elementi mobil rabitə qovşağı olan rabitə sistemi təşkil olunur;
- idarəetmə sisteminin səmərəli işləməsinə təmin etmək üçün Mobil Məlumat

İdarəetmə Mərkəzi (MMİİM) əsasında avtomatlaşdırılmış idarəetmə alt sistemi yaradılır.

İdarəetmə sisteminin tərkibi və quruluşu fəvqəladə vəziyyətin miqyası və fəvqəladə vəziyyətin aradan qaldırılması işlərini əlaqələndirən Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin böhran vəziyyətlərində idarəetmə mərkəzinin qərarı ilə müəyyən edilir. Fəvqəladə vəziyyətin aradan qaldırılması üzrə işlərin rəhbəri ilə istənilən səviyyədə qərargah və ya işçi qrupu yaradılır [3,4,5]. Qərargahda (əməliyyat qrupu), bir qayda olaraq, müvafiq səviyyəli Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin işçi qrupları yaradılır və işləyir. İnzibati rayonun (şəhərin) idarəetmə alt sisteminə onun ərazisində fəvqəladə vəziyyət yaranarsa, mülki müdafiə, fəvqəladə hallar və təbii fəlakətlərin nəticələrinin aradan qaldırılması üzrə regional mərkəzin işçi qrupu, xüsusi hallarda isə dövlət icra orqanlarının işçi qrupları və Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin bir sıra digər qurumlarının qüvvələri daxil ola bilər. Regional və global fəvqəladə vəziyyətin aradan qaldırılmasını idarə etmək üçün Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin dövlətin icra orqanlarının işçi qruplarını əhatə edən bir idarəetmə sistemi yaradılır.

Fəlakət baş verməsindən əvvəl informasiya və kommunikasiya texnologiyaları sistemləri vasitəsilə yüksək təhlükəyə məruz qalma ehtimalı olan zonalar müəyyən edilir. Fəlakətlə bağlı risklərin azaldılması tədbirlərinə aşağıdakılar daxildir:

- ərazinin risk zonalarına bölünməsi
 - təhlükəli strukturların yıxılması və ya onların mümkün olduğu qədər bərkidilməsi
 - riskə məruz qalan yaşayış məskənlərinin və əhəmiyyətli infrastrukturun başqa yerlərə köçürülməsi
 - planların hazırlanması və kodların verilməsi ilə risk fərqlərinin nəzərdən keçirilməsi və yenilənməsi
- Kompyuter texnologiyalarından istifadə etmək, məlumat bazasının yaradılması, GIS texnologiyası böyük həcmli məlumatların toplanması və təhlil olunmasında və həmin məlumatların fəlakətlə bağlı risklərin idarə olunması üçün istifadə edilməsində böyük rol oynayır.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Аббасзаде Г.С., О мониторинге на потенциально опасных нефтехимических предприятиях. Вестник МАНЭБ, том 28, №2, 2023., с.22-26.
2. Gunay Safi qızı Abbaszade. Processing information about the status of complex technical systems used in petrochemical plants enterprises. VII Международная научно-практическая конференция «Наука и технологии», 31 октября 2023г., Алматы, Казахстан., с.228-232.
2. Carden E.P., Fanning P. Vibration Based Conditioning Monitoring: A Review. Structural Health Monitoring. Vol. 3, 2004, p. 355-377.
3. Ноженкова Л.Ф., Исаев С.В., Ничепорчук В.В., Евсюков А.А., Морозов Р.В., Марков А.А. Средства построения систем поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС. «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №4, М., 2008, с. 46-55.
- 4.Гаденин М.М. Многоуровневой мониторинг безопасности техносферы и окружающей среды. В кн.: Безопасность регионов – основа устойчивого развития. Материалы второй научно-практической конференции. Том 1. Иркутск, Издательство ИрГУПС, 2009, с.100-119.
- 5.Carden E.P., Fanning P. Vibration Based Conditioning Monitoring: A Review. Structural Health Monitoring. Vol. 3, 2004, p. 355-377.

ORGANIZATION OF MANAGEMENT IN ELIMINATING THE CONSEQUENCES OF EMERGENCIES IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

Annotasion. Management of all forces and means involved in the elimination of emergency situations and the organization of their mutual activity is carried out by the heads of work appointed for the elimination of the emergency situation. The decisions of the heads of emergency relief works are binding for all citizens and organizations in the operational zones, unless otherwise provided for in the legislation

of the Republic of Azerbaijan. Heads of emergency rescue services, emergency rescue groups, who first arrive at the operational zones, temporarily take over the powers of the heads of work determined by the legislation of the Republic of Azerbaijan or appointed by local authorities, heads of organizations before their arrival. The powers of the head of emergency relief work are determined by the Government of the Republic of Azerbaijan, state bodies of constituent entities of the Republic of Azerbaijan, local authorities and management of organizations in accordance with legislation.

Key words : emergencies, hazard, management, rescue, protection, the action plan, results.

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛИКВИДАЦИЕЙ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: Руководство всеми силами и средствами, привлекаемыми к ликвидации чрезвычайных ситуаций, и организация их совместной деятельности осуществляются руководителями работ, назначенными для ликвидации чрезвычайной ситуации. Решения руководителей работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций обязательны для всех граждан и организаций, находящихся в оперативных зонах, если иное не предусмотрено законодательством Азербайджанской Республики. Руководители аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, первыми прибывшие в оперативные зоны, временно принимают на себя полномочия руководителей работ, определенных законодательством Азербайджанской Республики или назначенных местными органами власти, руководителей организаций до их прибытия. Полномочия руководителя работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций определяются Правительством Азербайджанской Республики, государственными органами субъектов Азербайджанской Республики, местными органами власти и руководством организаций в соответствии с законодательством.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, опасность, управление, спасение, защита, план действий, результаты.

UOT 504

MÜLKİ AVIASİYADA POTENSİAL TƏHLÜKƏLƏRİN İDARƏOLUNMASI MEXANİZMLƏRİ

X.C.Orucova; N.B.Xalıqov

Milli Aviasiya Akademiyası
E-mail: xdic.orucova.02@bk.ru

Giriş. Hazırda mülki aviasiya ən çox üstünlük verilən nəqliyyat növlərindən biridir. Şübhəsiz ki, bunun əsas səbəblərindən biri onun sürətli və etibarlı olmasıdır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bu üstünlüklərə baxmayaraq, mülki aviasiyada potensial təhlükəli vəziyyətlərin tamamilə istisna olunması mümkün deyil. Qəza və insident risklərinin qarşısının alınması məqsədilə hava şəraiti, texniki nasazlıqlar, insan faktoru və digər risk amilləri nəzərə alınmalı və onların təsirini minimuma endirmək üçün müasir idarəetmə yanaşmaları tətbiq edilməlidir.

Bu istiqamətdə bir çox beynəlxalq və milli təşkilatlar tərəfindən potensial təhlükələrin vaxtında aşkar olunması, qiymətləndirilməsi və aradan qaldırılması məqsədilə genişmiqyaslı tədqiqatlar aparılır. Mülki aviasiyada təhlükəsizlik səviyyəsinin artırılması üçün risklərin idarə edilməsində sistemli yanaşmaların tətbiqi, qabaqlayıcı strategiyaların reallaşdırılması və operativ reaksiya mexanizmlərinin gücləndirilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır. Belə tədbirlərin icrası nəticəsində potensial təhlükəli halların qarşısı vaxtında alına, onların təsiri minimuma endirilə və ümumi aviasiya təhlükəsizliyi daha yüksək səviyyədə təmin oluna bilər.

Ümumilikdə, insan fəaliyyəti ilə bağlı heç bir sahə, eyni zamanda heç bir texnoloji və süni sistem tam təhlükəsiz hesab oluna bilməz. Təhlükə, insan fəaliyyətinin istənilən sahəsində, müxtəlif şərait və zamanlarda baş verə bilər. Mülki aviasiyada da təhlükəsizlik anlayışı nisbi xarakter daşıyır və belə bir vəziyyəti ifadə edir ki, “təhlükəsiz” sistem daxilində müəyyən risk faktorlarının mövcudluğu məqbul hesab edilir. Bu kontekstdə təhlükəsizlik, insanlara və iqtisadiyyata zərərin qəbulolunan səviyyəyə qədər azaldıldığı və/və ya risk mənbələrinin aşkar edilərək onların idarə olunmasının fasiləsiz və davamlı proseslər vasitəsilə təmin olunduğu vəziyyət kimi dəyərləndirilir [3].

Məsələnin qoyuluşu. Mülki aviasiya sektoru, yüksək təhlükəsizlik standartları və əməliyyatların davamlılığı baxımından son dərəcə vacib bir sahədir. Bu sahədəki fəaliyyətlər, yalnız iqtisadi və sosial baxımdan deyil, həm də insanların həyatını qorumağa yönəlmişdir. Mülki aviasiya sənayəsi mürəkkəb və daim inkişaf edən potensial təhdidlərlə üzləşir. Belə təhdidlər getdikcə daha təkmilləşir və

aviasiyada həyata keçirilən effektiv təhlükəsizlik tədbirlərini sarsıtmaq potensialına malikdir. Bu səbəbdən, mülki aviasiyada təhlükə və risklərin düzgün idarə edilməsi böyük əhəmiyyət daşıyır.

Eyni zamanda, hər bir aviasiya təşkilatı özünəməxsus, bəzən isə unikal təhlükəsizlik riskləri və potensial zəifliklərlə qarşılaşır. Bu səbəbdən, bütün işçilərin mövcud təhdidləri və riskləri anlamağı, gündəlik əməliyyatlarda təhlükəsizliyin vacibliyini dərk etməyi və təhlükəsizlik qaydalarının niyə tətbiq edildiyini bilmələri olduqca önəmlidir [1;2].

Təhlükələrin mahiyyətini başa düşmək güclü təhlükəsizlik mədəniyyətinin əsasını təşkil edir. Təhlükəsizlik şüuruna sahib işçilər daha yaxşı təhlükəsizlik davranışları nümayiş etdirmək və nəticə etibarilə həm təşkilat, həm də aviasiya sənayəsi üçün müsbət təhlükəsizlik nəticələri ehtimalına nail olmaq olar.

Bu gün aviasiya təhlükəsizliyi potensial təhlükə risklərini azaltmaq məqsədilə biometrik texnologiyalar, data information, süni intellekt (AI) və davranış təhlili kimi müasir metodlardan getdikcə daha çox istifadə olunur. Lakin bu məqalədə mülki aviasiyada potensial təhlükəli halların idarə edilməsinin praktikada tətbiq etdiyimiz üsul ilə tanış olacayıq. Bu üsul vasitəsiylə müəyyən edilmiş potensial halların baş vermə üstünlüyünü müəyyənləşdirərək gələcək risklərin azaldılması üçün effektiv tədbirlərin görülmək mümkündür [8].

Əsas hissə. Bu məqalədə mülki aviasiyada potensial təhlükəli halların idarə edilməsi məqsədiylə praktikada ekspert analizi üsulundan istifadə edilmişdir. Potensial təhlükəli halların idarə edilməsində ekspert analizi üsulu geniş tətbiq olunan və yüksək effektivliyə malik metodlardan biridir. Bu yanaşma, sahə üzrə təcrübəli mütəxəssislərin bilik və təcrübəsindən istifadə etməklə risklərin dəqiq qiymətləndirilməsinə və optimal qərarların qəbul edilməsinə imkan yaradır. Potensial risklərin müəyyənləşdirilməsi üçün aparılan araşdırmalar və tətbiq olunan üsulun nəticələri və həyata keçirilən addımlar aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Mülki aviasiyada potensial təhlükəli vəziyyətlərin identifikasiyasının aparılması: Tədqiqat müddətində, ilk növbədə, mülki aviasiya sahəsində potensial təhlükəli hallar müəyyən edilmişdir. Aviasiya təhlükəsizliyinə tarixi boyunca risklər mövcud olmuşdur. Lakin tarix boyu baş verən müxtəlif hadisələr aviasiyadan istifadə edənlər üçün təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsinə səbəb olmuşdur. Tədqiqatın aparılması məqsədiylə cədvəl 1-də potensial təhlükəli halları aşağıdakı kimi təsnifatı aparılmışdır [4;7] :

Cədvəl 1. Potensial təhlükəli halların identifikasiyası

№	Potensial təhlükəli hallar
1	Dronla hücum
2	Lazer işıqlandırma
3	Kiber hücumlar
4	Partlayıcı maddələrlə hadisə, hücumlar
5	İnsider təhlükəsi
6	Təyyarə qaçırılması (hijacker)
7	Terror təşkilatları
8	Raket hücumları
9	Lone wolf
10	Kimyəvi hücum

2. Ekspertlərin Təyini və qiymətləndirmə şkalasının müəyyənləşdirilməsi: Potensial təhlükəli halların idarə edilməsində ekspertlərin rəyləri mühüm rol oynayır. Təcrübə prosesində aviasiya sahəsi üzrə peşəkar təcrübəyə malik ekspertlər seçilmiş və onların rəyləri əsasında təhlillər aparılmışdır. Ekspertlərin müəyyən edilməsi onların müvafiq sahələrdəki bilik və təcrübələrinə əsaslanmışdır (cədvəl 2.) . Bu ekspertlər riskləri qiymətləndirilməsi, təhlili və idarə edilməsi proseslərini daha dəqiq və əsaslandırılmış şəkildə həyata keçirmişlər.

Cədvəl 1. Ekspertlərin göstəriciləri

№	İş təcrübəsi	Aviasiya sahəsi ilə əlaqəsi
Ekspert 1	4	2
Ekspert 2	8	2
Ekspert 3	6	2

Cədvəldəki qiymətlər şərti olaraq aşağıdakı əmsallara uyğun olaraq müəyyənləşdirilmişdir:

İllər üzrə ekspertlərin iş təcrübəsi	Təcrübə əmsali
15-dən çox	10
$10 \div 15$	8
$5 \div 10$	6
$0 \div 5$	4

Ekspertlərin aviasiya sahəsi ilə əlaqəsi	Əmsal
aiddir	2
Yaxın əlaqəlidir	1
Aid deyil	0

Bütün bunları nəzərə alaraq ekspertlərin rəqləri müəyyənləşdirilir. Hər bir ekspertlərin rəqləri ümumi əmsalların cəminin öz göstəricilərinə olan nisbətində əsasən müəyyənləşdirilir:

$$\text{Ekspert 1 : } K_1 = \frac{6}{24} = 0,25 \quad (1)$$

$$\text{Ekspert 2 : } K_2 = \frac{10}{24} = 0,416 \quad (2)$$

$$\text{Ekspert 3 : } K_3 = \frac{8}{24} = 0,3333... \quad (3)$$

Burada $K_1; K_2; K_3$ – uyğun olaraq hər bir ekspertin rangıdır.

Növbəti mərhələdə potensial təhlükəli halların baş vermə ehtimalının ən yüksək olduğu risklər müəyyən edilir. Bu prosesdə ekspert rəylərinə əsaslanaraq hər bir potensial təhlükənin ehtimal dərəcəsi və mümkün təsir səviyyəsi təhlil olunur. Bu addımda, müxtəlif halların ehtimalının qiymətləndirmə şkalası müəyyən edilir .

10 - Mütləq çox təhlükəlidir

8 - Təhlükəli

6 - Nisbətən təhlükəli

4 - Az miqdarda təhlükəli

2 - Nisbətən təhlükəsiz

0 - Fərq etməz

3. **Ekspert Rəylərinin toplanması:** Ekspert rəylərinə əsaslanaraq hər bir təhlükə növünün baş vermə ehtimalı və təsiri təhlil edilmiş, nəticədə ən çox rast gəlinə bilən potensial hallar müəyyən olunmuşdur. Ardıcıl müqayisə üsulu ilə hər bir ekspert üçü cədvəl müəyyənləşdirilir və A potensial təhlükənin B potensial təhlükədən baş vermə üstünlüyü qiymətləndirmə şkalasına əsasən qiymətləndirilir (bu zaman A hadisənin B hadisəsinə görə baş verməsi n kimi qiymətləndirilərsə , B hadisənin A hadisəsinə görə baş verməsi uyğun olaraq $1/n$ kimi qiymətləndirilir).

Bütün bunlar nəzərə alınaraq hər bir ekspertdən aşağıdakı kimi cədvəl məlumatları əldə edilir(cədvəl 5):

Cədvəl 5. Ekspert rəylərinə əsasən potensial təhlükələrin qiymətləndirməsi

A hadisələri /B										0
1.Dron hücumları			$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$				$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$
2.Lazer işıqlanma	$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$
3.Kiber hücumlar				$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$					
4.Partlayıcı maddələrlə hədə										
1. İnsider təhlükələr				$\frac{1}{7}$						
6.Hijaker	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{7}$		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$
7.Terror təşkilatları	$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$			$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
8.Raket hücumları	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$				$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
9.Tək qurd			$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$					$\frac{1}{5}$
10.Kimyəvi hücum			$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$					

Cədvəl 5-də göstərildiyi kimi hər üç ekspertdən ayrı –aryılıqda (cədvəldə verilən göstəricilər birinci ekspertin göstəriciləridir) qiymətləndirmə şkalasının qiymətlərinə əsasən hər bir potensail təhlükənin üstünlük dərəcəsi müəyyənləşdirilmişdir .

2. Ekspert göstəricilərin toplanması: Cədvəl 5-də göstərilmiş ekspertlərin göstəriciləri sətirlər üzrə toplanılır və baş vermə ehtimalı en yüksək potesial təhlükə müəyyənləşdirilir [5] :

$$\sum_{i=1}^n u_{ki} = \max_{i=1, \dots, n} \sum_{i=1}^n u_{ki} \quad (4)$$

$$1.\text{Dron hücumları} : 4 + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{6} + 3 + 3 + 2 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} = \frac{1559}{120} = 12,9916 \quad (5)$$

$$2.\text{Lazer işıqlanma: } \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{5} + 3 + \frac{1}{3} + 2 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} = \frac{797}{120} = 6,6416 \quad (6)$$

$$3. \text{Kiber hücumlar} : 6+5+\frac{1}{8}+\frac{1}{6}+7+7+5+5+7=\frac{1015}{24} = 42,2916 \quad (7)$$

$$4. \text{Partlayıcı maddələrlə hədə: } 8+8+8+7+9+8+9+7+6= 70 \quad (8)$$

$$5. \text{İnsider təhlükələr :} 6+5+6+\frac{1}{7}+7+8+9+7+5= \frac{372}{7} =53,1428 \quad (9)$$

$$6. \text{Hijaker: } \frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{7}+\frac{1}{9} + \frac{1}{7}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+\frac{1}{5}+\frac{1}{4} = \frac{2957}{1260} =2,3468 \quad (10)$$

$$7. \text{Terror təşkilatları : } \frac{1}{3}+3+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8}+3+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5} = \frac{1577}{210} =7,5095 \quad (11)$$

$$8. \text{Raket hücumları: } \frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{5}+\frac{1}{9}+\frac{1}{9}+2+3+\frac{1}{4}+\frac{1}{5} = \frac{1237}{180} =6,872 \quad (12)$$

$$9. \text{Tək qurd: } 3+3+\frac{1}{5}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+5+4+4+\frac{1}{5} = \frac{689}{35} = 19,6857142 \quad (13)$$

$$10. \text{Kimyəvi hücum: } 5+5+\frac{1}{7}+\frac{1}{6}+\frac{1}{5}+4+5+5+5 = \frac{6197}{210} = 29,5095 \quad (14)$$

3. **Ekspert rangının nəzərə alınması:** Yuxarıda göstərilmiş hər bir potensial təhlükəli halın uyğun olaraq hər bir ekspert rangına vurmaqla (K_1 ; K_2 ; K_3), hər ekspertlərə görə potensail təhlükələrin baş verə riskləri müəyyənləşdirilir (cədvəl 6):

Cədvəl 6. Ekspert rangları əsasında potensial təhlükəli halların göstəricilərin üstünlüyünün müəyyənləşdirilməsi.

#	Ekspert 1	Ekspert 2	Ekspert 3
1. Dron hücumları	3.2479	11.9224	8.961
2. Lazer işıqlanma	1.6604	9.4467	9.483
3. Kiber hücumlar	10.5729	20.52083	22.7083
4. Partlayıcı maddələrlə hədə	17.5	14.031746	22.0416
5. İnsider təhlükələr	13.2857	23.39285	20.03
6. Hijaker	0.5867	0.70585	1.972
7. Terror təşkilatları	1.877375	6.43194	7.005
8. Raket hücumları	1.718	5.78869	2.38
9. Tək qurd	4.9214	2.635416	2.4638
10. Kimyəvi hücum	7.377375	24.16	3.81

4. **Ekspert göstəricilərinə uyğun olaraq potensail təhlükələrin sıralanması:** Cədvəl 6-da alınmış nəticələrə əsasən hər üç ekspertin mülki aviasiyada potensial təhlükələrin baş vermə ehtimalına uyğun olaraq maximum göstəricilərə görə sıralayırıq. Aşağıda hər üç ekspertin təhlükə sırası göstərilmişdir

Ekspert 1: 4; 5; 3; 10; 9; 1; 7; 8; 2; 6

Ekspert 2: 10; 5; 3; 4; 1; 2; 7; 8; 9; 6

Ekspert 3: 3; 4; 5; 2; 1; 7; 10; 9; 8; 6

Bütün addımları nəzərə alaraq, ekspert rəylərinə əsasən demək olar ki, hazırda mülki aviasiyada ən çox ehtimal olunan potensial təhlükəli hallar insider təhdidlər, kiber hücumlar və partlayıcı maddələrə bağlı təhlükələrdir[6]. Bu cür hallar hava limanlarının və aviaşirkətlərin təhlükəsizliyinə ciddi zərbə vura bilər. Şübhəsiz ki,

bu tədqiqatın daha geniş miqyasda və daha çox sayda ekspertin iştirakı ilə aparılması daha dəqiq və effektiv nəticələrin əldə edilməsinə imkan verərdi. Müxtəlif sahələrdən ekspertlərin iştirakı risklərin daha geniş qiymətləndirilməsinə, potensial halların baş vermə ehtimalının daha dəqiq araşdırılmasına nail olmaq olar. Bu araşdırmanın əsas məqsədi müəyyən aviasiya təşkilatlarında ən yüksək potensial təhlükə risklərini aşkar etmək və aviasiya təhlükəsizliyinin artırılması üçün qabaqlayıcı tədbirlərin həyata keçirilməsini təmin etməkdir.

Nəticə. Nəticə olaraq, praktikada aparılan təcrübə nəticələrinə və ekspert rəylərinə əsaslanaraq, ən yüksək ehtimallı hadisələrin müəyyən edilməsi üçün istifadə olunan yanaşmaların effektivliyini vurğulamaq olduqca vacibdir. Aviasiya sahəsində bu metodlar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, çünki hər hansı bir potensial təhlükənin qarşısını almaq və riskləri minimuma endirmək üçün dəqiq və ətraflı təhlil aparılmalıdır. Ekspert rəylərinə əsaslanan təhlillər, aviasiya təhlükəsizliyi üçün potensial risk faktorlarının müəyyən edilməsində və bu risklərə qarşı müvafiq tədbirlərin hazırlanmasında mühüm rol oynayır. Bu yanaşma, təhlükəsizlik strategiyalarının daha sistemli və effektiv şəkildə qurulmasına şərait yaradır və aviasiya sahəsində təhlükəsizliyin davamlı olaraq təkmilləşdirilməsinə töhfə verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Angela Vozella Pierre Bieber Aviation Security Concerns Stockholm, Sweden 4-9 september 2022
2. European Civil Aviation Conference Magazine SECURING OUR SKIES: the continuing and changing importance of aviation security WINTER 2023
3. Risk Management Handbook U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration Flight Standards Service 2022
4. Tomáš Schóber, Ivan Koblen, Stanislav Szabo Present and potential security threats posed to civil aviation June 2012
5. С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности
6. William Derrickson Kartikeya Tripathi Difference in risk perception of onboard security threats by aircrew and aviation security experts December 2022
7. <https://blog.safe-passage.com/security-threats-with-the-most-impact-on-aviation>
8. <https://www.aviation.govt.nz/safety/security-guidance/security-culture/enhancing-your-organisations-security-culture/eight-key-components/understand-your-threat-and-risk-environment/>

GEODİNAMİK PROSESLƏRİN SÜRÜŞMƏ PROSESLƏRİNƏ TƏSİRİNİN PROQNOZLAŞDIRILMASI

**Abdullayeva Nuriyyə Zilimxan qızı, Yariyeva Aynurə Mübariz qızı,
Mahmudova Leyla Abdı qızı**

Azərbaycan Texniki Universiteti
E-mail: abdullayevanuriyye@aztu.edu.az

Xülasə. Məqalədə yamacın yargı bucağına təsir edən qüvvələr eyni zamanda ümumilikdə də yamaca təsir edən qüvvələr analiz edilmişdir. Belə ki, ilk öncə konvektiv proseslərin getmə mexanizmi də yamaca təsir edən qüvvələrdən və yamacın strukturundan asılı olaraq dəyişir. Yamaca təsir edən əsas parametrlərdən astenosfer qatındakı plitələr arasında yaranan axındır. Bu axın isə özlü müqavimətdən, sürətdən və mayenin sıxlığından asılı olaraq dəyişir. Eyni zamanda yamaca təsir edən təzyiq qüvvələrinin riyazi təsviri verilmişdir. Eyni zamanda yamacın tərkibi nəmlik olarsa bu təzyiqin dəyişməsinin riyazi təsviri verilmişdir. Litosfer qatında yaranan deformasiya və gərginliklərin yamaca təsiri analiz edilmişdir. Bu prosesin getmə mexanizmi Litosfer plitəsinin qalın layından asılıdır. Bu deformasiyalar yamacın müxtəlif hissələrində gərginliklər üzrə paylanır. Aydın olur ki, Litosferin deformasiya təsirləri yamaclarda müxtəlif çatlar yaradaraq sürüşmənin mexanizminə təsir edir. Yamacın sürüşməyə qarşı müqavimət qüvvələrinin cəmi təyin olunmuşdur. Atmosferdə istilik proseslərinin yamaca təsiri analiz edilmişdir. Yamacda vahid səthdə yayılan istilik prosesi, enerjinin dəyişməsi, yamacda müxtəlif koordinatlar üzrə istiliyin dəyişməsi, elektromaqnit dalğalarının təsiri, yamacın sıxlığından, təzyiqdən və istilik tutumundan asılı olaraq konvektiv proseslərin dəyişməsi; yamacın daxili enejisi az olarsa istilik proseslərinin təsirinin riyazi təsviri, struktur formasından asılı olaraq yamacda istilik proseslərinin dəyişməsinin riyazi təsviri yamacda deformasiyaların dislokasiyalardan asılı olaraq dəyişməsinin riyazi təsviri konvektiv proseslərin deformasiya istiqamətinə təsirinin riyazi təsviri verilmişdir.

Açar sözlər: deformasiya, sürüşmə, yamac, gərginlik, istilik prosesləri, konveksiya

Sürüşmə proseslərini, onun stimullaşdırıcı amillərin analizi, müxtəlif geodinamik proseslərin təsirinin araşdırılması hər zaman aktual məsələdir. Məsələnin optimal həllinə 1 istiqamətdə baxıla bilər. İlk öncə xarici geodinamik proseslərin yamaclara təsirinin fiziki modelləşməsi müəyyən qədər prosesin həllinə yol açar. Əlbəttə bunada energetik vəziyyət, konveksiya prosesləri, litosfer qatında

gərginlik və deformasiyadan, mexaniki proseslər və.s. düşünmək olar. Belə ki, məsələnin həllinə konvektiv proseslərin təsirindən başlatsaq aydın olur ki, yamaca təsir edən konvektiv prosesləri

$$d^2Q = qds dt \quad (1)$$

kimi yazsaq aydın olur ki, yamaca təsir edən prosesləri yamacdən istilik keçən hissə (ds), istilik keçirməyə sərf edilən vaxt (dt), yamaca təsir edən istilik seli (d^2Q) xarakterizə edir.

Aydındır ki, bu parametrlər yamacın tərkibindən, yamaca təsir edən digər qüvvələrdən asılı olaraq dəyişir. Əlbəttə digər geodinamik proseslər də konveksiya prosesinə təsir edir. Xüsusi ilə astenosfer qatındakı plitələr arasında yaranan qararlaşmış axın xüsusi ilə təsir edir. Bu zaman astenosfer qatında F_2 -özlü müqavimətin, V -sürət və ρ – mayenin sıxlığı parametrlərini nəzərə almaqla yamaca təsirin differensial tənliyini bu şəkildə yazı bilərik

$$\Delta m \frac{dv}{dt} = F_1(x; z; t) - F_1(x + \Delta x; z; t) - F_2(x; z; t) + F_2(\Delta x; z; t) \quad (2)$$

Burada $\Delta m = \rho \Delta x \Delta y \Delta z$ - yamacın kütləsidir

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial v}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial v}{\partial z} \frac{dz}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v}{\partial x} V_x + \frac{\partial v}{\partial y} V_y + \frac{\partial v}{\partial z} V_z \approx \frac{\partial v}{\partial t}$$

Yamaca edilən təzyiq qüvvəsini yazsaq

$$\begin{aligned} F(x, t) &= P = p \Delta x \Delta y \Delta z \\ F_1(x + \Delta x; t) &= F_1(x, t) + \frac{\partial F_1}{\partial x} \Delta x \\ F_1(x, t) - F_1(x + \Delta x; t) &= -\frac{\partial F_1(x, t)}{\partial x} \Delta x = -\frac{\partial P}{\partial x} \Delta x \Delta y \Delta z \end{aligned} \quad (3)$$

Əgər yamacın tərkibində nəmlik olarsa onda yamaca edilən təsir

$$F_2(x, z) + \Delta z; t - F_2(x; z; t) \approx \frac{\partial F_2}{\partial z} \Delta z \quad (4)$$

Eyni zamanda növbəti məsələ litosfer qatındakı gərginlik və deformasiyaların yamaca təsiridir. Litosfer plitələrinin yamaca təsirini aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$\begin{aligned} D \frac{d}{dr} \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dw}{dr} \right) \right] &= \frac{1}{r} \int_0^r \Delta P_r \cdot r dr \\ D &= \frac{\varepsilon \delta^3}{12(1-\nu^2)} \end{aligned} \quad (5)$$

Aydın olu ki, litosfer plitəsinin yamca təsiri δ litosfer plitəsinin qalınlığından V-Puanson əmsalından, r-plitənin radiusundan asılı olaraq dəyişir

Düşünsək ki, bu dəyişmə $dx_1; dx_2; dx_3$ istiqaməti üzrə plitələrin yamca təsiri istiqamətləridir.

$$Dx_1 = (1+u)dx_1 \quad (6)$$

Bu zaman yamacda baş verən həcmi dəyişmə

$$Dv = dv(1+u)(1+u^{12})(1+u^{13}) \quad (7)$$

Litosfer plitəsinin yamacın vahid səthinə etdiyi təsir

$$\int F_i Dv = \int \frac{\partial \delta_{ir}}{\partial xR} dV = \oint \theta_{ir} df r \quad (8)$$

Aydın olur ki, plitələrin yamaca etdiyi təsir yamacın ayrı-ayrı hissələrində gərginliklər üzrə paylanır. Bu gərginliklər edilən təsirlərin hər birinin analizi məsələnin həllinə tamami ilə yol açar. Yəni daha dəqiq desək yamacın bucağına təsir edən qüvvələrin təsiri araşdırılmalıdır. Belə ki, müxtəlif faktorların təsirindən yamacda yeni çatlar yaranır: bu zaman sürüşmənin müxtəlif mərhələləri formalaşır. Sürüşməyə qarşı müqavimət qüvvələrinin cəmi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{v=1}^n T_i} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i - \text{sürüşməyə qarşı müqavimət qüvvələrinin cəmi}$$

$$\sum_{v=1}^n T_i - \text{sürüşdürücü qüvvələrin cəbri cəmi}$$

Atmosfer qatında istilik prosesləri xüsusi və yamaca təsir edir

$$[Q(z; t) - Q(z + \Delta z; t) + F_z(z + \Delta z; t)V(t + \Delta z; t) - F_z(z; t)v(z; t)]\Delta t = p\Delta x\Delta y\Delta z c \frac{\partial T}{\partial t} \Delta t \quad (10)$$

Furье qanununu nəzərə alsaq

$$Q = -\pi \frac{\partial T}{\partial z} \Delta x \Delta y$$

Nyuton qanununa görə isə

$$F_z(z;t)=m\frac{\partial V}{\partial z}\Delta x\Delta y \quad (11)$$

$$\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial T^2} + m\left(\frac{\partial V}{\partial t}\right)^2 + m\frac{\partial^2 T}{\partial T^2} V = mc \frac{\partial T}{\partial T} \quad (12)$$

Nəticədə sistem üçün aşağıdakı tənliyi almış oluruq

$$m\frac{\partial^2 T}{\partial T^2} = \frac{\theta P}{\theta x} + P \frac{\theta V}{\theta t}$$

$$n\frac{\partial^2 T}{\partial T^2} + m\left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2 + mV\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = mc \frac{\theta T}{\theta t} \quad (13)$$

Aydın olur ki, yamacın tərkibindən sılı olaraq müxtəlif istiqamətlərdə konvektiv və istilik prosesləri temperatur və həcmdən asılı olaraq dəyişir. Vahid zamanda yayılan istilik prosesinə diqqət

$$Q_v dt + L_1 dt = p\left(du + \frac{dw^2}{2}\right) \quad (14)$$

Aydın olur ki, vahid səthə düşən istilik Q_v , U -1 kq daxili enerji əsas götürülür. Bu deməkdir ki, yamacın daxilində gedən proseslərdən asılı olaraq digər qüvvələr təsir edir. Yamacda olan ümumi enejinin dəyişməsi isə onun daxili enejisi və kinetik enerji ilə bağlıdır. Yamacın daxili enerjisi isə entalpiya ilə bağlıdır

$$Du = di - d(P/P) \quad (15)$$

Yamacın daxili quruluşunu yəni hissəciklərinin vəziyyətini, gedən kimyəvi prosesləri, kristalloqrafik quruluşu nəzərə alaraq istilik prosesləri aşağıdakı kimi gedir

$$Q_v = \text{div}(n \text{ grad} T) + q_1 \quad (16)$$

Müxtəlif istiqamətlərdə koordinatlar üçün nəzərə alsaq

$$\text{Div } q = \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} \quad (17)$$

Furje hipotezinə görə

$$Q_i = \lambda \frac{\partial T}{\partial x_i} \quad (18)$$

Onda düsturumuz aşağıdakı şəkildə düşür

$$Q_v = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial \lambda}{\partial x} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial \lambda}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{\partial \lambda}{\partial z} \frac{\partial T}{\partial z} + q_1 \quad (19)$$

Əgər yamacda istiliyin yayılması parabolik gedərsə bu zaman

$$\lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial \lambda}{\partial x} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial \lambda}{\partial y} \frac{\partial T}{\partial y} + \frac{\partial \lambda}{\partial z} \frac{\partial T}{\partial z} + q_v + L_v + \frac{dP}{dt} - \frac{\rho}{P} \frac{dP}{dt} = P \left[\frac{di}{dt} + \frac{d\left(\frac{w^2}{2}\right)}{dt} \right] \quad (20)$$

Aydın olur ki, yamacda istiliyin yayılması elektromaqnit dalğalarından asılı olaraq dəyişir. Ancaq yamacda təzyiqdən istilik tutumunu sıxlığın dəyişməsi nəzə alsaq bu zaman konveksiya və istilik proseslərinin yamaca təsiri aşağıdakı kimi təsvir edilir

$$d\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial t} dt + \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy + \frac{\partial \varphi}{\partial z} dz \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial \varphi}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \frac{dz}{dt} \quad (21)$$

Əgər yamacın daxili enerjisi az olarsa bu zaman istilik proseslərinin təsirini aşağıdakı kimi yazma bilərik

$$\text{Div}(\lambda \text{ grad } T) + q_v = P \frac{di}{dt}$$

Yamacda sturukturun formasından asılı olaraq istilik keçirməsi aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik

$$\nabla^2 T + \frac{q_v}{\lambda} = 0$$

Aydın olur ki, istilik keçirmə həndəsi parametrlərdən asılı olaraq dəyişir. Lakin unutmamaq olmur ki, eyni zamanda yamca təsir edən deformasiya və gərginliklər yamacdakı struktur ilə bərabər istilik proseslərini müxtəlif istiqamətlərdə dəyişə bilər. Belə ki, yamaca təsir edən qüvvələrin təsirindən gedən deformasiya prosesləri müxtəlif parametrlərdən asılı olaraq dəyişir. Deformasiyanın yamacdakı istiqamətdəki, dislokasiyaların təsirindən dəyişə bilər

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i,j, i \neq j} \varphi_{ij}(r_{ij}) + \sum F_i(P_i) \quad (22)$$

φ_{ij} - atomlar arasında enerji

r_{ij} - atomlararası məsafə

F_i - atomların elektron sıxlığı

Elektron sıxlığı isə

$$P_i = \sum_{j,j \neq 1} f_j(r_{ij}) \quad (23)$$

$f_j(r_{ij})$ - Atomda elektron sıxlığı

r_{ij} - atomda elektronlararası məsafə

Yamaca təsir nəticəsində yaranan deformasiyanı aşağıdakı kimi yazı bilərik

$$M_{IR} = \int (F_i X_R - F_R X_i) dV \quad (24)$$

Aydın olur ki, müxtəlif faktorların konvektiv proseslərin, daxili enerjinin, kristalloqrafik və.s. proseslərin təsiri ilə paylanmanın müxtəlif olduğu üçün deformasiyada bütün istiqamətlərdə eyni cür getmir. Yamaca təsir edən qüvvə nəticəsində yaranan deformasiyanın mexanizmini integral şəklində yazsaq

$$M_{OR} = \int \left(\frac{\partial \theta_{ie}}{\partial X_e} \cdot X_R - \frac{\partial \theta_{Re}}{\partial X_e} \right) dV = \int \frac{\partial (\theta_{iLXR} - \theta_{ReXi})}{\partial X_2} dV - \int \left(\theta_{ie} \frac{\partial X_R}{\partial X_2} - \theta_{Re} \frac{\partial X_i}{\partial X_e} \right) dV \quad (25)$$

Aydın olur ki, yamaca yaranan gərginliklərin yamacın bütün hissələrində bərabər paylanması hər tərəfdə eyni təzyiq olduqda baş verir. Yamaca təsir edən konvektiv proseslərin təsiri ilə daxili enerjinin dəyişməsi deformasiyanın istiqamətinə təsirini aşağıdakı kimi yazı bilərik

$$\int \delta R dV = \int \frac{\partial \theta_{iR}}{\partial X_R} \delta u_i dV \quad (26)$$

Aydın olur ki, yamaca tətbiq olunan qüvvə istilik proseslərinin təsiri ilə gərginliklərin müxtəlif nöqtələrdə müxtəlif qiymət alır. Ümumiyyətlə yamacın yargı bucağını yazanda və ona təsir edən amillərin analizi hər zaman aktual mövzu olaraq qalacaqdır.

Nəticə.

1. Geodinamik proseslər ciddi şəkildə sürüşmə proseslərinə təsir edir.
2. Yamaca təsir edən konvektiv proseslər yamacın strukturlarından asılı olaraq dəyişir.
3. Astenosfer plitələri arasında yaranan axın yamaac ciddi şəkildə təsir edir.
4. Litosfer plitələri arasında yaranan deformasiya və gərginliklər Litosfer plitələrinin qalınlığından asılı olaraq dəyişir və yamacın müxtəlif hissələrində gərginlik kimi paylanır.
5. Yamacda istilik prosesləri elektromaqnit dalğalarından asılı olaraq dəyişir.

ƏDƏBİYYAT

1. БРАУН Д., МАССЕТ А. НЕДОСТУПНАЯ ЗЕМЛЯ. М: МИР, 1984
2. ПАРКИНСОН У. ВВЕДЕНИЕ В ГЕОМАГНЕТИЗМ. М: МИР, 1986
3. ШЕРИФФ Р., ГЕЛДАРТ Л. СЕЙСМОРАЗВЕДКА М: МИР, 1987

FORECASTING THE IMPACT OF GEODYNAMIC PROCESSES ON SLIDE PROCESSES

Summary. The article analyzes the forces affecting the slope angle and the forces affecting the slope in general. First of all, the mechanism of convective processes also changes depending on the forces affecting the slope and the structure of the slope. One of the main parameters affecting the slope is the flow between the plates in the asthenosphere layer. This flow changes depending on the viscous resistance, speed and density of the fluid. At the same time, a mathematical description of the pressure forces affecting the slope is given. At the same time, a mathematical description of the change in this pressure is given if the slope is composed of moisture. The effect of deformations and stresses arising in the lithosphere layer on the slope has been analyzed. The mechanism of this process depends on the thickness of the lithosphere plate. These deformations are distributed according to stresses in different parts of the slope. It is clear that the deformation effects of the lithosphere affect the mechanism of sliding by creating various cracks in the slopes. The sum of the resistance forces of the slope against sliding has been determined. The effect of thermal processes in the atmosphere on the slope has been analyzed. The heat process spreading over a uniform surface on the slope, the change of energy, the change of temperature on different coordinates on the slope, the effect of electromagnetic waves, the change of convective processes depending on the density, pressure and heat capacity of the slope; a mathematical description of the effect of thermal processes if the internal energy of the slope is low, a mathematical description of the change of thermal processes on the slope depending on the structural form, a mathematical description of the change of deformations on the slope depending on dislocations, a mathematical description of the effect of convective processes on the direction of deformation are given.

Keywords: deformation, sliding, slope, stress, thermal processes, convection

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Аннотация. В статье анализируются силы, действующие на угол наклона, и силы, действующие на склон в целом. Прежде всего, механизм конвективных процессов также изменяется в зависимости от сил, действующих на склон, и структуры склона. Одним из основных параметров, влияющих на склон, является поток между плитами в слое астеносферы. Этот поток изменяется в зависимости от вязкого сопротивления, скорости и плотности жидкости. При этом дается математическое описание сил давления, действующих на склон. При этом дается математическое описание изменения этого давления, если склон состоит из влаги. Проанализировано влияние деформаций и напряжений, возникающих в литосферном слое, на склон. Механизм этого процесса зависит от толщины литосферной плиты. Эти деформации распределяются по напряжениям в разных частях склона. Очевидно, что деформационные эффекты литосферы влияют на механизм скольжения, создавая различные трещины в склонах. Определена сумма сил сопротивления склона скольжению. Проанализировано влияние тепловых процессов в атмосфере на склон. Распространяющийся по однородной поверхности на склоне тепловой процесс, изменение энергии, изменение температуры по разным координатам на склоне, воздействие электромагнитных волн, изменение конвективных процессов в зависимости от плотности, давления и теплоемкости склона; Дано математическое описание влияния тепловых процессов при малой внутренней энергии склона, математическое описание изменения тепловых процессов на склоне в зависимости от структурной формы, математическое описание изменения деформаций на склоне в зависимости от дислокаций, математическое описание влияния конвективных процессов на направление деформации.

Ключевые слова: деформация, скольжение, уклон, напряжение, тепловые процессы, конвекция

COMPUTATIONAL AND MATHEMATICAL ANALYSIS OF PRESSURE DISTRIBUTION IN GATE VALVES

Khalig Mammadov

*PhD student, Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku,
Azerbaijan.*

Work place: Saipem Contracting Netherlands B.V. Azerbaijan Branch

E-mail: khalig.mammadov1993@gmail.com

Abstract. This study applies fundamental fluid mechanics equations, including Navier-Stokes, Bernoulli, and Darcy-Weisbach, to quantify pressure losses and analyze flow behavior through the valve. Key dimensionless parameters, such as pressure coefficient, offer generalized insights into pressure variations across valve geometries. Computational Fluid Dynamics (CFD) modeling is employed to simulate fluid movement, incorporating turbulence models like $k-\epsilon$ and $k-\omega$ to accurately capture flow separation and eddy formation. Critical factors such as mesh generation, boundary condition selection, and solver settings are carefully considered to ensure simulation accuracy. The results illustrate the pressure drop mechanism within the gate valve, revealing high-pressure regions upstream of the constriction and low-pressure zones downstream. Simulated streamline plots confirm velocity variations and flow acceleration as fluid passes through the partially open valve.

Furthermore, the study identifies potential cavitation zones where pressure falls below the vapor pressure, underscoring the importance of optimal valve design in mitigating energy losses. These findings provide a comprehensive understanding of pressure distribution, facilitating the development of more efficient gate valve designs and enhancing fluid flow performance. By integrating theoretical modeling with empirical correlations and CFD analysis, this research contributes to optimizing valve functionality and minimizing operational inefficiencies in fluid transport systems.

Keywords: Gate valve; Pressure distribution; Computational Fluid Dynamics (CFD); Turbulence modeling; Flow behavior; Cavitation zones

5. Introduction. Gate valves play a crucial role in regulating fluid flow across various systems, ensuring minimal pressure loss when fully open. Their widespread use in industrial applications highlights the importance of optimizing their design for reliability and efficiency, particularly under high-pressure and high-temperature conditions. Despite significant advancements, challenges such as

friction between valve components, wear on sealing surfaces, and operational stresses continue to impact valve performance and longevity. Addressing these issues requires in-depth research into valve design, material selection, and structural optimization [1].

The durability and performance of gate valves depend significantly on their material properties, particularly hardness and strength. Research has demonstrated that an imbalance in the hardness levels of pressurized components can accelerate wear, shortening the lifespan of softer materials. Studies on ZMS and ZMAD valve types underscore this phenomenon, reinforcing the necessity of selecting appropriate material properties [2]. Additionally, hydro-abrasive wear remains a major concern in gate valves operating in fluid systems containing sand or other abrasive particles. These particles accumulate in the clearances between the wedge and valve body, gradually causing scratches and deterioration of the sealing material. Over time, this wear expands into significant damage, leading to fluid leakage and reduced efficiency [3].

Multiple methodologies have been employed to determine the optimal body thickness of gate valves. Approaches such as the thin-walled cylinder concept and ASME standards have been utilized, yielding thickness variations between 8 mm and 19 mm depending on the applied method. This factor is critical in ensuring that the valve body can withstand the required industrial pressures. The overall design is based on the working pressure and the allowable stress limit of the selected steel material for the body, ensuring structural integrity under demanding conditions [4].

This study primarily focuses on computational fluid dynamics (CFD) analysis to enhance the reliability of gate valves by optimizing their structural design and material properties. Through CFD simulations, the research examines fluid flow behavior, pressure distribution, and turbulence effects within the valve, identifying critical regions prone to wear and erosion. Particular attention is given to sealing surfaces such as saddles and gates, which experience continuous contact and are susceptible to damage under high-pressure conditions. By leveraging CFD analysis, this study aims to refine design parameters to minimize flow-induced degradation, improve sealing efficiency, and ensure compliance with industry standards. The findings provide valuable insights into optimizing valve geometry and material selection to enhance performance, extend service life, and maintain operational efficiency in high-stress [5].

6. Literature review. Valves are one of the essential components used in the oil and gas industry to direct the movement of fluids or prevent flow. They differ based on their structural design, the industry in which they are applied, and the required power source (e.g., motor-operated, air-operated, or hydraulic pressure-operated valves). Among these, MOV (Motor-Operated Valves) are crucial for ensuring safety and reliability during operation, and strict requirements are imposed on their design and performance. Following incidents such as the "Three Mile Island" accident in the U.S., extensive research has been conducted on MOVs, and the causes of their failures have been studied [6].

A study conducted by researchers at the Korea Research Institute focused on the friction coefficient, a critical parameter in the sealing assembly of motor-operated valve structures [7]. This coefficient is vital for ensuring the performance and safety of MOVs. The primary objective of the research was to analyze the effect of pressure on the friction coefficient of the selected sealing material under different operating conditions while also clarifying the boundary conditions of this coefficient. Motor-operated valves consist of three main parts: the motor, the actuator, and the valve (Fig. 1).

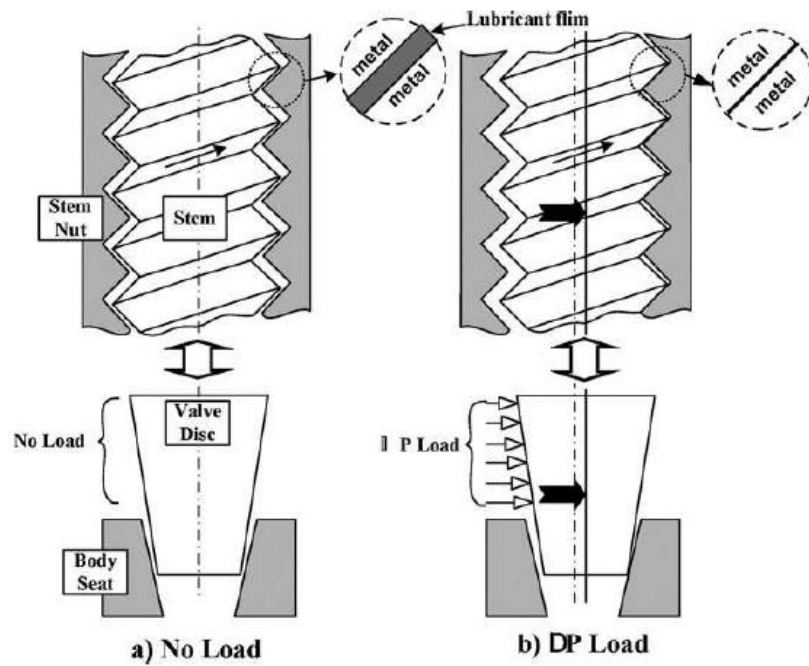


Figure 1. Friction characteristics at contact area between stem and stem nut [7]

The motor generates torque, which is transmitted to the valve through the actuator. The actuator converts this rotational motion into the movement of the spindle, allowing the valve to open and close. In the overall process, the friction coefficient represents the friction generated between the nut and the spindle threads, which directly affects the efficiency of the valve. An increase in the friction coefficient leads to higher power losses, which, in turn, reduces the thrust force produced by the actuator. Consequently, the operational efficiency of the valve significantly decreases.

Flow velocity is another crucial factor to consider when selecting a valve for industrial applications. At higher velocities, a partially open valve can lead to erosion of its internal walls [8].

Gate valves are highly versatile components used to regulate flow by either fully opening or closing a passage, making them essential in production transfer processes. However, their operation requires significant force due to the need to

prevent leakage caused by wear and tear. This necessity represents a primary drawback of gate valves. Additionally, multiple turns are required to move the gate up or down, resulting in a slower opening and closing process.

Krishnamurti et al. (2019) examined valve joints composed primarily of AISI 1040 steel, a material that operates under high pressure and is subjected to continuous fretting wear. A nominal load test was performed to assess fretting wear levels, revealing that wear depth increases under fretting conditions during operational use [9].

Other researchers, such as Tianyang et al. (2021), investigated the tribological behavior of rigid bodies, including grooves. They employed picosecond laser-textured thrust bearings to determine the wear coefficient of various surfaces. A comparative matrix was constructed to analyze the obtained results, leading the authors to propose a two-dimensional analytical model. This model incorporated Reynolds' equation to account for mass cavitation effects. The study, conducted using the MMW-1 tribological testing rig, produced friction coefficient values for different components. By comparing these results against friction reduction ratios, the researchers assessed the tribological performance of the selected bearings. The experimental findings correlated well with theoretical predictions [10].

Stress analysis of critical gate valve components has also been performed using finite element analysis (FEA). Jatkar and Dhanwe (2013) modeled valve elements using CATIA V5R17 and simulated their behavior under various operating conditions in ANSYS 11. The software-generated results were further validated through classical solid mechanics theory[11].

Similarly, Patil and Gambhire (2014) employed CAD software to develop a valve model, which was then subjected to FEA simulations. The pressure was incrementally increased to its maximum operating level, allowing for a detailed evaluation of pressure distribution across hermetic elements. Following FEA, additional thermal, harmonic, and electromagnetic simulations were conducted using CATIA. To refine their findings, the researchers utilized Ansys Fluent to accurately assess pressure variations at the contact surfaces of hermetic components [12].

Wang (2014) investigated wear mechanisms in critical valve components using a CAD/CAE-based approach. The study examined fluid flow parameters, establishing a relationship between flow rate and velocity. Additionally, wall thickness measurements were analyzed to determine how fluid flow impacts internal elements, particularly in the narrow gaps between packing units and the valve body [13].

Pujari and Joshi (2016) focused on optimizing gate valve design by analyzing various valve body constructions through FEA. Their research emphasized stress distribution across different structural configurations [14].

Katkar et al. (2017) explored the tribological characteristics of hermetic components, applying multiple analytical techniques to assess valve design and wear factors. The study utilized CATIA software to model fluid flow effects on

valve walls, followed by simulations in ANSYS Workbench. The final conclusions were drawn based on FEM techniques [15].

Various valve constructions are employed in the oil and gas industry. While carbon steel remains the predominant material for valve bodies, stainless steel alternatives have been developed for improved durability. T. Varun Kumar et al. (2019) investigated the hardness enhancement of duplex stainless steel (DSS), which consists of approximately equal proportions of austenite and ferrite phases. This composition enhances corrosion resistance and surface hardness. Their experimental analysis, conducted under high-temperature conditions, yielded a hardness value of 311.235 BHN. The researchers concluded that the hardness of DSS is directly influenced by the austenite content in the material [16].

A significant body of literature is dedicated to numerical and simulation-based approaches aimed at minimizing wear in valve construction, determining the optimal range of pressure applications thereby enhancing their longevity. While these studies propose methods to reduce wear in hermetic elements, they acknowledge that complete elimination of wear across all components is unrealistic. Therefore remaining with CFD analysis to determine the pressure distribution remains unique and critical part of the valve utilization in industry.

7. Mathematical modeling of pressure distribution. The pressure distribution within a gate valve is primarily governed by the constriction of the flow path, leading to significant pressure variations due to the principles of mass and momentum conservation. The behavior of incompressible flow through the valve is described by the Navier-Stokes equations, which account for the forces acting on the fluid. Bernoulli's equation further explains the relationship between pressure, velocity, and elevation, illustrating how pressure losses arise as fluid accelerates through the narrowing valve opening. To quantify these losses, the Darcy-Weisbach equation is used to determine the frictional pressure drop along the pipe, while the valve loss coefficient accounts for localized energy dissipation. The continuity equation ensures mass conservation across the valve, while the momentum equation provides insights into the force interactions that influence pressure distribution. In high Reynolds number flows, turbulence models such as $k-\epsilon$ or $k-\omega$ are essential for capturing eddy formation and flow separation, both of which affect pressure recovery in the downstream region.

Additionally, dimensionless parameters such as the Reynolds number and pressure coefficient are utilized to generalize pressure variations across different valve geometries. Empirical correlations, validated through experimental studies, are also incorporated to align theoretical predictions with real-world pressure drop measurements. By integrating these fundamental equations with empirical models, a comprehensive understanding of pressure distribution in gate valves can be achieved, facilitating valve design optimization and improving fluid flow efficiency.

The fundamental equations governing fluid motion include the Navier-Stokes equations for incompressible flow:

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla P + \mu \nabla^2 v + F$$

where, ρ is the fluid density; v is the velocity field; P is the pressure field; μ is the dynamic viscosity.

Applying Bernoulli's equation for steady -state flow:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + h_L$$

where, P_1, P_2 are pressures before and after the valve; v_1, v_2 are fluid velocities before and after the valve; h_L is the head loss due to the friction.

Using the Darcy-Weisbach equation:

$$\Delta P = \left(f \frac{L}{D} + K \right) \frac{\rho v^2}{2}$$

where, f is the friction factor; L is the equivalent pipe length; D is the pipe diameter; K is the valve loss coefficient.

The effective flow area of a partially open gate valve is calculated as:

$$A_{eff} = \omega \cdot h$$

where ω is the valve width and h is the opening height. Using the continuity equation:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Thus,

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

which is incorporated into Bernoulli's equation to calculate the final pressure drop.

Substituting into Bernoulli's equation:

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} v_1^2 \left(1 - \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 \right) + k \frac{\rho v_1^2}{2}$$

7.1. CFD modeling and set up of the simulation. CFD modeling is one of the mostly used methodology to analyze the fluid through the gate valves. The simulation setup parameters includes mesh generation, boundary conditions selection, solver settings and turbulence models creation.

Valve geometry is created using the CAD function and irregularities eliminated for maintaining the smooth surface to run the simulation. Combination of hexahedral and tetrahedral elements are usually used to discretized the computational domain as well as to have the finer resolution closer boundaries, especially around the areas where the high flow variations occur. The wall condition is one of the another factor which will facilitate the process of determining shear stresses and turbulence effect over the valve construction. Finally, a grid independence study is conducted by running simulations with different mesh densities, confirming that the solution is not significantly affected by grid resolution, thus validating numerical accuracy.

Boundary conditions are significant for the simulation of realistic fluid movement. There are several considerations must be noted prior to proceeding with the implementation of the boundary conditions. Usual set up considers the inlet and outlet conditions as well as the wall and turbulence conditions.

A no-slip condition is applied to the valve walls to note for viscous effects, making sure the realistic shear force distribution. Turbulence intensity and length scales are defined at the inlet to mimic real-world flow conditions inside industrial pipelines.

In order to solve the governing fluid equations numerically, a CFD solver being chosen referring to the characteristics of the gate valve flow. This usually basis on the pressure distribution over the hermetic elements of the gate valve. It is mostly suitable for incompressible fluids with several pressure variations.

The discretization scheme employs a second-order upwind approach for the momentum, turbulence, and energy equations, reducing numerical diffusion and improving solution accuracy. Given the flow characteristics inside the gate valve, the standard k- ϵ turbulence model is utilized for its reliability in capturing separated flows, recirculation zones, and turbulence-induced pressure drops. Convergence is achieved by imposing a residual threshold for the continuity and momentum equations, ensuring the numerical solution attains stability and accuracy. This methodology enables precise predictions of flow behavior within the valve, aligning the results with theoretical expectations.

The Figure 2 represents a CFD-generated pressure distribution in a gate valve, showing how the fluid pressure varies across the valve chosen parameters. The color gradient gives an indicator of pressure change, with red regions emphasizing high-pressure zones while blue regions corresponding to low-pressure zones. This

pressure changing map provides an understanding for the flow behavior, pressure loss mechanisms, and energy dissipation within the valve constructions.

At the center of the granted graph, the deep red area indicates a high pressure area which is where the fluid accumulates prior to passing through the narrowing of gate valve working zone. The buildup of high pressure results from flow obstruction as the valve partially restricts fluid movement. The highest pressure is observed just upstream of the constriction, where the fluid is compressed before accelerating through the narrowed passage. As one moves radially outward from the red zone, the pressure gradually diminishes, forming concentric bands transitioning from red to orange to blue. This gradient reflects the pressure drop as the fluid flows past the restriction, experiencing a sudden velocity increase. This phenomenon aligns with Bernoulli's principle, which states that an increase in velocity corresponds to a decrease in static pressure.

Beyond the valve opening, the blue region indicates a low-pressure zone where the fluid has passed through the gate and expands into a less restricted area. The rapid acceleration through the constriction lowers static pressure, creating a pressure deficit downstream of the valve. This effect can sometimes lead to cavitation, where vapor bubbles form due to local pressure dropping below the fluid's vapor pressure. The buildup of high pressure results from flow obstruction as the valve partially restricts fluid movement. The highest pressure is observed just upstream of the constriction, where the fluid is compressed before accelerating through the narrowed passage. As one moves radially outward from the red zone, the pressure gradually diminishes, forming concentric bands transitioning from red to orange to blue. This gradient reflects the pressure drop as the fluid flows past the restriction, experiencing a sudden velocity increase. This phenomenon aligns with Bernoulli's principle, which states that an increase in velocity corresponds to a decrease in static pressure. Beyond the valve opening, the blue region indicates a low-pressure zone where the fluid has passed through the gate and expands into a less restricted area. The rapid acceleration through the constriction lowers static pressure, creating a pressure deficit downstream of the valve. This effect can sometimes lead to cavitation, where vapor bubbles form due to local pressure dropping below the fluid's vapor pressure.

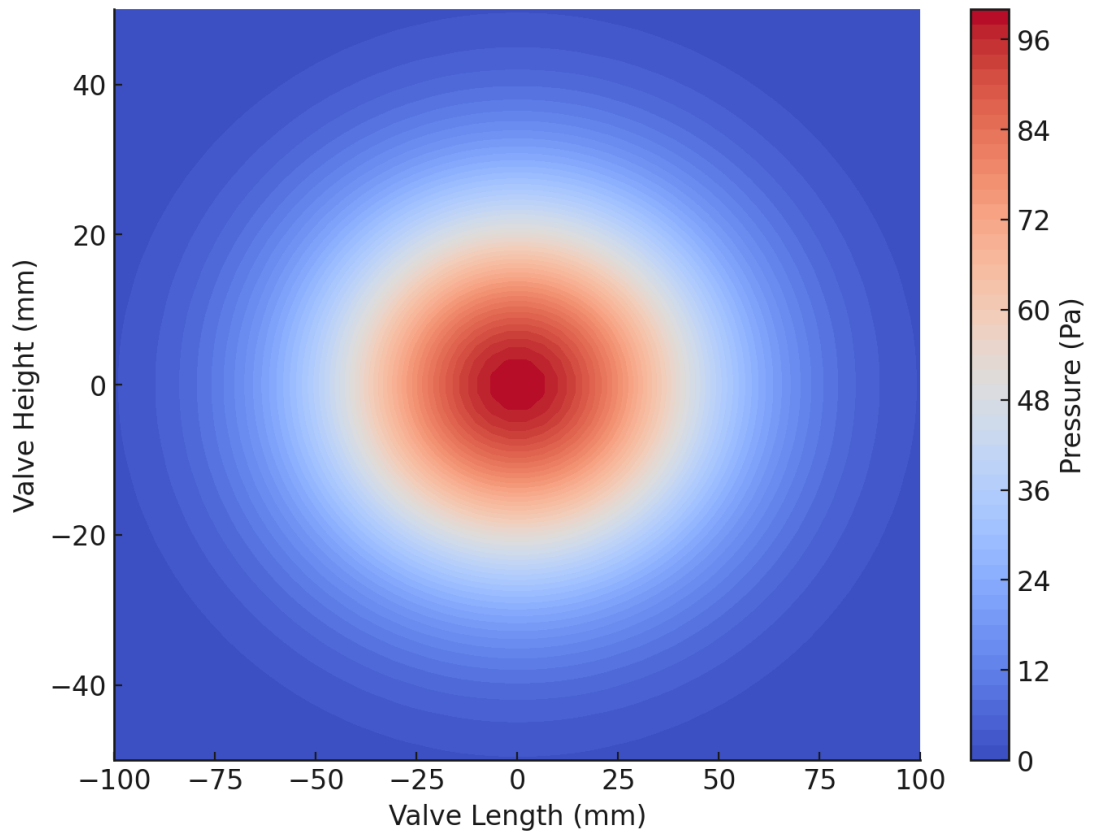


Figure 2. Simulated pressure distribution in a gate valve

The another set-up of the simulation is to analyse the flow in the gate valve. For the purpose of the simulation gate valve has remained unchanged in its dimensions and diameter of the valve chosen to be 65mm.

The Figure 3 illustrates a streamline plot of fluid passing through a gate valve, generated using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations. The streamlines illustrate the fluid's movement, while the color gradient represents velocity magnitudes—red indicating high velocity and blue signifying low velocity. This visualization provides valuable insights into flow acceleration, velocity distribution, and turbulence effects as the fluid navigates the valve. At the center of the plot, the streamlines converge and accelerate through the valve's constricted section, illustrating the effect of partial closure by the gate. The fluid flow follows smooth, continuous paths, with arrows marking the direction from the inlet to the outlet. The color gradient highlights variations in velocity throughout different regions. On the left and right edges of the plot, streamlines are more widely spaced, transitioning toward red and yellow hues, indicating regions of increased velocity. This confirms the expected velocity rise as fluid moves through the valve's opening. According to Bernoulli's principle, this velocity increase corresponds to a reduction in static pressure, aligning with previously analyzed pressure distribution data. Near the center, where the gate restricts flow, the streamlines compress and curve sharply, reflecting fluid acceleration through the narrowed passage. The presence of blue and

cyan hues in this region suggests areas of reduced velocity, where flow stagnation might occur due to the obstruction imposed by the gate.

Beyond the valve opening, in the downstream section, the streamlines spread out, and the colors gradually shift back to lower velocity ranges, indicating flow recovery and diffusion. The curved and diverging streamlines in this region suggest the potential formation of vortices and minor flow separation, which could contribute to energy dissipation and turbulence.

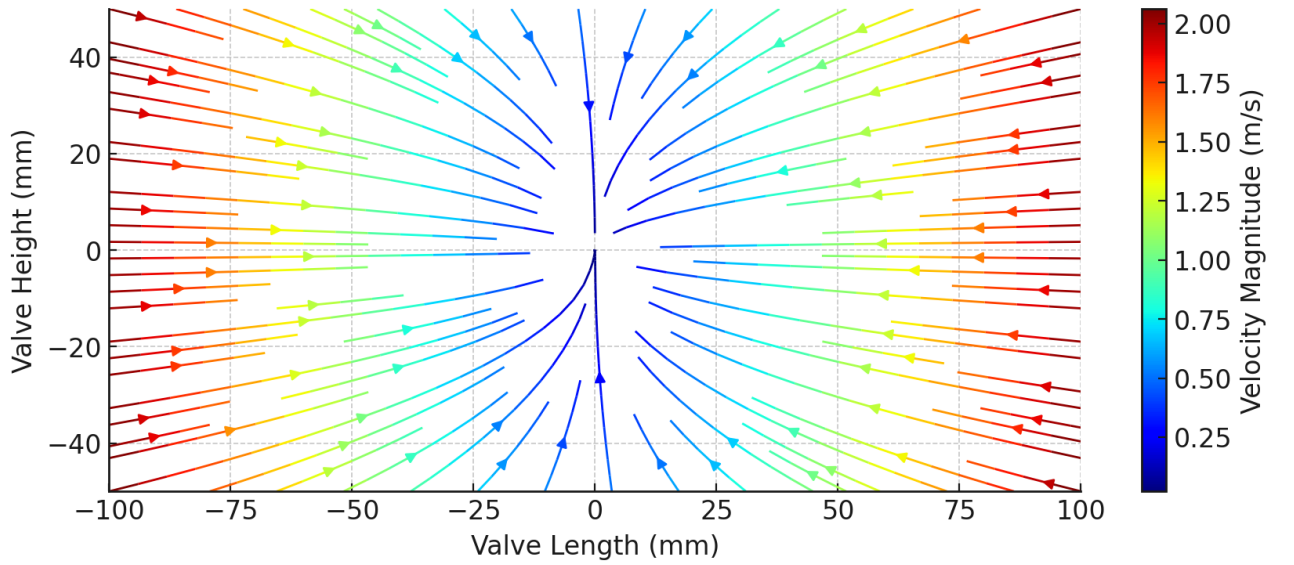


Figure 3. streamline plot of flow in gate valve

The pressure distribution and velocity field are adapted to a 65 mm diameter valve and pipe configuration, providing details into real-world applications. CFD simulations confirm that flow behavior aligns with the theoretical expectations, validating derived equations.

8. Conclusion. This study presents a comprehensive analysis of pressure distribution and flow behavior in gate valves by integrating fundamental theoretical principles with Computational Fluid Dynamics (CFD) modeling. The findings demonstrate how flow constriction within the valve generates pressure variations that significantly impact fluid movement, turbulence formation, and energy dissipation. By applying the Navier-Stokes equations for incompressible flow, the study effectively characterizes force interactions within the valve. Bernoulli's equation further elucidates the relationship between pressure, velocity, and elevation, highlighting how pressure losses arise due to flow acceleration through the narrowing valve opening. The Darcy-Weisbach equation quantifies frictional pressure losses along the pipeline, while the valve loss coefficient accounts for localized energy dissipation. The continuity equation ensures mass conservation, whereas the momentum equation provides deeper insight into force interactions

affecting overall pressure distribution. CFD simulations play a crucial role in validating theoretical predictions by visually representing pressure and velocity distributions. The pressure contours distinctly depict the transition from high-pressure regions upstream of the valve to low-pressure areas downstream. Streamline plots highlight significant velocity variations and flow acceleration effects, aligning with Bernoulli's principle and confirming the presence of turbulence-induced pressure drops. Additionally, the study identifies the potential for cavitation in low-pressure regions, which may lead to operational challenges and mechanical wear in industrial applications.

The study also evaluates the influence of different turbulence models, particularly $k-\varepsilon$ and $k-\omega$, to capture the complex flow characteristics associated with high Reynolds number conditions. The combination of hexahedral and tetrahedral mesh elements enhances computational accuracy, particularly in regions with high flow variation. A grid independence study further validates the reliability of the numerical results by ensuring that solution stability remains unaffected by mesh refinement levels.

The findings of this research have significant implications for gate valve design and optimization. Understanding pressure drop mechanisms and velocity distributions enables engineers to improve valve efficiency by minimizing energy losses and mitigating cavitation risks. Additionally, integrating empirical correlations validated through experimental studies further strengthens the reliability of theoretical models used in valve analysis. The pressure distribution patterns observed in the CFD-generated simulations emphasize the importance of accounting for flow dynamics when designing gate valves for industrial applications. The study confirms that pressure variations within the valve are non-uniform and are influenced by multiple factors, including valve opening height, flow velocity, turbulence effects, and pipeline configuration. These insights are essential for optimizing valve geometries to enhance fluid flow performance while ensuring mechanical reliability.

In conclusion, this study highlights the significance of integrating theoretical equations with numerical simulations to achieve a comprehensive understanding of flow behavior in gate valves. The combination of analytical modeling and CFD-based visualizations offers a robust methodology for evaluating pressure distributions, velocity changes, and potential cavitation zones. Future research can build upon these findings by investigating transient flow conditions, multi-phase flow interactions, and the influence of varying valve geometries on pressure losses. By continually refining simulation techniques and incorporating advanced turbulence models, further enhancements in gate valve performance can be realized, ultimately leading to improved efficiency and reliability in industrial fluid transport systems.

Declarations. The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations. There are no limitations that could affect the results of the study.

Acknowledgment. The author would like to express gratitude to the care support workers and elderly individuals who participated in this study, sharing their invaluable insights and experiences. Their cooperation and operations have significantly contributed to the depth and thickness of the research findings.

REFERENCES

- [1] R. Sharma, A. Gupta, K. Ramesh, "Material Selection and Coating Technologies for Enhancing Gate Valve Lifespan," *Materials Performance and Characterization*, Vol. 45, pp. 112–130, March 2021.
- [2] M. Alvarez, T. Chen, J. McKay, "Wear Mechanisms in Industrial Valves: Effects of Sliding and Contact Fatigue," *Journal of Mechanical Systems and Lubrication*, Vol. 33, pp. 278–295, May 2022.
- [3] D. Peterson, L. Williams, "Advancements in High-Temperature Coatings for Oil and Gas Valve Applications," *International Journal of Industrial Tribology*, Vol. 61, pp. 210–225, October 2021.
- [4] C. Henderson, P. Lee, B. Wang, "Comparative Analysis of Wear Mechanisms in Metal and Polymer-Based Sealing Components," *Surface Engineering and Applied Mechanics*, Vol. 29, pp. 149–163, July 2020.
- [5] Zhang, X., Li, J., and Wang, T., "Cyclic Stress Effects on Fatigue Wear in Gate Valve Sealing Interfaces," *Journal of Tribology and Engineering*, Vol. 12, pp. 245–258, June 2019.
- [6] Kim, Y., Lee, J., and Brown, D., "Enhancing Fatigue Resistance in Gate Valves Using Tungsten Carbide Coatings," *International Journal of Mechanical Systems*, Vol. 35, pp. 298–315, August 2021.
- [7] D.-W. Kim, S.-G. Park, S.-G. Lee, S.-C. Kang, "A Study on a Characteristic of Stem Friction Coefficient for Motor Operated Flexible Wedge Gate Valve," *Nuclear Engineering and Design*, Vol. 239, pp. 1744–1749, 2009. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2009.04.014.
- [8] Banko, "Flow Velocity Considerations in Valve Selection," *Journal of Fluid Engineering*, 2019.
- [9] Krishnamurti et al., "Fretting Wear Analysis of AISI 1040 Steel Valve Joints," *Tribology International*, 2019.
- [10] Tianyang et al., "Tribological Behavior of Grooved Thrust Bearings with Picosecond Laser Texturing," *Wear*, 2021.
- [11] Jatkar and Dhanwe, "Stress Analysis of Gate Valve Components Using Finite Element Analysis," *Applied Mechanics and Materials*, 2013.
- [12] Patil and Gambhire, "FEA Simulation and Thermal Analysis of Gate Valves," *Computational Mechanics Journal*, 2014.
- [13] Wang, "Wear Mechanisms in Critical Valve Components: A CAD/CAE Approach," *Engineering Failure Analysis*, 2014.

[14] Pujari and Joshi, "Gate Valve Design Optimization Using FEA," Journal of Mechanical Design, 2016.

[15] Katkar et al., "Tribological Characteristics of Hermetic Components in Gate Valves," Materials Science Forum, 2017.

[16] T. Varun Kumar et al., "Hardness Enhancement of Duplex Stainless Steel (DSS) in High-Temperature Conditions," Materials and Design, 2019.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАДВИЖКАХ

Резюме. В данном исследовании применяются фундаментальные уравнения механики жидкости, включая уравнения Навье-Стокса, Бернулли и Дарси-Вейсбаха, для количественной оценки потерь давления и анализа поведения потока через задвижку. Ключевые безразмерные параметры, такие как коэффициент давления, обеспечивают обобщенное представление о вариациях давления в различных геометриях задвижек. Метод вычислительной гидродинамики (CFD) используется для моделирования движения жидкости, включая турбулентные модели, такие как $k-\varepsilon$ и $k-\omega$, которые позволяют точно описывать разделение потока и образование вихрей. Критически важные аспекты, такие как генерация сетки, выбор граничных условий и настройка решателя, тщательно прорабатываются для обеспечения точности моделирования. Результаты демонстрируют механизм падения давления в задвижке, выявляя области высокого давления перед сужением и низкого давления – после него. Смоделированные траектории линий тока подтверждают изменения скорости и ускорение потока при прохождении через частично открытую задвижку.

Кроме того, исследование выявляет потенциальные зоны кавитации, где давление падает ниже давления насыщенного пара, что подчеркивает необходимость оптимального проектирования задвижки для минимизации потерь энергии. Полученные результаты обеспечивают всестороннее понимание распределения давления, способствуя разработке более эффективных конструкций задвижек и повышению производительности потоков жидкости. Интегрируя теоретическое моделирование с эмпирическими корреляциями и CFD-анализом, данное исследование вносит вклад в оптимизацию функциональности задвижек и снижение эксплуатационных потерь в системах транспортировки жидкости.

Ключевые слова: задвижка, Распределение давления; Вычислительная гидродинамика (CFD); Моделирование турбулентности; Поведение потока; Зоны кавитации.

DÜZAXINLI SİYİRTMƏLƏRDƏ TƏZYİQ PAYLANMASININ RİYAZİ MODELƏR VƏ SİMULYASIYA İLƏ TƏHLİLİ

Xülasə. Bu tədqiqatda maye mexanikasının fundamental tənlikləri, o cümlədən Navye-Stokes, Bernoulli və Darcy-Weisbach tənlikləri tətbiq edilərək təzyiq itkiləri kəmiyyətə qiymətləndirilmiş və siyirtmə boyunca axının təhlili aparılmışdır. Təzyiq əmsalı kimi əsas ölçüsüz parametrlər götürülmüş, müxtəlif siyirtmələr üzrə təzyiq dəyişiklikləri haqqında ümumiləşdirilmiş məlumatlar təqdim olunmuşdur. Hesablama hidrodinamikası (CFD) metodu mayenin hərəkətinin modelləşdirilməsi üçün istifadə edilmiş, $k-\varepsilon$ və $k-\omega$ kimi turbulentlik modellərini əhatə edən axının paylanması və burulğanların yaranmasının müşahidəsi üçün simulyasiyalar aparılmışdır. Tədqiqat şəraitinin yaradılması, sərhəd şərtlərinin seçilməsi və həll prosesinin konfigurasiyası kimi kritik amillər modelləşdirmənin dəqiqliyini təmin etmək üçün diqqətlə işlənmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, siyirtmədə təzyiqin düşmə mexanizmi yüksək təzyiq bölgələrinin keçid diametrinin azaldığı hissəsindən əvvəl, aşağı təzyiq bölgələrinin isə keçid diametrindən sonrakı yerləşməsində xarakterizə olunmaqdadır. Modelləşdirilmiş axın xətləri təzyiq dəyişikliklərini və axının sürətlənməsini sübut etmiş, mayenin qismən açılmış siyirtmədən keçidini təsvir etmişdir.

Bununla yanaşı, aparılan tədqiqat göstərmişdir ki, bəzi aşağı təzyiq zonalarında işçi təzyiqin kəskin azalması müşahidə olunur ki, bu da kavitasiyanın yaranmasına səbəb ola bilər. beləliklə, enerji itkilərinin azaldılması və optimal siyirtmə dizaynının vacibliyi kavitasiyanın idarə olunması ilə birbaşa əlaqəlidir. Əldə edilən nəticələr təzyiq paylanması dərini tədqiqini aparmaq, daha səmərəli siyirtmə dizaynlarının inkişafına və maye axınının məhsuldarlığının artırılmasına töhfə verməkdən ötrü istifadə olunmuşdur. Nəzəri modelləşdirmə, empirik əlaqələr və CFD analizlərinin inteqrasiyası sayəsində bu tədqiqat maye nəqli sistemlərində siyirtmələrin funksionallığının optimallaşdırılmasına və istismar itkilərinin azaldılmasına gətirib çıxarır.

Açar sözlər: düzaxınlı siyirtmə, təzyiq paylanması, hesablama hidrodinamikası (CFD), turbulentlik modelləşdirilməsi, axın növləri, kavitasiya zonaları.

MÜHƏNDİS SİLAHLANDIRMA VASİTƏLƏRİNİN İSTİSMARININ TƏŞKİLİ

Babayev Aprel Teymur oğlu

*Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası
AZ 1089, Bakı şəhəri, Hövsan qəsəbəsi, Elman Qasimov küçəsi.
E-mail: Aprel.Babayev@fhn.gov.az*

Xülasə: Maddi-texniki bazanın təkmilləşdirilməsi, ölkənin qəza-xilasetmə qüvvələrinin yeni texnika və avadanlıqlarla təchizatı, effektiv texnologiyaların tətbiq edilməsi müasir dövrün tələblərinə uyğun savadlı, bacarıqlı mütəxəssislərin hazırlanmasını, onların peşəkarlığının daha da artırılmasını zəruri edir. Azərbaycan Respublikasının Silahlı Qüvvələrində texnikanın həm sülh həm də müharibə vaxtı, düzgün istismarı maşınların istifadəsinin, texniki vəziyyətlərinə nəzarətin, texniki xidmətlərin vaxtında düzgün təşkili ilə təmin edilir.

Açar sözlər: FHN Akademiyası, texniki təminat, texniki xidmət, texniki personalın təlimi, hərbi mühəndis maşınları.

Görülən işlərin, eləcə də onların icra şəraitinin müxtəlif olması, digər ekstremal faktorların təsiri və vaxt azlığı xilasedicilərin təchizatına, o cümlədən AXİ-nin aparılması üçün tətbiq edilən mühafizə vasitələrinə, alətlərə, mexanizmlərə, ləvazimat və maşınlara bir sıra tələblər irəli sürür. Bu tələblər aşağıdakıları təmin etməlidir:

- təhlükəsizliyi;
- əlverişli istismarı;
- etibarlılığı;
- davamlılığı;
- istifadə sahəsinin genişliyini;
- xilasedicilərin psixofizioloji imkanlarına uyğunluğunu [1, səh. 86].

İstismar dedikdə məmulatın istifadəyə hazırlanması (qəbulu), təyinatına uyğun istifadəsi, onun texniki xidməti, saxlanması və nəql edilməsi üzrə tədbirlər kompleksi başa düşülür.

İstifadə şəraiti və yerinə yetirdikləri mühəndis tapşırıqlarına müvafiq mühəndis maşınları bir sıra istismar tələblərinə cavab verməlidirlər və bunlar aşağıdakılardan ibarətdir:

- mühəndis texnikası hər hansı iqlim, coğrafi və torpaq yol şəraitində uzun müddətli fəaliyyətə uyğunlaşdırılmış olmalıdır;

– döyüş şəraitində mühəndis texnikasının gərgin istifadəsi tələb edir ki, maşın uzun müddət etibarlı işləsin, onun texniki xidmətlərinin dövrü ardıcılığı (xidmətlərarası müddət) kifayət qədər uzun, əmək həcmi kiçik, təmirə qədər hərəkət ehtiyatı isə böyük olsun;

– əksər hallarda düşmənin təsiri altında yerinə yetirilən uzunmüddətli marşlar heyətdən (sürücülərdən, mexanik-sürücülərdən, ekipaj üzvlərindən) bütün fiziki və mənəvi qüvvələrini səfərbər etməyi tələb edir. Yol, yerqazan və bəzi digər maşınlarda mühəndis tapşırıqları yüksək temperatur, tozanaq, vibrasiyalar şəraitində yerinə yetirilir, buna görə də kabinələrdə iş şəraiti müəyyən ergonomik tələblərə cavab verməlidir.

Maşının istismar xüsusiyyətlərinin göstəricilərinin cəmi onun istismar xarakteristikasını təşkil edir.

Maşının əsas istismar xüsusiyyətləri bunlardır:

- manevr qabiliyyəti;
- müxtəlif fiziki-coğrafi və iqlim şəraitlərində işləmək qabiliyyəti;
- etibarlılığı;
- nəql edilməsi;
- ergonomik səviyyəsi;
- istismar materialları sərfinin qənaətliliyi.

İstismar xüsusiyyətləri maşının konstruktiv qurulması zamanı qoyulur, istismar şəraitindən, mexanik-sürücülərin hazırlıq dərəcəsiindən asılı olurlar və istismar prosesində dəyişilir [3, səh. 32].

Müxtəlif döyüş şəraitlərində maşının döyüş tətbiqinin texniki imkanlarını qiymətləndirmə zamanı onun istismar xarakteristikasını nəzərə almaq lazımdır. Bu qiymətləndirmə maşının istismar xassələrini lazımi hədudlarda saxlamaq üçün təşkilatı-texniki tədbirlərin vaxtında nəzərdə tutulmasına və tabelikdə olanlara texnikaya texniki xidmət və təmir üzrə dəqiq tapşırıqlar vermək imkanı yaradır.

Müasir orduda hərbi mühəndis maşınlarının istifadəsi çox müxtəlifdir. Mühəndis qoşunlarında avtomobillər şəxsi heyətin daşınması üçün istifadə edilməklə yanaşı həm də bir çox mühəndis maşınları nümunələri üçün səyyar vasitələrdir.

Tank özülləri, tırtıllı və təkərli yedəklər, traktorlar, qoşqular yolçəkən, yerqazan, yükqaldıran, elektrotexniki vasitələrin, maneələrin qurulması və rəf edilməsi vasitələrinin montajı üçün istifadə olunurlar.

Texniki vəziyyətlərinə görə bütün maşınlar beş kateqoriyaya bölünür. I kateqoriyaya yeni maşınlar və yürüşü – təkərli texnikalar üçün 3000 km-ə qədər, tırtıllı texnikalar üçün 100 motosaata qədər olan maşınlar aiddir. II kateqoriyaya yürüşü 3000 km-dən (100 motosaatdan) çox olan və orta yaxud əsaslı təmir keçmiş maşınlar aiddir.

III kateqoriyaya orta təmir, IV kateqoriyaya əsaslı təmir tələb edən maşınlar aiddir. V kateqoriyaya bərpa məqsədə uyğun olmayan və silinməsi tələb edilən nasaz maşınlar aiddir.

Sülh zamanı cari təminatda olan bütün mühəndis texnikası və zirehli tank texnikası döyüş, döyüş-təlim, nizami, nizami-təlim, tədris istismar qruplarına, avtomobil texnikaları isə döyüş, döyüş-təlim, nizami, təlim və nəqliyyat istismar qruplarına bölünürlər [3, səh. 33].

Döyüş və nizami istismar qruplarına bir qayda olaraq yeni, yaxud əsaslı təmirdən çıxmış və növbəti təmirə qədər gediş ehtiyatı MN müvafiq əmri ilə təyin edilmiş normadan az olmayan texnika daxil edilir. Təlim istismar qrupuna aid olan texnika yalnız təlim hərbi hissələrində (bölmələrində) və hərbi tədris müəssisələrində tədris prosesini təmin etmək üçün istifadə olunurlar.

Texnikanın istifadəsinə, Müdafiə Nazirinin əmri ilə hər istismar qrupu üçün təyin edilmiş, illik motoehtiyat sərfi hədudlarında icazə verilir. Döyüş fəaliyyəti üçün təyin edilmiş döyüş və nizami istismar qrupu maşınlarının illik motoehtiyat sərfi normaları məhduddur, bu səbəbdən də bu maşınlar ilin çox hissəsi ərzində saxlanca saxlanırlar. Yalnız vaxtaşırı, adətən ildə iki dəfədən çox olmayaraq, bu maşınlar təlimlərdə istifadə olunurlar.

Döyüş və nizami istismar qrupları yeni və təmirə qədər təyin olunmuş motoehtiyatı olan, texniki vəziyyəti daha yaxşı olan maşınlardan tərtib edilir. Döyüş-təlim və nizami-təlim istismar qruplarına aid olan maşınlar ümumi sayın az hissəni təşkil edirlər və döyüş fəaliyyətinin təmin edilməsi və şəxsi heyətin öyrədilməsi üçün təyin olunmuşlar.

Nəqliyyat qrupuna – hərbi hissələrin təsərrüfat ehtiyacları üçün təyin olunmuş avtomobil texnikası aiddir.

Mühəndis qoşunlarının hissə və bölmələrinin tam komplektləşdirilməsi, planlı qaydada, zavodlardan, saxlanma bazalarından, başqa hissələrdən, səfərbərlik dövründə isə mülki təsərrüfatdan alınmış maşınların hesabına həyata keçirilir.

Hərbi hissə daxilində maşınlar bir bölmədən digərinə hissə komandirinin, bir hissədən digərinə isə yuxarı rəisin əmrinə əsasən keçirilir.

Təhvil verilən və qəbul edilən maşınlar normativ-texniki sənədlərin (NTS) tələblərinə uyğun aqreqat, qovşaq, detallarla dəstləşdirilmiş və saz vəziyyətdə olmalıdırlar. Saz detalların, cihazların, qovşaq və mexanizmlərin yararsızları ilə əvəz edilməsi qəti qadağandır. Bütün fərdi sənədlər maşınla birgə təhvil verilir və təhvilverilmə günü tərtib edilir.

Hərbi hissənin komplektləşdirilməsi üçün daxil olan maşınlar hərbi hissənin maddi-texniki təminat rəisinin rəhbərlik etdiyi komissiya tərəfindən aktla qəbul edilir və onlar sıraya hissə komandirinin əmri ilə daxil edilir. Sıraya daxil edilməmiş maşınların istismarı qadağandır.

Sıraya daxil edilmə əmrində maşının tipi, markası, şassinin və mühərrikin nömrəsi, daxil edildiyi bölmə, verilmiş hərbi nömrə nişanı, istismar qrupu, maşına təhkim edilmiş mexanik-sürücünün soyadı, adı, atasının adı göstərilir.

Maşının sıraya daxil edilməsi haqqında əmr maşının formulyarında (pasportda) qeyd edilir. Mexanik-sürücü maşının qəbul edilməsi barədə formulyarda imza edir.

Maşınlar mexanik-sürücülərə bilavasitə hərbi hissə və ya bölmə (bölük komandirindən aşağı olmayaraq) komandiri tərəfindən şəxsən maşın parkında,

bölmənin sırası qarşısında, təntənəli surətdə təqdim edilir. Bu andan başlayaraq maşına cavabdehlik mexanik-sürücünün üzərinə düşür. Mexanik-sürücü, bir qayda olaraq xidmətin sonuna qədər maşına təhkim olunur. Səriştələrini artırmaq məqsədi ilə döyüş (nizami) və döyüş-təlim (nizami-təlim) istismar qruplarının mexanik-sürücülərinin bir ildən sonra dəyişdirilməsinə icazə verilir. Mexanik-sürücülərin dəyişdirilməsi hərbi hissə üzrə əmrlə olur və formulyarda qeyd edilir.

Hərbi hissənin və bölmənin texnikalarına texniki xidmətinin təşkili dedikdə təyin olunmuş müddətdə texniki xidmətin keyfiyyətini tələb olunan səviyyəyə çatdırmaq məqsədi ilə texnoloji prosesləri və maddi texniki təminatı nəzərə almaqla vaxt və yer baxımından şəxsi heyətin fəaliyyətlərinin razılaşdırılmasını başa düşmək lazımdır.

Mühəndis bölmə və hissələrinin texnikalarına texniki xidmətinin təşkilinə aiddir:

- TX üzrə iş həcmnin, yerlərin, təşkilati formaların, metodların, xidmət əməliyyatlarının şəxslənmə dərəcəsi və keçirilmə vaxtları;
- texniki xidmət səriştələrini şəxsi heyətə öyrətmək;
- xidmət vasitələri və istismar materialları ilə təminat;
- TX üzrə qərarın qəbul edilməsi və tapşırıqların verilməsi;
- xidmət prosesinin idarə edilməsi və yerinə yetirilmə keyfiyyətinə nəzarət.

Beləliklə, maşınlar vaxtında və keyfiyyətli texniki xidmətin keçirilməsi kompleks təşkilati tədbirlərin yerinə yetirilməsi ilə təmin edilir. Bu təşkilati tədbirlər normativ – texniki sənədlərə uyğun olaraq bölmə və hissə komandirləri tərəfindən yerinə yetirilir.

NB, GTX, TX-1, TX-2, MX, RTX və texniki xidmətin başqa növləri mürəkkəbliyinə, həcmində, şəxsi heyətin iştirakına, tətbiq olunan avadanlığa, davamiyyətinə, keçirilmə yerinə və işlərin təşkili metoduna görə fərqlənirlər. Maşınlar texniki xidmət zamanı işlərin siyahısı və həcmi normativ-texniki sənədlərlə təyin edilir [3, səh. 36].

Texniki xidmət üzrə işlər müəyyən texnoloji ardıcılıqla yerinə yetirilir ki, bu da texniki xidmətin texnoloji prosesi adlanır. Texniki xidmətin texnoloji prosesinin əsas vəzifəsi – az vaxt sərf etməklə və nəticə olaraq, xidmət personalının əmək məhsuldarlığını mümkün qədər artırmaqla yerinə yetirilən işlərin yüksək keyfiyyətli olmasıdır.

Texniki xidmət texnoloji əməliyyatların vəhdətidir və hər bir əməliyyat maşınlar texniki xidmətin texnoloji prosesinin bir hissəsidir. Əməliyyat – özü-özlüyündə aqreqlərə və ya maşının bir qrup aqreqlərinə texniki xidmət üzrə ardıcıl fəaliyyətlərin bir və ya bir neçə mütəxəssis tərəfindən yerinə yetirilən kompleksdir, həyata keçirilir (məsələn: mühərrikin karterində yağın dəyişdirilməsi, muftanın nizamlanması, yay dizel yanacağına qış növü ilə əvəz edilməsi).

Maşınlar texniki xidmətlərin bütün növləri, normativ-texniki sənədlərə uyğun olaraq, hər maşın markası üçün tətbiq edilə bilən əməliyyatların siyahısı ilə təyin olunan həcmdə keçirilir. HMM-nin konstruksiyalarının müxtəlifliyini nəzərə alaraq

bu bölmədə həm təkərli, həm də tırtıllı texnika üçün NB, GTX, TX-1, TX-2, MTX və RTX zamanı yerinə yetirilən işlərin ümumi məzmunu verilmişdir. Nəzarət baxışının məqsədləri – hərəkətin təhlükəsizliyini və verilmiş tapşırıqların yerinə yetirilməsi zamanı maşının imtinasız işini təmin etməkdir.

Nəzarət baxışı – maşının heyəti tərəfindən maşın hər dəfə parkdan çıxmazdan əvvəl, eləcə də yolda – dayanacaqlarda və düşərgələrdə, tapşırıqları yerinə yetirərkən isə fasilələrdə keçirilir. NB zamanı fərdi EhAL dəstinin ehtiyat hissələri, alətləri, ləvazimatları və materialları istifadə olunur. NB keçirilməsi üçün normativ-texniki sənəd istismar sənədləri və istismar üçün ehtiyat hissələrin və materialların sərfi normalarıdır. Vaxt mövcudluğundan asılı olaraq nəzarət baxışının keçirilməsinə 20–40 dəqiqə verilir. NB-nın keçirilməsi zamanı aşağıdakı işlər yerinə yetirilir:

- maşına baxış keçirmək, lazım gələrsə onu tozdan və qardan təmizləmək, kabinə şüşələrini, işıqlandırma və siqnalizasiya cihazlarını, nömrə işarələrini silib təmizləmək;

- maşının yanacaqla doldurulmasını, mühərrikin yağlama sistemində yağın səviyyəsini, eləcə də soyutma sistemində mayenin səviyyəsini yoxlamaq;

- mühərriki işə salmaq və soyuducu mayenin 70-80°C temperaturuna qədər mühərriki qızdırmaq, dirsəkli valın müxtəlif fırlanma tezliklərində onun işinə qulaq asmaq, nəzarət-ölçü cihazlarının göstəricilərini və şüşətemizləyənlərin işini yoxlamaq;

- yanacağın, yağın və soyuducu mayenin axıb-axmamağını yoxlamaq;

- faraların, faraaltıların, stop-siqnalın, arxa-fənərlərin, dönmə göstəricilərinin, işıq maskalayan qurğuların, səs siqnalının sazlığını və arxa-görünüş güzgüsünün bərkidilməsini yoxlamaq;

- şinlərdə havanın təzyiqini yoxlamaq;

- mühərrikin işə salınması üçün balonlarda havanın təzyiqini yoxlamaq;

- işçi avadanlığın vəziyyətini və bərkidilməsinin etibarlılığını və onların idarə intiqalının sazlığını yoxlamaq;

- hərəkətdə təkərli maşınlarda, ötürmələrin dəyişdirilməsinin asanlılığını, sükan gücləndiricisinin sazlığını və etibarlı işini yoxlamaq, tırtıllı maşınlarda isə, hərəkətdə ötürmələrin qoşulması zamanı və döngələrdə idarə mexanizmlərinin işini yoxlamaq;

- alətin, ləvazimatların və ehtiyat hissələrin səliqəli yığılmasını, mövcudluğunu və bərkidilməsini yoxlamaq [3, səh. 38-39].

Marş zamanı, düşərgələrdə nəzarət baxışının məqsədi – maşının qoyulmuş tapşırıqları (təyin olunmuş məhsuldarlıqla) yerinə yetirmək imkanını yoxlamaqdır. Düşərgələrdə nəzarət baxışlarının keçirilməsi zamanı aşağıdakı işlər yerinə yetirilir:

- yanacağın, yağın, əyləc və soyuducu mayenin axıb-axmamağını yoxlamaq;

- mühərrikin yağlama sistemində yağın və radiatorda soyuducu mayenin səviyyəsini yoxlamaq, lazım gələrsə normaya qədər doldurmaq;

- təkər topunun, əyləc barabanlarının, bort ötürmələrinin, vərdənələrin, işçi avadanlıq aqreqatlarının qızma dərəcəsini yoxlamaq;

- avtomobil şinlərinin vəziyyətini və çökmələrinə görə onlardakı hava təzyiqini yoxlamaq, qoşalaşdırılmış şinlərin arasında ilişmiş əşyaları çıxarmaq;
- ön şüşəsini, kabinə qapılarının şüşələrini, banın, faraların şüşələrini, faraaltıları, arxa fənərləri, nömrə və tanınma işarələrini çirkədən təmizləmək;
- tırtıl lentlərinin traklarının və barmaqlarının vəziyyətinə baxmaq, aşkar olunan çatışmazlıqları aradan qaldırmaq;
- resorların, torsionların və amortizatorların vəziyyətini yoxlamaq;
- qovşaq və detallarının vəziyyətini, onların işçi avadanlıq üzərində etibarlı bərkidilməsini yoxlamaq.

Tapşırıqları üzərək yerinə yetirən maşınlarda (tapşırıqları yerinə yetirməzdən əvvəl və sonra; su maneələrini rəf etməzdən əvvəl və sonra) keçirilən nəzarət baxışı bir qədər spesifik hesab olunur.

Belə nəzarət baxışının məqsədi dayaz yerdən keçərkən və üzərək hərəkət zamanı gövdəyə, mühərrikə, akkumulyator batareyalarına suyun düşməsinə yol verməmək, maşının bütün aqreqlarının, qovşaqlarının, mexanizmlərinin imtinasız işini təmin etməkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. B.Salayev, İ.Babaşov, R.Mustafayev, Xlasedicinin kitabı. Bakı, “AFPoliqraf”, 2021. 328 səh.
2. R.Mustafayev, ehtiyatda olan polkovnik-leytenant. “Mühəndis maşınlarının istismarı və təmiri”. Bakı, Hərbi Nəşriyyat, 2010. 320 səh.
3. R.Mustafayev, ehtiyatda olan polkovnik-leytenant, Manafov N. ehtiyatda olan mayor. “Mühəndis-texniki təminatın təşkili”. Bakı, AAHM mətbəəsi, 2017. 127 səh.
4. R.Mustafayev, ehtiyatda olan polkovnik-leytenant, “Mühəndis texnikasının və mühəndis əmlakının saxlanması”, Bakı, Hərbi Nəşriyyat, 2017. 210 səh.

AXİ- Axtarış xilasetmə işləri

NB- Nəzarət baxışı

GTX- Gündəlik texniki xidmət

TX-1- texniki xidmət-1

TX-2- texniki xidmət-2

MTX- Mövsüm texniki xidməti

RTX- Reqlament texniki xidməti

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ ИНЖЕНЕРНОГО ВООРУЖЕНИЯ

Резюме: Совершенствование материально-технической базы, оснащение спасательных сил страны новой техникой и оборудованием, применение эффективных технологий обуславливают необходимость подготовки грамотных, квалифицированных специалистов в соответствии с современными требованиями, дальнейшего повышения их профессионализма. Исправная эксплуатация техники в Вооруженных Силах Азербайджанской Республики как в мирное, так и в военное время обеспечивается правильной организацией использования техники, контролем за ее техническим состоянием, своевременным обслуживанием.

Ключевые слова: Академия МЧС, техническое обеспечение, техническое обслуживание, обучение технического персонала, военно-инженерные машины.

ORGANIZATION OF OPERATION OF ENGINEERING WEAPONS, PROPERTIES AND TECHNIQUES

Summary: Improving the material and technical base, equipping the country's rescue forces with new machinery and equipment, the application of effective technologies make it necessary to train competent, skilled professionals in accordance with modern requirements, to further increase their professionalism. Proper operation of equipment in the Armed Forces of the Republic of Azerbaijan, both in peacetime and in wartime, is ensured by the correct organization of the use of machinery, control over its technical condition, timely maintenance.

Keywords: MES Academy, technical support, maintenance, training of technical personnel, military engineering machines.

UOT: 355/359-/5/-9

FÖVQƏLADƏ HALLARDA YANGINLARIN PROQNOZLAŞDIRILMA MODELİ

Mahmudov Elçin Musa oğlu
Sadıq-zadə Ülvi Adil oğlu

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası
AZ 1089, Bakı şəhəri, Hövsan qəsəbəsi, Elman Qasimov küçəsi.
E-mail: maxa69@mail.ru; ulvi-sadixov@mail.ru

Xülasə. Bu məqalədə fəvqəladə hallarda, xüsusilə də təbii və texnogen yanğınların başvermə riskinin proqnozlaşdırılması üçün modelin hazırlanması və tətbiqi araşdırılır. Məqsəd - yanğınların başvermə ehtimalını əvvəlcədən təyin etməklə onların qarşısını almaq və zərəri minimuma endirməkdir. Məqalədə müxtəlif coğrafi, meteoroloji və antropogen amillərin analizinə əsaslanan statistik və riyazi modellərdən istifadə olunmuşdur. Model yanğınların yaranmasına təsir edən əsas faktorlar - hava temperaturu, rütubət, külək sürəti, insan fəaliyyəti və yerli relyef kimi parametrləri nəzərə alır. Təklif olunan modelin tətbiqi nəticəsində fəvqəladə halların idarə olunması üzrə qurumlar üçün qərarvermə prosesinin daha effektiv təşkil olunması mümkün olur. Nəticələr göstərir ki, proqnozlaşdırma modeli yanğın təhlükəsini əvvəlcədən müəyyən etməyə və operativ tədbirlərin görülməsinə şərait yaradır.

Açar sözlər: yanğın, model, puason, fəvqəladə hal, proqnozlaşdırma.

Giriş. Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin fəaliyyət istiqaməti əhalinin və ərazilərin yanğın təhlükəsizliyinin təmini və nəticələrin aradan qaldırılması üzrə vahid dövlət sistemi çərçivəsində mərkəzi və yerli icra hakimiyyəti orqanlarını əlaqələndirir [1] Müasir dövrdə iqlim dəyişikliyi, sənayeləşmə və urbanizasiyanın sürətlənməsi fonunda təbii və texnogen yanğınların sayı artmaqdadır. Bu cür yanğınlar ətraf mühitə, iqtisadiyyata və insan həyatına ciddi zərər vurur. Xüsusilə də fəvqəladə hallar zamanı operativ və effektiv qərarların qəbulu üçün bu tip hadisələrin əvvəlcədən proqnozlaşdırılması olduqca vacibdir [3]. Yanğınların başvermə ehtimalının və miqyasının qabaqcadan təyin olunması, risklərin azaldılması və hadisələrə hazırlıqlı olma baxımından əhəmiyyətlidir. Bunun üçün

elmi əsaslara söykənən və müxtəlif faktorları nəzərə alan modellərin işlənilib hazırlanması aktual tədqiqat istiqamətlərindən biridir.

İşin məqsədi. Bu məqalədə aparılan tədqiqatın məqsədi mövcud statistik məlumatlar əsasında növbəti dövr üçün yanğın təhlükəsi barədə proqnoz rəqəmlərini (yanğınların və ölənlərin sayını, dəymiş zərəri) təyin etməkdir.

1. Analitik Məqsədlər:

Yanğınların yaranmasına təsir göstərən əsas amillərin (meteoroloji, coğrafi, antropogen və s.) müəyyən edilməsi və statistik təhlili;

Mövcud proqnozlaşdırma metodlarının öyrənilməsi və onların üstünlükləri ilə yanaşı, məhdudiyyətlərinin qiymətləndirilməsi;

Risk faktorlarının riyazi və statistik modellərlə təsnifləşdirilməsi və integrasiyası.

2. Metodoloji Məqsədlər:

Müxtəlif verilənlər bazaları əsasında məlumatların emalı və analitik modelin qurulması;

Süni intellekt və maşın öyrənməsi alqoritmlərindən istifadə etməklə yanğın riskini proqnozlaşdıran modelin hazırlanması;

Modelin doğruluq səviyyəsinin sınaqdan keçirilməsi və kalibrasiyası.

3. Praktiki Məqsədlər:

Hazırlanmış modelin fəvqəladə hallar üzrə dövlət və yerli qurumlarda tətbiq imkanlarının qiymətləndirilməsi;

Modelin Azərbaycan Respublikasının yanğın təhlükəsizliyi sistemində integrasiya perspektivlərinin müəyyən edilməsi;

Operativ qərarların qəbuluna və resursların səmərəli idarə olunmasına töhfə vermək.

Əsas hissə. Müəyyən vaxt ərzində respublika ərazisində baş verən yanğınların sabit zaman intervalında baş verdiyini qəbul etsək, gələcək dövrlər üçün baş vermə ehtimalı olan yanğınlarını sayını riyaz hesablamalar aparmaqla müəyyən etmək olar [4]. Bunun üçün, Puasson paylanması tətbiq etmək məqsəduyğun hesab etmək olar.

Puasson paylanması müəyyən zaman intervalında baş verən təsadüfi və nadir hadisələrin proqnozlaşdırılması üçün istifadə olunur. Belə ki, yanğınların baş vermə ehtimalı zamanla sabitdirsə və hadisələr bir - birindən asılı deyilsə, Puasson ən uyğun modeldir.

Son 8 ildə baş verən aylar üzrə yanğınların sayı $n=96$ olaraq qəbul etsək, buradan, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{96}$ olduğu məlumdur.

Puasson paylanmasının müəyyən zaman aralığında ehtimal funksiyası aşağıdakı kimidir:

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \times (\lambda t)^k}{k!} \quad (1)$$

Burada, X – müəyyən zaman intervalında baş verəcək yanğınların sayı;

k : hadisələrin sayı (0, 1, 2, ...)

λ : vahid vaxtda gözlənilən hadisələrin orta sayı (intensivlik);

t : zaman intervalı;

e : loqaritm əsası (təxminən 2.718).

Son 8 ildə yanğınların aylar üzrə ümumi sayı aşağıdakı kimidir:

178	171	196	141	168	308	334	315	176	156	148	197
213	258	224	231	164	256	278	238	168	156	142	132
208	250	219	233	156	251	270	231	169	162	147	145
178	186	242	162	168	274	347	352	216	121	142	137
204	161	228	146	183	330	341	256	202	144	162	151
224	174	226	142	188	268	345	262	187	145	148	190
223	172	224	151	180	264	350	268	185	147	154	177
178	171	196	141	168	308	334	315	176	156	148	197

λ parametrini hesablamaq üçün,

$$\lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

düsturundan verilənlər üzrə ümumi yanğın sayı

$$\sum_{i=1}^{96} x_i = 19903 \text{ tapılır.}$$

Buradan,

$$\lambda = \frac{19903}{96} \approx 207.33.$$

Yəni, son ilin baş verən yanğınların orta statistik göstəricisi 207.33-dür. Bu, gələcək hər ay üçün gözlənilən yanğın sayının təqribən 207.33 rəqəminə yaxın və daha dəqiq desək, bu göstərici ətrafında dəyişməsinə ehtiva edir.

Poisson paylanması görə, növbəti aylarda yanğınların baş vermə ehtimalını ortalama 200 olaraq qəbul etsək,

$$P(X = 200) = \frac{e^{-207} \times 207^{200}}{200!} \quad (3)$$

ifadəsini əldə etmiş olarıq.

Bundan başqa, bu dəyişiklik $\lambda \pm \sqrt{\lambda}$ diapozonunda dəyişəcəkdir. Belə ki, göstəricinin standart sapmasının $\sqrt{\lambda} \approx 14.4$ olduğu məlumdur.

Statistik məlumatlar əsasında Poisson prosesi tətbiq olunmaqla yanğınların aylıq başvermə intensivliyi $\lambda=207.33$ olaraq qiymətləndirilmişdir.

1. Gələcək aylarda yanğınların sayının böyük ehtimalla 193 - 222 diapazonunda dəyişməsi ehtimal edilir.

Bu nəticə Poisson paylanması orta və dispersiyasının bərabər olması prinsipinə əsaslanır. Bu paylanmanı hesablamaq üçün $P(193 \leq X \leq 222)$ diapozonunda standart normallaşdırma tətbiq edirik:

$$Z_1 = \frac{193-207.33}{14.4} \approx -1.00 \quad (4)$$

$$Z_2 = \frac{222-207.33}{14.4} \approx 1.02 \quad (5)$$

Normal paylanma cədvəlinə əsasən:

$$P(-1 \leq Z \leq 1.02) \approx 0.8413 - 0.1587 = 0.6826$$

Nəticə olaraq, yanğın sayının 193 və 222 aralığında olması 68.3%-dir.

$$P(193 \leq X \leq 222) \approx 68.3\%$$

2. Yanğınların 178 ilə 236 arasında olması ehtimalını hesablayaq.

$$Z_1 = \frac{178-207.33}{14.4} \approx -2.04 \quad (6)$$

$$Z_2 = \frac{236-207.33}{14.4} \approx 1.99 \quad (7)$$

Normal paylanma cədvəlinə əsasən:

$$P(-2.04 \leq Z \leq 1.99) \approx 0.9767 - 0.0207 = 0.956$$

Nəticə olaraq, yanğın sayının 178 və 236 aralığında olması 95.6%-dir.

2. Yanğınların 163 ilə 251 arasında olması ehtimalını hesablayaq.

$$Z_1 = \frac{163-207.33}{14.4} \approx -3.08 \quad (8)$$

$$Z_2 = \frac{251-207.33}{14.4} \approx 3.03 \quad (9)$$

Normal paylanma cədvəlinə əsasən:

$$P(-3.08 \leq Z \leq 3.03) \approx 0.9988 - 0.0010 = 0.9978$$

Nəticə olaraq, yanğın sayının 178 və 236 aralığında olması 99.8% təşkil edəcəkdir.

Nəticə. Beləliklə, aparılmış analizlər və hesablamalar əsasında formalaşdırılmış proqnozlaşdırma modeli öz adekvatlığı və yüksək dəqiqliyi ilə seçilərək praktiki tətbiq üçün əlverişli olduğunu sübut edir. Model yanğın təhlükəsinin vaxtında müəyyənləşdirilməsinə, risklərin qiymətləndirilməsinə və qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsinə şərait yaradır. Bu baxımdan, təqdim edilən proqnoz modeli Azərbaycan Respublikasının yanğın təhlükəsizliyi sisteminin müasir tələblərə uyğun inkişaf etdirilməsi üçün etibarlı elmi-praktik baza rolunu

oynaya bilər. Eyni zamanda, modelin tətbiqi sistemin rəşional parametrlərinin əsaslandırılmasına və qərarvermə proseslərinin optimallaşdırılmasına mühüm töhfə verir. Bu yanaşma fəvqəladə hallar zamanı çevik və səmərəli idarəetmənin təmin olunmasına xidmət edir və gələcəkdə bu sahədə aparılacaq tədqiqatlar üçün möhkəm əsas yaradır.

ƏDƏBİYYAT

1. İsmayılov, İ. Yanğının inkişafının və söndürülməsinin fiziki-kimyəvi əsasları / İ.İsmayılov. – Bakı: Ozan, – 2011. – 280 s.
2. İsmayılov, İ. Yanğından mühafizə xidmətində peşə hazırlığının əsasları / İ.İsmayılov. – Bakı: Ozan, – 2011. – 376 s.
3. İsmayılov, İ. Yanğın taktikası / İ.İsmayılov. – Bakı: Parni iz Baku Nəşriyyat Evi, – 2005, – 416 s.
4. Садыг-заде, У.А. Прогнозирование параметров пожарной опасности Республики Азербайджан // International independent scientific journal, – 2021. Vol 1, № 24, – с. 35-39.
5. Садыг-заде, У.А. Противопожарная защита в Азербайджане, история организации и развития работы // Сборник материалов VIII Международной заочной научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасности людей при пожаре и взрыве», – Минск: – 30 декабря, – 2021, – с. 111-115.

UDC: 355/359-/5/-9

EMERGENCY FIRES FORECASTING MODEL

Abstract. This article examines the development and application of a model for predicting the risk of fires in emergencies, especially natural and man-made fires. The goal is to prevent fires by determining their probability in advance and minimizing damage. The article uses statistical and mathematical models based on the analysis of various geographical, meteorological and anthropogenic factors. The model takes into account the main factors affecting the occurrence of fires - air temperature, humidity, wind speed, human activity and local relief. As a result of the application of the proposed model, it becomes possible to organize the decision-making process more effectively for emergency management agencies. The results show that the forecasting model allows for the early identification of fire hazards and the taking of operational measures.

Key words: fire, model, poisson, emergency, forecasting.

УДК: 355/359-5/-9

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки и применения модели прогнозирования риска возникновения чрезвычайных ситуаций, в частности природных и техногенных пожаров. Цель - предотвратить пожары и минимизировать ущерб путем заблаговременного определения их вероятности. В статье использованы статистические и математические модели, основанные на анализе различных географических, метеорологических и антропогенных факторов. Модель учитывает основные факторы, влияющие на возникновение пожаров, такие как температура воздуха, влажность, скорость ветра, деятельность человека и рельеф местности. В результате применения предлагаемой модели появляется возможность более эффективно организовать процесс принятия решений органами управления чрезвычайными ситуациями. Результаты показывают, что модель прогнозирования позволяет на ранней стадии выявлять опасность возникновения пожара и принимать оперативные меры.

Ключевые слова: пожар, модель, пуассон, чрезвычайная ситуация, прогнозирование.

UOT 614.842.4

YANĞINSÖNDÜRƏNLƏRİN PEŞƏ TƏHLÜKƏSİ KİMİ PER VƏ POLİFLUOROALKİL MADDƏLƏRİNİN TƏSİRİNƏ (PFAS) MƏRUZ QALMASININ TƏHLİLİ

Qurbanova Maya Əkbər qızı, Dadaşov İlqar Firdosi oğlu

¹*Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası
AZ 1089, Bakı şəhəri, Hövsan qəsəbəsi, Elman Qasimov küçəsi,
E-mail: mqmaya@mail.ru*

Xülasə. “Yanğınsöndürən” və “xərçəng” terminləri son on ildə o qədər bir-birinə qarışmış ki, indi onlar demək olar ki, ayrılmazdır. Yanğınsöndürənlərin kanserogen kimyəvi maddələrə peşə məruz qalmaları onların müxtəlif xərçəng növlərinin inkişaf riskini artırır. PFAS yanğınsöndürənlərin peşə təhlükəsi kimi məruz qaldığı əsas kanserogen kimyəvi maddələrdən biridir. Son tədqiqatlarda yanğınsöndürənlərin qan serumunda yüksək PFAS səviyyələri müşahidə edilmişdir. PFAS-ə peşə məruz qalmasının mümkün mənbələrinə həm yanğın yerində, həm də yanğınsöndürmə stansiyasında keçid mexanizmləri, yanğınsöndürmə vasitələri köpük, hava və toz daxildir. PFAS ilə bağlı ilkin müzakirəyə tərif, təsnifat və kimyəvi quruluş daxildir. Təhlildən sonra yanğınsöndürənlərin peşə təhlükəsi kimi qarşılaşa biləcəyi PFAS mənbələri müəyyən edilmişdir. Müəyyən edilmiş mənbələrdə istifadə edilən PFAS-ın struktur xüsusiyyətləri, onların degradasiyası və məruz qalma yolları nəzərdən keçirilir. Qan zərdabında yüksək PFAS səviyyəsi və bunun xərçəng riskinin artması ilə necə əlaqəli ola biləcəyi müzakirə olunur. Potensial təsir mənbələri kimi sulu film əmələ gətirən köpüklərdən (AFFF), havadan və yanğınsöndürmə məntəqələrinin tozundan olan PFAS normadan artıq müəyyən edilmişdir. Yanğınsöndürənlərin xərçəngi ilə bağlı araşdırmalar göstərir ki, yanğınsöndürənlər ümumi əhali ilə müqayisədə daha yüksək xərçəng riskinə malikdirlər. Bu araşdırma göstərir ki, PFAS-a peşə təhlükəsi kimi artan məruz qalma yanğınsöndürənlər üçün potensial xərçəng riski olma ehtimalını artırır.

Açar sözlər: *PFAS, yanğınsöndürənlər, xərçəng, aktivləşdirmə vasitələri, AFFF, peşə təhlükəsi.*

Giriş. “Yanğınsöndürən” və “xərçəng” son on ildə təəssüf ki, əlaqəli olan iki sözdür. 2022-ci ildə Beynəlxalq Xərçəng Araşdırmaları Agentliyi (IARC) yanğınsöndürmə peşəsini yenidən “Qrup 1” kanserogen (insan üçün kanserogen) kimi təsnif etdi. Bu peşə ilk dəfə 2010-cu ildə, ehtimal ki, kanserogen mənasını verən “Qrup 2B” kimi təsnif edilmişdir. Bir sıra tədqiqatlar yanğınsöndürənlər arasında

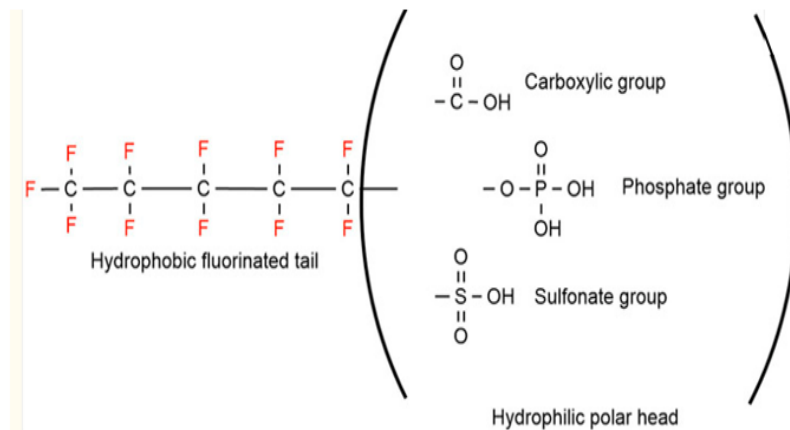
xərçəng riskini və ölüm nisbətini araşdırmışdır. Tədqiqatlar zamanı uyğun olmayan nəticələr aşkar edilsə də, yanğınsöndürənlərdə bir neçə xərçəng riskinin artmasının ümumi göstəriciləri müəyyənləşdirilmişdir (məsələn, xərçəng xəstəliyinin müxtəlif növlərinin aşkarlanması kimi). Milli Əməyin Təhlükəsizliyi və Sağlamlığı İnstitutu (NIOSH) tərəfindən maliyyələşdirilən tədqiqatlar da xərçəngdən ölüm hallarının və rast gəlinmə nisbətlərinin yanğınsöndürənlər arasında yüksəldiyini bildirmişdir. Hindistan, ABŞ tədqiqatları da göstərir ki, yanğınsöndürmə sahəsində çalışan yanğınsöndürənlər bu kimi xəstəliklərə məruz qalma potensialı daha yüksəkdir. Həmçinin, bilirik ki, yanğınsöndürmə zamanı istilik və termofizioloji rahatlıq təhlükələri səbəbindən yaranan xəsarətlər yanğınsöndürənlər arasında geniş yayılmışdır. Termal və termofizioloji rahatlıq təhlükələrinə əlavə olaraq, xərçəng riskinin artmasına səbəb ola biləcək zərərli kimyəvi maddələrə məruz qalma yanğınsöndürmə cəmiyyətində artan narahatlıq halına gəldi. Tədqiqatlar göstərdi ki, yanğınsöndürənlər geniş əhatəli yanğınlar, kütləvi meşə yanğınları və nəqliyyat yanğınları zamanı təhlükəli maddələrə məruz qalırlar. Yanğın tüstüsündəki birləşmələr və onların toksiklikləri yanan şəraitdən və materiallardan asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir, çünki hər yanğının özünəməxsus nümunəsi var. Bununla belə, tədqiqatlar polisiklik aromatik karbohidrogenləri (PAHs), 1,3-butadien, metal, formaldehid və per və digər poliaoksidlər ən çox aidiyyəti olan kimyəvi maddələrdir.

Məsələnin qoyuluşu. PFAS şaxələndirilmiş istifadəsi olan flüorlu alifatik kimyəvi maddələrin böyük bir sinfidir. Həddindən artıq toksiklik, davamlılıq və bioakkumulyasiyaya görə, bu kimyəvi maddələr ətraf mühit və insan sağlamlığı üçün əhəmiyyətli bir narahatlıq doğurur. Tədqiqatlar göstərir ki, PFAS amerikalıların 98%-dən çoxunun qan serumunda aşkar edilir. Ümumi əhali içməli su, çirklənmiş qida, qida qablaşdırması, qab-qacaq, qapalı toz və ətraf hava vasitəsilə PFAS-a məruz qalır. Yanğınsöndürənlərdə xərçəng riskinin artması, PFAS-a peşə məruz qalmalarından qaynaqlana bilər. PFAS xüsusilə yanğınsöndürmə üçün aktualdır, çünki bu kimyəvi maddələr yanğınsöndürənlərin qoruyucu geyimlərində və avadanlıqlarında su və yağ itələyici xüsusiyyətlər vermək üçün istifadə olunur, polimer membranlar kimi yanacaqdan qoruyan neft maneələri və AFFF-də istifadə olunan yanacaq maneələridir. Yanğınsöndürənlər həmçinin, əsasən sulfonatlı turşular kateqoriyasından PFAS ehtiva edən flüorlu yanğınsöndürmə köpüklərindən təlim və yanğınsöndürmə zamanı PFAS kimyəvi maddələrinə məruz qala bilərlər. Bundan əlavə, son bir araşdırma yanğınsöndürmə məntəqələrinin yaşayış sahəsindən yığılan tozda yüksək PFOS səviyyələrini tapdı: orta səviyyədə on beş dəfə yüksəkdir. İnsan xərçəngləri və PFAS ilə bağlı bir neçə sistem araşdırması aparılmışdır. Yanğınsöndürənlərin xərçəngləri və Qan serum səviyyələrində PFAS AFFF-də PFAS-ın olması tədqiq edilmişdir. Son onillikdə yanğınsöndürmə stansiyasının tozunda təhlükəli kimyəvi maddələrin olması da bir neçə araşdırma ilə bildirilmişdir. Bununla belə, yanğınsöndürənlərin peşə təhlükəsi kimi məruz qala biləcəyi bütün PFAS mənbələri və onların məruz qalma yolları haqqında hərtərəfli

araşdırmalar kifayət qədər olmasa belə, tədqiqatçılar tərəfindən hələ də araşdırılmaqdadır.

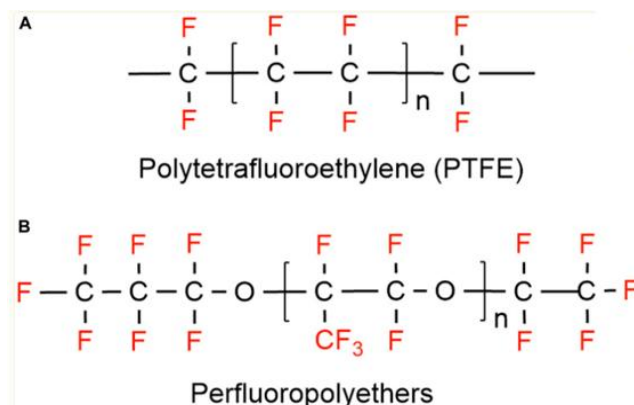
Metodlar. Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi üç istiqamət üzrə sistemləşdirilmişdir. **Birinci mərhələ** PFAS-ların tərif, təsnifatı və kimyəvi strukturlarını ehtiva edən PFAS haqqında giriş müzakirə aparılmışdır. **İkinci mərhələdə**, yanğınsöndürmə sahəsi üzrə peşə təhlükələri kimi PFAS-a məruz qalma mənbələri müəyyən edilmişdir. **Üçüncü mərhələdə** qan zərdabı nümunələrində yüksək PFAS səviyyələri və bununla əlaqədar olaraq yanğınsöndürənlərdə xərçəng risklərinin artması dinamikası müəyyən edilmişdir.

Əsas hissə. PFAS-ı iki geniş kateqoriyaya, polimer və qeyri-polimer molekullara qruplaşdırmaq (Şəkil 1) ən çox qəbul edilmiş PFAS təsnifat sistemidir. Qeyri-polimer PFAS daha da perfluoroalkil və polifloralkil maddələrinə bölünə bilər. Flüorlu karbon zəncirinin uzunluğu əsasən qeyri-polimer PFAS-ları təsnif edərkən istifadə olunur. Ətraf mühitin taleyinin paylanmasına əlavə olaraq bioakkumulyasiya, fiziki-kimyəvi və zülal bağlama xüsusiyyətləri flüorlu karbon zəncirinin uzunluğu ilə proqnozlaşdırıla bilər [2,4].



Şəkil 1. Qeyri-polimer, perftorlu PFAS maddələrinin ümumi quruluşu

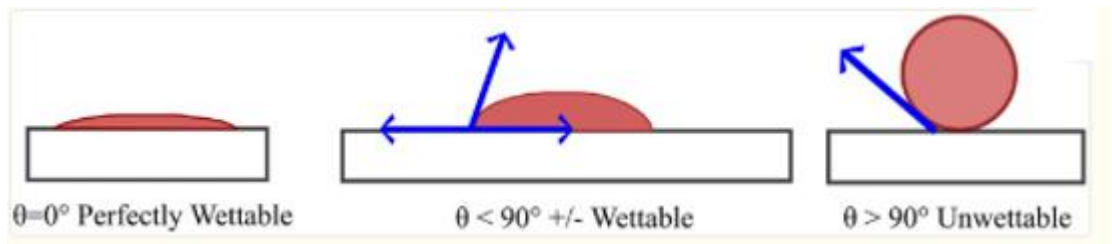
Polifloralkil maddələrin müxtəlif növləri bunlardır: 1) flüoropolimerlər, karbon zəncirinin hidrogen atomlarının əksəriyyətinin ftorid atomları ilə əvəz olunduğu maddələr (məsələn, PVDF, PTFE), 2) poli/perfluorlaşdırılmış karbon zəncirlərinə, flüor və ya karbon zəncirlərinə birləşən yan zəncirli flüorlu polimerlər. akrilat polimerləri), 3) onurğa zəncirinin karbon zəncirinə birbaşa bağlı oksigen və ftorid atomlarını ehtiva etdiyi perfluoropolieterlər polimer PFAS kimi təsnif edilir (Şəkil 2).



Şəkil 2. Polimer PFAS maddələri, (A) PTFE, (B) perfluoropolieterlər

PFAS məruz qalma mənbələri. Yangınsöndürənlər gündəlik vəzifələrini yerinə yetirərkən bir neçə növ PFAS-a məruz qala bilərlər. Yangınsöndürənlərin PFAS-a peşə məruz qalmasının ümumi potensial mənbələri aşağıda müzakirə olunur.

Səthdə qalmasının yoxlanılması. Su və yağdan qoruyan örtüklər parçaya su və yağlı maddələrlə təmasda olduqda nəmlənməyə müqavimət göstərmək qabiliyyətini təmin edir. Yüksək əmicilik səviyyəsi ilə həm su, həm də yağ damcıları parça səthində qalmalı və asanlıqla yuvarlanmalıdır. Parafin və ya şamın sadə bir örtüyü su itələyici bitirmənin ən qədim formasıdır və nəticədə yuyulur. Parça səthi sadəcə olaraq suyu dəf edəcək bir karbohidrogen mumu və ya silikon yağı ilə müalicə edilərək hidrofobik hala gətirilə bilər. Bununla belə, həm suyu, həm də yağ dəf edəcək bir parça səthini bitirmək olduqca çətindir. Əksər yağların səthi gərginliyi 15 dyn/sm-dən aşağıdır, buna görə də yağ itələyiciliyi 15 dyn/sm-dən aşağı səth gərginliyini tələb edir ki, bu da yalnız flüorokarbon müalicəsi ilə əldə edilə bilər. Su itələyiciliyi (səth gərginliyi 72 dyn/sm) silikonlar, karbohidrogen mumları və digər texnologiyalarla asanlıqla əldə edilir. Səthdəki suyun təmas bucağı sadəcə olaraq islatma davranışını müəyyən etmək və təsnif etmək üçün istifadə edilə bilər (Şəkil 3). Suyu qarşı təmas bucağı 90° və ya daha yüksək olan səthlər adətən hidrofobik hesab olunur. Tekstil kimi kobud səthlərin suya qarşı 150°-dən çox təmas bucağına malik olduğu bildirilmişdir. Nəmlənmənin təxminini almaq üçün təmas bucağı əvəzinə "səthi gərginlik" termini istifadə olunur [12]. Səth gərginliyi adətən həmin xüsusi materialın kimyəvi tərkibindən asılıdır (məsələn, bərk material və ya maye). Toxuculuq səthinin səthi gərginliyi mayeni dəf etmək üçün istənilən mayedən (məsələn, su, yağ) aşağı olmalıdır. Flüorlu birləşmələr həm suya, həm də yağa qarşı müqavimət göstərən bir material sinifidir.



Şəkil 3. Səthin nəmləndirilməsi və təmas bucağı

Flüorlu birləşmələr əla istilik və kimyəvi xüsusiyyətlər nümayiş etdirir, xüsusilə yuyulma, qurutma və s. kimi məhsulun təmizlənməsi və baxımına davamlılıq üçün vacibdir. Beləliklə, flüorlu zəncir uzunluğunun 1-dən 9-a qədər tədricən artması materialın su və yağ itələyiciliyini artırır. Ən davamlı su itələyiciləri (DWR) adətən bir onurğa polimeri ilə əlaqəli hidrofobik və ya oleofob yan zəncirlərə malikdir. Bu yan zəncirlər silikonlara, karbohidrogenlərə və ya per- və polifluoroalkil hissələrinə əsaslanır (Şəkil 4). Bu itələyici qruplar itələyici xüsusiyyətə nail olmaq üçün sıx şəkildə yığılmalı və istiqamətləndirilməlidir. Ən yaxşı su və yağ itələyici xüsusiyyətlər flüorlu yan zəncirli polimerlərin nəticəsidir, çünki onlar ən aşağı kritik səth enerjisində malikdirlər. Silikon və karbohidrogen əsaslı yan zəncirlər əla su itələyiciliyini təmin edir, lakin onların əksər yağları effektiv şəkildə dəf etmək qabiliyyəti yoxdur.

Köpüklər. Karbohidrogen və digər tez alışan mayeləri əhatə edən yanğınlar B sinfi yanğınlarıdır. Su maye karbohidrogen yanacaqlarından daha sıx olduğundan, yanan karbohidrogen səthinin alt qatında bitir və yanğını söndürməkdə təsirsiz olur. Bundan əlavə, əksər yanğın səhnələrinin yanma temperaturu ($\geq 175^{\circ}\text{C}$) suyun qaynama temperaturundan (100°C) əhəmiyyətli dərəcədə yüksəkdir ki, bu da suyun buxarlanmasına səbəb olur və buxar əmələ gətirir. Bu, yanığ xəsərlərinə səbəb ola və yanğının sürətlə yayılmasına səbəb ola bilər. Buna görə də, bu sinif yanğınları söndürmək üçün əla istilik sabitliyinə malik olan və yanacağın üstündə oturan bir film meydana gətirə bilən sulu film əmələ gətirən köpüklərdən (AFFF) istifadə olunur. Sulu film əmələ gətirən köpüyün tipik inqrediyentləri su, üzvi həlledicilər, karbohidrogen səthi aktiv maddələr, florosurfaktantlar, polimerlər və digər əlavələrdir. AFFF 1960-cı illərdə işlənilib hazırlanmışdır və o vaxtdan B sinfinə aid yanğınları söndürmək üçün istifadə olunur. AFFF-də əhəmiyyətli təkmilləşdirmə 1970-ci illərdə flüorosurfaktantlara əsaslanan köpük istehsalı vasitəsilə əldə edilmişdir. Per-florlu turşular və səkkiz karbon atomunun duzları və digər flüorlu birləşmələr əsasən film əmələ gətirən köpüklərdə istifadə edilmişdir [2].

Səthi aktiv maddələrin güclü karbon-flüor bağları hətta yüksək temperaturda belə AFFF-nin yüksək performansına (məsələn, turşuya, qələvilərə, oksidləşməyə və reduksiya qarşı müqavimət) kömək edir. Bu səthi aktiv maddələr AFFF-nin səthi gərginliyinin azaldılmasında unikal rol oynayır. Flüorosurfaktantların unikal xüsusiyyəti onları B sinfinə aid yanğınların söndürülməsi də daxil olmaqla bir çox unikal sənaye tətbiqlərində demək olar ki, əvəzolunmaz edib. Yanğınsöndürən köpüklər ətraf mühitdə uzun zəncirli florosurfaktantlar kimi tanınan PFOS və

PFOA-nın geniş yayılmasının səbəblərindən biridir. Flüorosurfaktantların istifadəsində əhəmiyyətli artım AFFF-nin insan sağlamlığına və ətraf mühitə mənfi təsiri ilə bağlı məlumatlılığın artmasına səbəb oldu. Bu kimyəvi maddələr insanlarda və vəhşi təbiətdə bioakkumlyativdir və güclü karbon-flüor bağı sayəsində ətraf mühitdə davamlıdır. Bu uzun zəncirli flüorosurfaktantların istifadəsi qlobal miqyasda tədqiqatçılar tərəfindən narahatlıq doğurmuşdur. AFFF-də istifadə olunan bioloji parçalanmayan flüorosurfaktantlar ətraf mühitdə uzun ömürlüdür. Adətən, maddələr ətraf mühitə buraxıldıqda deqradasiyaya uğrayır və ya hərəkətsizləşir, lakin perflorlu maddələr bunlardan heç birini hiss etmir. Beləliklə, bu maddələr yüksək dərəcədə həll olunan, ötürülə bilən və bioakkumlyativdir. Flüorosurfaktantlar AFFF-nin ətraf mühitə mənfi təsirlərinə səbəb olan əsas komponent kimi müəyyən edilmişdir [4].

Araşdırmalar göstərdi ki, qısa zəncirli alternativlər uzun zəncirli kimya ilə müqayisədə ətraf mühitə və insan sağlamlığına daha az təsir göstərir. Bununla belə, qısa zəncirli PFAS-in uzun zəncirli PFAS ilə müqayisədə ətraf mühitə və insan sağlamlığına daha az təsir edib-etməməsi ilə bağlı hələ də mübahisələr var. Bəzi mənbələr qısa zəncirli PFAS-lərin daha yaxşı olduğunu, bəzilərinin isə olmadığını söyləyirlər. Perfluoroalkan sulfonat ($C_n F_{2n+1} SO_3 (H)$) (PFSA) ailəsində altıdan çox və ya ona bərabər olan karbon zəncirinin uzunluqları uzun zəncirlər hesab olunur. Bununla belə, perfluorokarboksilik turşuda ($C_{x-1} F_{2x-1} COOH$) (PFCA) ailəsində səkkizdən çox və ya ona bərabər olan karbon zəncirinin uzunluğu uzun zəncirlər kimi qəbul edilir. Bu, iki ailə arasında toksiklik və bio-akkumulyasiya xüsusiyyətlərində əhəmiyyətli fərqlərə bağlıdır.

Tədqiqat yanğınsöndürənlərin AFFF-yə məruz qaldığı təlimdən sonra yanğınsöndürənlərin qan zərdabında perfluoroheksanoik turşu (PFHxA) və perfluorooktanoik turşunun (PFNA) səviyyəsinin artdığını aşkar etdi. Bununla belə, bu yüksəldilmiş PFAS AFFF-nin əsas komponentləri deyildi. Uzun zəncirli flüorotelomerlərin reaktiv yanacaq yanması zamanı parçalandığı fərz edildi. AFFF-dən PFAS-a məruz qalması tənəffüs və toxunma yollarla ola bilər [1,5,].

Tədqiqat müəyyən etdi ki, PFAS-a məruz qalma riski ümumi ictimaiyyətlə müqayisədə yanğınsöndürənlər üçün daha yüksəkdir. PFOA və PFOS-un istifadəsi əsasən son 15 ildə dayandırılsa da, bu birləşmələr ümumiyyətlə mebel, xalça, kağız və ya sənaye məhsullarında istifadə olunurdu. Bu birləşmələri ehtiva edən məhsulların bir çoxu gündəlik həyatımızda hələ də mövcuddur [5]. PFAS hazırda geyim, yarımkeçiricilər və əczaçılıq məhsulları da daxil olmaqla bir neçə tətbiqdə istifadə olunur. ABŞ-da ən yüksək miqdarda PFAS elektronikada istifadə olunur. PFAS məftil, kabellər, maye kristal və ya düz panel displeylər kimi elektron məhsullarda istifadə olunur. İstilik ötürülməsi üçün istifadə olunan sensorlar və mayelər kimi sınaq avadanlığı kimi istifadə olunan elektron cihazlar da bu cihazların tətbiqlərini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdıran flüorlu birləşmələr kimi PFAS-dan istifadə etmək tələb olunur.

Yanğın zamanı PFAS birləşmələri (həm polimer, həm də qeyri-polimer) daha sonra terminal PFOA, PFOS və ya digər flüorlu birləşmələrə parçalana və ətraf

mühitə buraxıla bilən flüorotelomer spirtləri kimi prekursor birləşmələrə parçalana bilər. Yanğın yerində olan yanğınsöndürənlər və ya ilk müdaxilə edənlər fəvqəladə hallara reaksiya zamanı və təlim ssenariləri zamanı yanğınsöndürmə fəaliyyətləri zamanı bu birləşmələrə məruz qalırlar [11, 12].

Toz. ABŞ tədqiqatların görə, böyüklər və uşaqlar gündə təxminən 30 mq və 60-100 mq daxili toz qəbul edirlər. Ümumi ictimaiyyət üçün, toz və hava da daxil olmaqla qapalı mühitlər PFAS və ya üzvi flüor məruz qalma mənbəyi hesab olunur. PFCA, PFSA, FTOH və perfluorooktilsulfanilamidlər (PFSA_m) kimi birləşmələr üçün PFAS konsentrasiyalarının açıq hava ilə müqayisədə daxili havada daha yüksək olduğu bildirilmişdir. Yanğınsöndürənlər yanğınsöndürmə vasitələri ilə yanaşı, AFFF və yumşaq mebel kimi digər PFAS mənbələrini də yanğınsöndürmə məntəqələrində saxlayırlar. Bu əşyalarla yanğınsöndürənlər qapalı havanı çirkləndirərək və ya havaya meyilli toz buraxaraq PFAS mənbəyi kimi çıxış edə bilən qalıq PFAS çirklənməsini yanğın stansiyasına gətirə bilər. Buna görə də, yanğınsöndürənlər üçün PFAS-a məruz qalmanın potensial mənbəyi kimi qapalı hava və tozun rolunu araşdırmaq tələb olundu. Son tədqiqatlar yanğınsöndürənlər üçün həyəcan verici olan yanğınsöndürmə məntəqəsinin tozunda əhəmiyyətli dərəcədə yüksək PFAS konsentrasiyaları aşkar etdi, çünki onlar növbələrinin çox hissəsini yanğınsöndürmə stansiyalarında keçirirlər [3].

PFAS-ın daxil olma yolları. Üç əsas məruz qalma yolu kontakt, tənəffüs və dəridir. Qida və içkinin qəbulu, PFAS-ın geniş ictimaiyyət üçün əsas qəbul yolu kimi müəyyən edilmişdir. Məsələn, AFFF və digər ətraf mühit çirkləndiriciləri yaxınlıqdakı yerlərdən qrup suları və torpaq vasitəsilə yayılır. PFAS daha sonra insan bədənində birbaşa çirklənmiş sudan və ya qırmızı ət, yumurta, tərəvəz, qəlyanaltılar, dəniz məhsulları, heyvan yağı və s. daxil olmaqla qidalar vasitəsilə toplanı bilər. Bir araşdırma yanğınsöndürmə stansiyasında yetişdirilən məhsulu PFAS məruz qalmasının əsas mənbəyi kimi müəyyən etdi. Bu araşdırma göstərdi ki, yanğınsöndürənlərdə istehsal olunan yumurta istehlakı PFAS-a məruz qalmanın aparıcı yolu kimi görünür, ardınca meyvə və tərəvəz istehlakı və tozla çirklənmiş səthlərlə dəri təması gəlir. Qida istehlakı yanğınsöndürənlərin ümumi PFAS qəbulunun 82%-ni təşkil edib, ardınca təsadüfi qəbulu və tozda PFAS-a dermal məruz qalma (15%). Təsadüfən udma və dərinin torpaqdan və qabların təmizlənməsindən udduğu PFAS <1% ilə nəticələndi. Bundan əlavə, peşə fəaliyyətləri ilə əlaqədar olaraq, PFAS-ın dəri və tənəffüs yolu ilə udulma riski yanğınsöndürənlər üçün əhəmiyyətli dərəcədə yüksəkdir. Məsələn, dönmə mexanizmində istifadə olunan PFAS yanğınsöndürənin dərisinə keçə bilər. Digər yanğınsöndürmə mənbəyi AFFF ilə əlaqədər. Bundan əlavə, PFAS ehtiva edən istehlak məhsullarından yaranan tüstü, inhalyasiya təhlükəsi olmaqla yanaşı, avadanlığı və dərinin çirkləndirə bilər. Heç bir araşdırma yanğın yerində PFAS mənbələrini təsdiqləməsə də, PFAS hələ də kommersiya məqsədləri üçün istifadə olunur, ona görə də his və ya tüstüdə mövcud olmalıdır. Yanğınsöndürmə fəaliyyətləri zamanı əmələ gələn və buraxılan PFAS-ın yerləşdirilməsi və miqdarının müəyyən edilməsinə ehtiyac var. Bu mənbələrdən inhalyasiya yolu

müstəqil tənəffüs aparatlarının (SCBA) düzgün və ardıcıl istifadəsini nəzərə alaraq məhdudlaşdırılmalıdır. Aktiv yanğın söndürmə zamanı SCBA-ların istifadəsi zamanı tüstüdən, AFFF-dən və ya dişlinin özündən çirkləndiricilərin hər hansı uçuculuğu inhalyasiya edilməməlidir.

[4] PFAS insan sağlamlığı üçün potensial olaraq zərərli olsa da, bu risklərin arta biləcəyi dəqiq hədd naməlum olaraq qalır. Digər kimyəvi maddələr kimi, onların sağlamlıq üçün mənfi təsirlər yaratma qabiliyyəti, miqyası, müddəti və məruz qalma marşrutu kimi məruz qalma şəraitindən asılıdır. Bundan əlavə, fərdlərin yaşı, cinsi, etnik mənsubiyyəti, sağlamlıq vəziyyəti və genetik meyli də mənfi sağlamlıq nəticələrinə təsir göstərə bilər. Buna baxmayaraq, bir neçə uzun zəncirli PFAS xərçəng riskləri ilə əlaqələndirilmişdir [8,10]. Onların arasında PFOA, Beynəlxalq Xərçəng Araşdırmaları Agentliyi tərəfindən böyrək və testis xərçəngi üçün mümkün insan kanserojeni kimi təsnif edilmişdir.

Per- və polifluoroalkil maddələri davamlı, bioakkumlyativ xüsusiyyətlərinə görə xüsusilə aiddir. Onlar dəyişdirilmədən uzun müddət insan bədənində qala bilərlər və bədən funksiyalarına müdaxilə edə bilərlər. PFOS və PFOA kimi uzun zəncirli PFAS-ların yarı ömrü müvafiq olaraq 5.4 və 3.8 ildir. PFOS alternativləri, məsələn, perfluoroheksansulfonik turşu (PFHxS) 8,5 il daha uzun yarı ömrünə malikdir. Perfluoropentanoik turşu (PFPeA) və perfluorobutan sulfonat (PFBS) kimi digər qısa zəncirli alternativlər bir neçə həftəlik daha qısa yarı ömrünə malikdir. PFOA və PFOS geniş şəkildə tədqiq olunsa da, onların alternativlərinin sağlamlıq nəticələri o qədər də hərtərəfli öyrənilməmişdir. Bu PFAS alternativlərinin insan orqanizmində olması, yarı ömrünün daha qısa olmasına və aşağı səviyyədə olmasına baxmayaraq, hələ də narahatlıq doğurur.

Yanğınsöndürənlər arasında tez-tez aşkar edilən PFAS PFOA (1,15 ilə 2,15 ng/ml arasında dəyişir), PFOS (4,11 ilə 8,63 ng/ml arasında dəyişir), PFHxS (1,83 ilə 6,15 ng/ml arasında dəyişir), PFNA (6,4 ng/mL), PFNA (6,4 ng/mL), PFNA-dır. (0,25 ilə 0,31 ng/mL arasında dəyişir) və PFUnDA (0,11 ilə 0,18 ng/mL arasında dəyişir) [11]. AFFF istifadə tarixi olan yanğınsöndürənlər PFOS və PFHxS səviyyələrini yüksəltmişlər. Bununla əlaqədar olaraq, bir neçə tədqiqat yanğınsöndürənlər arasında oxşar demoqrafik alt qrupların ümumi əhalisi ilə müqayisədə bəzi uzun zəncirli PFAS-nin daha yüksək serum səviyyələrini bildirdi.

PFAS-a məruz qalma və xərçəng. Qandakı PFAS səviyyələri ilə insanlarda zərərli sağlamlıq təsirləri arasında mümkün əlaqələri araşdıran geniş tədqiqatlar aparılmaqdadır. PFAS-a məruz qalma səviyyəsi insanların yaşadıkları yerdən və ya hansı peşələrlə məşğul olduqlarından asılı olaraq fərqli ola bilər. Həmçinin, uzun müddət ərzində aşağı səviyyəli məruz qalma müxtəlif növ sağlamlıq riskləri yarada bilər. Müəyyən PFAS-a aşağı səviyyəli məruz qalmanın uzunmüddətli təsirləri ilə bağlı tədqiqatlar hələ də davam edir. Yanğınsöndürənlərdə bildirilən mənfi sağlamlıq təsirləri digər peşə qrupları və PFAS-a məruz qalan ümumi əhali, o cümlədən müəyyən xərçəng riskləri kimidir. Yanğınsöndürənlər arasında bəzi xərçəng növlərinin və xərçənglə əlaqəli ölümlərin daha yüksək nisbətlərini nəzərə alaraq, bir neçə tədqiqat yanğınsöndürənlərin peşə məruz qalmaları ilə xərçəngə

yoluxma halları arasındakı əlaqəni araşdırmışdır [1,5,8,10]. PFAS ilə yanaşı, yanğınsöndürənlər bir sıra kimyəvi maddələrə məruz qalırlar, onlardan bəziləri benzol və benzo [a]piren kimi tanınmış kanserogenlərdir. Belə mürəkkəb qarışıqlara xroniki məruz qalmanın potensial mənfi təsirləri haqqında az şey məlumdur. İndiyə qədər mövcud olan tədqiqatların əksəriyyəti fərdi perfluorlaşdırılmış birləşmələrin sağlamlıq nəticələrinə yönəlmişdir, bir neçəsi isə onların birləşmiş təsirlərini araşdırmışdır [6].

Bir sıra epidemioloji tədqiqatlar qan serumunda yüksək səviyyəli PFAS ilə xərçəng riskinin artması arasında əlaqə olduğunu irəli sürdü. Son bir meta-analiz, serum PFOA-da hər 10 ng/ml artımın böyrək və testis xərçəngi üçün orta riski müvafiq olaraq 16% və 3% artırdığını bildirdi. Başqa bir araşdırma, epidemioloji sübutların PFOA-ya məruz qalma və böyrək və testis xərçəngi halları üçün dəstəkləyici olaraq qaldığı, lakin qəti olmadığı qənaətinə gəlmişdir. Yanğın səhnələrinin gözlənilməzliyini və çətinliklərini nəzərə alaraq, yanğınsöndürənlərin məruz qalmasının monitorinqi çox mürəkkəbdir. Son vaxtlar diqqət bəzi çətinliklərin öhdəsindən gələ biləcək və sağlamlığa təsirlərin qiymətləndirilməsi üçün dəyərli vasitə kimi xidmət edə bilən biomonitorinqə yönəlib. Gələcək tədqiqatlar yanğınsöndürənlərin PFAS-a məruz qalması və xərçəng xəstəliyi arasında əlaqəni araşdırarkən bu amilləri nəzərə almalıdır [7,9].

Təhlükənin qiymətləndirilməsində PFAS-in çətinlikləri. PFAS və onların prekursorlarının sağlamlıq riskinin qiymətləndirilməsini müəyyən etmək çətindir. Bunun səbəbi, 1) PFAS-in qiymətləndirmə və idarəetmə üçün asan fərqləndirilməsinə mane olan böyük, müxtəlif maddələr qrupudur. Bu, hansı PFAS-in potensial insan sağlamlığı riskinin qiymətləndirilməsi üçün uyğun ola biləcəyini başa düşməyi çətinləşdirir. 2) PFAS-in toksikliyi və onun ictimai sağlamlığa təsiri haqqında çox məhdud məlumat mövcuddur ki, bu da müxtəlif PFAS-ların kimyəvi cəhətdən spesifik qiymətləndirilməsini demək olar ki, qeyri-mümkün edir. 3) İnsanlar tez-tez sinergik təsirlərə səbəb ola bilən naməlum PFAS qarışıqlarına məruz qalırlar. 4) Toksiklik tədqiqatlarında tez-tez heyvanlardakı analizlər və insanlarda müşahidə arasında oxşarlıq yoxdur, bu da bu tədqiqatların toksikliklə bağlı aktuallığını qeyri-müəyyən edir.

Nəticə.

1. PFAS yanğınsöndürənlərin AFFF-də geniş şəkildə istifadə olunur və həmçinin yanğın yerində və yanğınsöndürmə məntəqəsinin havasında və tozunda mövcuddur. Buna görə də, yanğınsöndürmə zamanı peşə fəaliyyətləri səbəbindən yanğınsöndürənlər üçün ümumi əhali ilə müqayisədə PFAS-a məruz qalma riski daha yüksəkdir. Ümumi əhali ilə müqayisədə yanğınsöndürənlər arasında xərçəng nisbətinin artması və PFAS ilə xərçəng arasındakı əlaqələr yanğın xidmətində PFAS-a məruz qalma narahatlığını artırdı.

2. Yanğınsöndürənlərin vaxtlarının demək olar ki, 72%-ni yanğınsöndürmə stansiyasının içərisində 24 saatlıq növbəyə sərf etdikləri üçün stansiyada minimum PFAS-in olması tövsiyə olunur. PFAS məruz qalma səviyyəsini müəyyən etmək üçün qapalı hava nümunələrinə mütəmadi olaraq nəzarət edilməlidir. PFAS

hissəciklərinin həm dəri, həm də tənəffüs yollarına məruz qalmasını minimuma endirmək üçün yanğınsöndürənlər yanğın yerində ardıcıl olaraq SCBA və keçid alətləri də daxil olmaqla qoruyucu alətlərdən istifadə etməlidirlər. Qoruyucu alətlər altında PFAS pulsuz paltar geymək, digər paltarlardan PFAS ehtiva edən alətləri saxlamaq və alətlərə toxunduqdan sonra əlləri yumaq da PFAS-a dəri və ya tənəffüs yolu ilə məruz qalma riskini azaltmaq üçün lazımdır.

3. Gələcək tədqiqatlar PFAS qarışıqlarının potensial toksikliyi və sağlamlıq nəticələrini qiymətləndirərkən onların qarşılıqlı təsirlərini nəzərdən keçirməlidir. Bundan əlavə, tədqiqatçılar yanğınsöndürənlərin peşə məruz qalmasını və onların işlə bağlı xəstəliklərin inkişafı ilə əlaqəsini xarakterizə etmək üçün epigenetik tədqiqatlardan istifadə edə bilərlər. Yanğınsöndürənlərə PFAS-a məruz qalmaları mümkün qədər məhdudlaşdırmaq tövsiyə olunur.

4. Yanğınsöndürmə məntəqələrinin yanğın yeri kanserogenləri ilə çirklənməməsini təmin etmək üçün hər yanğın çağırışından sonra zərərsizləşdirmə işləri diqqətlə aparılmalıdır. Buna görə də, ümumi tövsiyə, lazım olmayan yerlərdə (yəni, tibbi çağırış, şəxsi istifadə, müəyyən növ təlim və s.) istifadə edilməməsidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Nur-Us-Shafa Mazumder*, Md Tanjim Hossain, Fatema Tuj Jahura, Arjunsing Girase, Andrew Stephen Hall, Jingtian Lu and R. Bryan Ormond*. Firefighters' exposure to per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) as an occupational hazard: A review. Published in final edited form as: Front Mater. 2023 Mar 23;10:10.3389/fmats.2023.1143411.

2. Beecher N, and Brown S (2018). PFAS and organic residuals management. BioCycle 59, 20.

3. Hall SM, Patton S, Petreas M, Zhang S, Phillips AL, Hoffman K, et al. (2020). Per-and polyfluoroalkyl substances in dust collected from residential homes and fire stations in North America. Environ. Sci. Technol 54 (22), 14558–14567.

4. Houtz EF, Higgins CP, Field JA, and Sedlak DL (2013). Persistence of perfluoroalkyl acid precursors in AFFF-impacted groundwater and soil. Environ. Sci. Technol 47 (15), 8187–8195.

5. Hulett DM, Bendick M, Sheila Y, and Thomas F (2007). Enhancing women's inclusion in firefighting. Washington, D.C: Bendick and Egan Economic Consultants.

6. Inoue K, Okada F, Ito R, Kato S, Sasaki S, Nakajima S, et al. (2004). Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and related perfluorinated compounds in human maternal and cord blood samples: Assessment of PFOS exposure in a susceptible population during pregnancy. Environ. health Perspect 112 (11), 1204–1207.

7. Jalilian H, Ziaei M, Weiderpass E, Rueegg CS, Khosravi Y, and Kjaerheim K (2019). Cancer incidence and mortality among firefighters. Int. J. cancer 145 (10), 2639–2646.

8. Jones L, Burgess JL, Evans H, and Lutz EA (2016). Respiratory protection for firefighters—evaluation of CBRN canisters for use during overhaul II: In mask analyte sampling with integrated dynamic breathing machine. *J. Occup. Environ. Hyg* 13 (3), 177–184.
9. Kang D, Davis LK, Hunt P, and Kriebel D (2008). Cancer incidence among male Massachusetts firefighters, 1987–2003. *Am. J. Industrial Med* 51 (5), 329–335.
10. Laitinen JA, Koponen J, Koikkalainen J, and Kiviranta H (2014). Firefighters' exposure to perfluoroalkyl acids and 2-butoxyethanol present in firefighting foams. *Toxicol. Lett* 231 (2), 227–232.
11. Lee DJ, Koru-Sengul T, Hernandez MN, Caban-Martinez AJ, McClure LA, Mackinnon JA, et al. (2020). Cancer risk among career male and female Florida firefighters: Evidence from the Florida Firefighter Cancer Registry (1981-2014). *Am. J. Industrial Med* 63 (4), 285–299.
12. Moody CA, and Field JA (2000). Perfluorinated surfactants and the environmental implications of their use in fire-fighting foams. *Environ. Sci. Technol* 34 (18), 3864–3870.

ANALYSIS OF EXPOSURE TO PER AND POLYFLUOROALKYL SUBSTANCES (PFAS) AS AN OCCUPATIONAL HAZARD OF FIREFIGHTERS

Abstract. The term “firefighter” and “cancer” have become so intertwined in the past decade that they are now nearly inseparable. Occupational exposure of firefighters to carcinogenic chemicals may increase their risk of developing different types of cancer. PFAS are one of the major classes of carcinogenic chemicals that firefighters are exposed to as occupational hazard. Elevated levels of PFAS have been observed in firefighters' blood serum in recent studies. Possible sources of occupational exposure to PFAS include turnout gear, aqueous filmforming foam, and air and dust at both the fire scene and fire station. Preliminary discussion on PFAS includes definition, classification, and chemical structure. The review is then followed by identifying the sources of PFAS that firefighters may encounter as an occupational hazard. The structural properties of the PFAS used in identified sources, their degradation, and exposure pathways are reviewed. The elevated level of PFAS in the blood serum and how this might associate with an increased risk of cancer is discussed. Our review shows a significant amount of PFAS on turnout gear and their migration to untreated layers, and how turnout gear itself might be a potential source of PFAS exposure. PFAS from aqueous filmforming foams (AFFF), air, and dust of fire stations have been already established as potential exposure sources. Studies on firefighters' cancer suggest that firefighters have a higher cancer risk compared to the general population. This review suggests that increased

exposure to PFAS as an occupational hazard could be a potential cancer risk for firefighters.

Key words. *PFAS, firefighters, cancer, turnout gear, AFFF, occupational hazard*

AI FOR WELL-BEING: IMPROVING MENTAL RESILIENCE AT THE WORKPLACE

Əsədli Məhəmməd İlqar oğlu

*Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası
Kadrların yenidən hazırlığı və ixtisasartırma fakültəsi
E-mail: asadli.m@outlook.com*

Abstract: This article explores how Artificial Intelligence (AI) can support mental health at work. Stress and burnout impact performance and safety. AI tools offer 24/7 emotional support and early warning signs. Based on World Health Organization, International Labour Organization, and American Psychological Association data, the article emphasizes ethical use, data security, and human empathy.

Keywords: AI, HSE, mental health, burnout, stress, workplace well-being

1. Introduction

A new era of human-machine interaction

We are stepping into a new era - an era where human-machine interaction shapes how we live, work, and stay well. At the center of this transformation is **Artificial Intelligence (AI)** - a technology that learns, adapts, and helps us make better decisions.

But what does this mean for the workplace? For years, workplace safety meant physical protection, like wearing helmets on dangerous sites, following emergency drills, avoiding physical hazards and so on. However, today's workplaces come with **new challenges** - challenges you can't always see:

- stress from tight deadlines;
- pressure to perform;
- job insecurity;
- constant connectivity that blurs work - life boundaries.

These invisible stressors can be just as harmful as physical dangers.

The growing role of well-being in workplace safety

Modern workplaces are recognizing an essential truth: mental and emotional **well-being is as important** as physical safety. When employees are overwhelmed, safety protocols can be overlooked, and accidents become more likely. Global statistics highlight the urgency: here are global statistics on burnout and its impact on workplace performance, sourced from reputable international organizations:

• **Global Prevalence of Burnout:** A 2024 study by Boston Consulting Group (BCG) found that, on average, **48% of workers** across eight countries (Australia, Canada, France, Germany, India, Japan, the UK, and the US) are currently **grappling with burnout**.

• **Economic Impact:** The World Health Organization (WHO) reports that **depression and anxiety disorders cost** the global economy approximately **\$1 trillion** each year, primarily due to lost productivity.

• **Work-Related Deaths:** According to a joint report by WHO and the International Labor Organization (ILO), nearly **2 million people die each year** from work-related causes, with a significant portion attributed to stress-related conditions.

• **Impact on Health and Safety Professionals:** A study published in the National Institutes of Health (NIH) found that among health professionals, the prevalence of workplace violence—which can contribute to **burnout** - was **64.2%** during the COVID-19 pandemic.

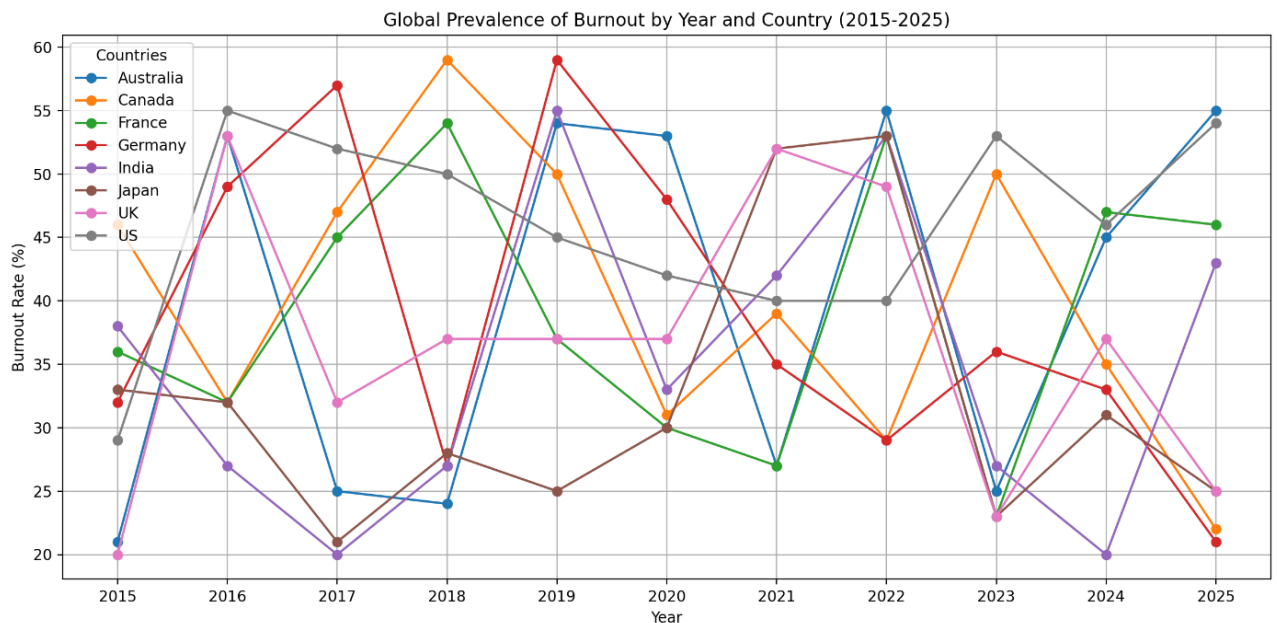


Fig. 1. The plot visually represents how burnout rates vary across different countries over the specified years.

These numbers send a clear message: mental health isn't just a personal issue; it's a workplace safety issue.

The Challenge and the Opportunity

The big **question** now is: How can workplaces support mental well-being while ensuring safety? The challenge lies in identifying and addressing psychological risks before they lead to burnout, accidents, or disengagement. Traditional methods - such as wellness programs or flexible working hours - are helpful but often lack personalization and scalability.

This is where AI comes in. The potential is clear: with AI's precision and scalability, organizations can move from reacting to well-being crises to prevent them altogether. True workplace safety goes beyond physical protection. It's about supporting the mind, nurturing emotional resilience, and building environments where people can truly thrive.

2. The new importance: Well-being in the workplace

Workplace safety is changing. In the past, safety meant protecting workers from physical risks - accidents, falls, or injuries. But today, there's a new focus: **mental health** and **well-being** at work. Why? Because workplaces have changed. Deadlines are tighter, technology keeps us connected 24/7, and many employees face high expectations and pressure. This creates **invisible risks**:

- **stress** that drains energy and focus;
- **burnout** that leads to exhaustion and mistakes;
- **mental fatigue** that slows decision-making.

These risks don't cause physical injuries, but they affect how well and safely people work. A stressed mind can be just as dangerous in the workplace as unsafe equipment.

Why mental health matters for Workplace Safety?

Mental health is now seen as a key part of safety. When employees feel mentally strong, they work better and safer. But when mental well-being is ignored, problems arise.

A healthy mind means:

- **Better focus**: Fewer mistakes and safer work habits;
- **Stronger decision-making**: Quicker, clearer thinking in critical moments;
- **Higher motivation**: More energy and commitment to tasks.

In industries where safety is crucial - like healthcare, construction, or manufacturing - mental fatigue can result in serious accidents. One moment of lost concentration could have dangerous consequences.

The real impact of Stress, Burnout, and Mental Fatigue

Let's look at how stress, burnout, and mental fatigue specifically affect the workplace.

1. **Stress**: The silent disruptor. Some stress at work is normal, it can push us to meet deadlines or complete tasks. But **chronic stress** (stress that lasts a long time) is harmful. It affects:

- **memory**: forgetting important details;
- **focus**: making mistakes due to lack of attention;
- **teamwork**: poor communication when stress causes frustration.

2. **Burnout**: When stress becomes too much. Burnout happens when stress isn't managed. It shows up as:

- **emotional exhaustion**: feeling tired and unmotivated;
- **detachment**: not caring about work or safety rules;
- **reduced performance**: struggling to complete tasks.

3. Mental Fatigue: The hidden danger. Mental fatigue is hard to see but dangerous. It happens when the brain works too hard for too long. Signs include:

- slow reactions during emergencies;
- poor problem-solving skills;
- mood changes that affect teamwork.

From Reactive to Proactive: Changing the approach

In the past, companies only acted when problems arose - when employees got sick or made mistakes. But today, a **proactive** approach is needed. This means:

- identifying stress early: spotting warning signs before they lead to burnout;
- creating supportive environments: making it safe to talk about mental health;
- offering tools and training: helping employees build resilience.

3. Role of AI in Supporting Workplace Well-Being

How AI supports mental health at work

As workplaces become more complex, **traditional methods** for supporting well-being are no longer enough. Different employees have different needs, and stress affects everyone in unique ways. To keep workplaces safe and healthy, companies need **flexible, smart solutions** that can adapt to these needs.

This is where **Artificial Intelligence (AI)** comes in. AI is more than just robots and data analysis. It can help create workplaces where employees feel **supported, safe, and mentally strong**. By providing **personalized, real-time support**, AI can help employees manage stress, avoid burnout, and stay focused.

AI-powered mental health tools: 24/7 support - One of the most useful ways AI helps is through **mental health tools** like **chatbots** and **virtual assistants**. Unlike traditional support, which may only be available during working hours, AI tools are there **24/7**.

For example, if an employee feels anxious late at night, they can chat with an AI assistant that suggests calming exercises. This kind of **on-demand support** helps employees manage their emotions without waiting for an appointment or fearing judgment.

Breaking down barriers - Many employees hesitate to talk about mental health because of **stigma** - the fear that colleagues or managers will judge them. AI-powered tools help overcome this by providing:

- **private, judgment-free spaces** for reflection and support;
- **proactive check-ins** that ask employees how they're feeling;
- **regular reminders** for self-care, helping employees stay mindful of their mental state.

By making mental health support **accessible** and **private**, AI helps create **psychologically safe** workplaces, where employees feel comfortable seeking help.

Personalized Well-being plans: Tailored **support for everyone** - Not everyone experiences stress in the same way. Some employees may feel anxious, while others might struggle with focus or energy. Traditional wellness programs often fail because they use a **one-size-fits-all** approach.

AI changes this by offering personalised well-being plans that adapt to individual needs. These recommendations aren't static. As employees use these apps, the AI **learns and adjusts**, offering new suggestions based on progress. This ensures the support remains **relevant** and **effective** over time.

Predictive analytics for Safety: Stopping burnout before it starts - AI's power goes beyond offering support - it can also **predict** problems before they happen. Using **predictive** analytics, AI looks at data to detect **patterns** that indicate stress, fatigue, or burnout. AI analyzes information like:

- **Work hours:** Are employees working overtime regularly?
- **Sleep patterns:** Are employees getting enough rest?
- **Productivity levels:** Are there drops in performance?
- **Team surveys:** Are employees reporting higher stress?

If AI detects signs of **increasing stress**, it can:

- **alert managers** so they can reduce workloads or offer support;
- **recommend breaks** or flexible hours;
- **suggest wellness programs** tailored to specific needs.

This means organizations don't have to wait for employees to show **visible signs of burnout** - they can **intervene early**, keeping employees healthy and workplaces safe.

Predicting team-level stress - AI doesn't just work on the individual level. It can also help **teams** by identifying **systemic stressors** - issues affecting entire departments or groups. For example:

- AI may detect that a team's stress levels rise during a particular project phase.
- Leaders can then plan for **extra resources** or **adjust timelines** to reduce pressure.

By identifying these trends, organizations can build **resilient teams** that handle stress better and perform more effectively.

4. The Future of Safe and Healthy Workplaces

Workplaces are changing. In the past, safety meant hard hats, safety drills, and protective equipment. But today, we understand that **true workplace safety** is about more than just physical protection - it includes **mental** and **emotional well-being**.

When employees feel **mentally strong, motivated, and supported**, they:

- make **fewer mistakes**;
- stay **more engaged**;
- work **more safely and productively**.

Ignoring mental health at work leads to **higher stress, more burnout, and lower performance**. Companies that take well-being seriously will attract better talent, reduce turnover, and improve productivity. AI gives us new ways to support mental health in the workplace. It can:

- provide **24/7 mental health support** through chatbots and virtual assistants;
- **personalize well-being plans** so every employee gets the right support;
- **predict** stress and burnout **risks** before they become serious problems.

But AI is **not a magic pill**. It cannot replace **human care, empathy, or leadership**. Instead, it should be used to help managers, HR teams, and employees make better decisions about mental health and well-being.

AI won't replace human care, but it can amplify it. Together, they can build workplaces where safety includes not just our bodies - but also our minds. The best workplaces will combine AI's intelligence with human understanding. This means:

- using **ai to monitor** well-being trends, but keeping human conversations at the center;
- providing mental health **resources through ai**, while encouraging personal support from colleagues and managers;
- **building a culture** of well-being, where employees feel safe discussing mental health.

A **healthy workplace** is one where employees feel **valued, supported, and motivated** - and AI can help make that a reality.

RESOURCES

1. AI's Role in Enhancing Wellbeing in the Workplace and Beyond. Global Wellness Institute, 2024.
2. Artificial Intelligence in Mental Health Care. American Psychological Association, 2024.
3. Exploring the Role of Artificial Intelligence in Mental Healthcare. National Center for Biotechnology Information, 2023.
4. How AI Affects Mental Health in the Workplace. Psychology Today, 2024.
5. Mental Health at Work in the Era of Digitalization. International Labor Organisation, 2024.
6. The work affective well-being under the impact of AI. Jin, G., Jiang, J., & Liao, H., 2024.
7. Work Affective Well-Being Under the Impact of AI. Scientific Reports, 2024.
8. Workers Using AI Technology Taking Mental Health into Their Own Hands. Forbes, 2023.

RİFAH ÜÇÜN AI: İŞ YERİNDƏ ZEHNİ DAYANIQLIĞIN ARTIRILMASI

Xülasə: Məqalə süni intellektin (Sİ) iş yerində psixi sağlamlığa necə kömək etdiyini izah edir. Yorğunluq və stress təhlükəsizlik, diqqətlilik və məhsuldarlığı azaldır. Sİ alətləri 24/7 dəstək və erkən xəbərdarlığı təmin edir. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının, Beynəlxalq Əmək Təşkilatının və Amerika Psixologiya Assosiasiyasının məlumatları əsasında etik və empatik yanaşma vurğulanır.

Açar sözlər: AI, əməyin mühafizəsi, psixi sağlamlıq, tükənmişlik, stress, iş yerində rifah

ИИ ДЛЯ БЛАГОПОЛУЧИЯ: ПОВЫШЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Аннотация: В статье показано, как ИИ может поддерживать психическое здоровье на работе. Усталость и стресс снижает безопасность и эффективность. ИИ предлагает помощь 24/7 и выявляет риски. На основе данных Всемирной Организации Здравоохранения, Международной Организации Труда и Американской Психологической Ассоциации подчеркивается важность этики, защиты данных и человеческой эмпатии.

Ключевые слова: ИИ, охрана труда, психическое здоровье, выгорание, стресс, благополучие на рабочем месте.

FÖVQƏLADƏ HAL RİSKLƏRİNİN PROQNOZLAŞDIRILMASINDA RİYAZİ VƏ SÜNİ İNTELLEKT YANAŞMALARI

Yunusov Mir Ramin Mir Qasım oğlu

Elm və Təhsil Nazirliyi, İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun doktorantı.

Bakı Mühəndislik Universitetinin müəllimi.

E-mail: myunusov@beu.edu.az

Orcid ID: 0009-0005-8323-4279

Xülasə. Məqalədə fəvqəladə hal risklərinin proqnozlaşdırılmasında riyazi modelləşdirmə üsulları ilə yanaşı, süni intellekt texnologiyalarının tətbiq potensialı təhlil olunur. Ənənəvi riyazi yanaşmaların səbəb-nəticə əlaqələrinin analitik təsvirində səmərəli olduğu göstərilərsə də, kompleks və qeyri-xətti xarakterli proseslərdə bu üsulların proqnoz dəqiqliyində məhdudiyyətlər müşahidə edilmişdir. Maşın öyrənməsi alqoritmləri isə geniş həcmli verilənlər əsasında çevik və real vaxt rejimində işləyə bilən modellər qurmağa imkan verir. Sözügedən iki yanaşmanın sintezi əsasında formalaşdırılan hibrid modellər riskin proqnozlaşdırılması prosesində həm yüksək dəqiqlik, həm də izah olunma qabiliyyəti baxımından üstünlük təşkil edir. Tədqiqatda bu modellərin qurulma mərhələləri və onların real verilənlər üzərində tətbiqinə dair nəticələr ətraflı şəkildə təqdim olunur.

Açar sözlər: Fəvqəladə hallar, risk proqnozlaşdırılması, riyazi modellər, süni intellekt, maşın öyrənməsi, hibrid modellər, ehtimal nəzəriyyəsi.

Müasir dövr üçün urbanizasiya, sənayeləşmə, iqlim dəyişikliyi və texnogen inkişaf kimi xarakterik olan faktorlar nəticəsində müxtəlif təbiətli fəvqəladə halların baş vermə tezliyinin və fəsadlarının əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olmuşdur. Belə halların baş verməsi insanların həyat və sağlamlığına, eləcə də normal fəaliyyət rejiminə, ətraf mühitə və iqtisadi infrastrukturun dayanıqlığına ciddi təhlükəli risklərin meydana gəlməsinə şərait yaradır. Qeyd edilənləri nəzərə alaraq, belə risklərin əvvəlcədən müəyyən edilməsi, qiymətləndirilməsi, habelə fəvqəladə halların baş vermədən öncə qarşısının alınması üçün elmi əsaslara söykənən proqnozlaşdırma modellərinin qurulması vacib və aktual məsələdir.

Fəvqəladə hal risklərinin proqnozlaşdırılması sahəsində aparılan elmi tədqiqatlarda istifadə olunan metodlar əsasən statistik analiz, riyazi modellər, ehtimal nəzəriyyəsi və son illərdə daha da aktuallaşan süni intellekt, bilavasitə maşın öyrənməsi texnologiyalarına əsaslanır. Xüsusilə maşın öyrənməsi alqoritmləri tətbiqi təkcə keçmiş məlumatlar əsasında risklərin qiymətləndirilməsi

ilə kifayətlənməyərək, real vaxt rejimində yenilənən verilənlərini analiz edərək dinamik şəkildə təhlükə səviyyəsini müəyyən etmə imkanlarına sahibdir..

Ənənəvi riyazi modellər fəvqəladə halların proqnozlaşdırılması üzrə səbəb-nəticə əlaqələrinin qurulmasında mühüm rol oynaya bilər. Lakin, belə modellərin qeyri-xətti və yüksək ölçülü verilənlər mühitində effektivliyi azalır. Belə olduğu təqdirdə maşın öyrənməsi alqoritmlərinin tətbiqi proqnozların dəqiqliyini və operativliyini artırmağa imkan yaradır. Son zamanlar bu iki metodikanın – klassik riyazi modellərin və maşın öyrənməsi alqoritmlərinin – sintez olunması ilə yaradılan hibrid modellər risk proqnozlaşdırılmasında ən uğurlu yanaşmalardan biri kimi dəyərləndirilir.

Hazırkı məqalənin məzmunu fəvqəladə hal risklərinin qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırılması məqsədilə tətbiq olunan müxtəlif riyazi metod və modellər, real vaxt rejimində işləyən sistemlərin prinsipləri və maşın öyrənməsi alqoritmlərinin effektivliyindən bəhs etməklə yanaşı, eyni zamanda bu komponentlərin integrasiyası əsasında qurulan hibrid modellər və onların tətbiq perspektivləri təqdim olunur. Bu tədqiqatın əsas məqsədi isə elmi əsaslara söykənən, çevik və dəqiq proqnoz sistemi yaratmaq üçün kompleks yanaşmanın vacibliyini göstərməkdir.

Fəvqəladə hallar təbiət hadisələri (zəlzələ, daşqın, torpaq sürüşməsi), texnogen qəza (sənaye partlayışları, radiasiya sızması), sosial və ya bioloji fəlakətlər (pandemiyalar, kütləvi iğtişaslar və s.) formasında müxtəlif mənşələrə malik ola bilər. Onların yaratdığı risklərin düzgün qiymətləndirilməsi və əvvəlcədən proqnozlaşdırılması müasir elmi yanaşmalar və modelləşdirmə metodları ilə daha effektiv və operativ reaksiya verilməsi ilə səciyyələndirilir.

Bu və ya digər sahədə aparılan elmi tədqiqatlara nəzər yetirdikdə, fəvqəladə hal risklərinin modelləşdirilməsi üçün müxtəlif elmi yanaşmalar və alətlər mövcud olduğu məlumdur. Bu yanaşmalar aşağıdakı əsas kateqoriyalara bölünür:

- **Deterministik modellər** - hadisələrin səbəb-nəticə əlaqələrini nəzərə alaraq dəqiq nəticələr çıxarmağa çalışır. Bu modellər fiziki qanunlar, riyazi düsturların tətbiqi və empirik sabitləmə əsasında qurulur [1]-[3];

- **Statistik modellər** - keçmiş verilənlər əsasında ehtimal paylanmaları qurur və gələcəkdə baş verəcək riskləri proqnozlaşdırmaq üçün bu paylanmalardan istifadə edir [4]-[5];

- **Ssenari əsaslı modelləşdirmə** - mümkün risklərin müxtəlif inkişaf yollarını modelləşdirir. Bu metod əsasən təlimlərdə və qərar qəbul etmə proseslərində istifadə olunur [6]-[8];

- **Risk komponentlərinə əsaslanan modelləşdirmə** - beynəlxalq praktikada risk aşağıdakı komponentlərlə ifadə olunur [9]-[10]:

$$Risk = Təhlükə \times Zəiflik \times Məruz qalma \quad (1).$$

Bu yanaşma BMT-nin Fəlakət Riskinin Azaldılması üzrə çərçivə konvensiyasının sənədlərində (məs. Sendai Çərçivəsi) də istifadə olunur. Hər bir komponent üçün ayrıca verilənlər toplanır və qiymətləndirilir;

- **Süni intellekt və maşın öyrənməsi əsaslı modellər** - son illərdə risk proqnozlaşdırılmasında daha adaptiv və çevik yanaşma kimi süni intellekt alətləri, xüsusilə maşın öyrənməsi modelləri (decision tree, logistic regression, random forest, LSTM və s.) tətbiq edilməyə başlanılıb [11]-[12];

- **Hibrid modellər** – deterministik və statistik yanaşmaları, süni intellekt üsullarını birləşdirərək daha çevik və dəqiq proqnozlar təqdim edir [13].

Araşdırma üzrə nəzər yetirilən ədəbiyyat analizinə əsasən qeyd etmək olar ki, mövcud modellərin hər biri spesifik üstünlüklərə malik olsa da, onların əksəriyyəti ya fiziki, ya da statistik komponentlər üzərində qurulmuşdur, lakin real vaxt rejimində qərar dəstəyi kimi vacib funksiyalar hələ də məhduddur. Bu səbəbdən, riyazi modellər, süni intellekt alqoritmləri və risk komponentlərinin inteqrasiyası ilə daha çevik, izah edilə bilən və proqnozlaşdırma qabiliyyəti yüksək olan sistemin yaradılmasına ehtiyac vardır.

Riyazi modellər və ehtimal nəzəriyyəsi əsasında proqnozlaşdırma. Qeyd etmək mütləqdir ki, fəvqəladə halların baş vermə ehtimalının qiymətləndirilməsi və bu risklərin gələcəkdə necə inkişaf edəcəyinin proqnozlaşdırılması üçün ənənəvi və riyazi yanaşmalar hələ də öz aktuallığını qorumaqdadır. Riyazi modellər, hadisələrin səbəb-nəticə əlaqələrinin formal şəkildə ifadə olunmasına və müxtəlif ssenarilər əsasında proqnozların verilməsinə imkan yaradır [14]. Bu yanaşma xüsusilə verilənlərin məhdud olduğu, lakin sistemin fiziki və loqiki strukturu məlum olan hallarda effektivdir.

Xarakterik fəvqəladə hal riski üçün proqnoz modeli aşağıdakı kimi strukturlaşdırıla bilər:

$$R = \alpha P + \beta T + \gamma Y + \delta L + \theta E + \varepsilon \quad (2)$$

Burada:

- R- risk göstərici;
- P - əhali sıxlığı;
- T – orta temperatur;
- Y – yağıntı miqdarı;
- L - yerin coğrafi mövqeyi;
- E – zərərçəkənlərin sayı;
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \theta$ – modelin empirik və ya statistik metodlarla təyin edilən əmsalları;
- ε – stoxastik (təsadüfi) dəyişən.

Ehtimal nəzəriyyəsi və Bayes yanaşması. Riyazi modellərin daha dinamik və adaptiv olmasını təmin edən yanaşmalardan biri Bayes nəzəriyyəsidir. Bu nəzəriyyə əvvəlcədən məlum ehtimalların yeni məlumatlara əsasən yenilənməsini təmin edir:

$$P(H|D) = \frac{P(D|H) * P(H)}{P(D)} \quad (3)$$

Burada:

- $P(H|D)$ – müşahidədən sonra hadisənin ehtimalı (aposteriori ehtimal);
- $P(D|H)$ – verilmiş hadisə baş verdikdə məlumatın müşahidə olunma ehtimalı;
- $P(H)$ – hadisənin ilkin ehtimalı;
- $P(D)$ – məlumatın ümumi ehtimalı.

Verilənlərin statistik analizlə proqnozlaşdırılması. Riyazi modellərin effektiv işləməsi üçün ilkin məlumatların statistik təhlili mütləqdir:

- orta, dispersiya və kovariasiya hesablamaları;
- zaman sırası analizləri (mövsümi dəyişikliklər);
- çoxsaylı dəyişənlər arasındakı əlaqələrin korrelyasiya təhlili.

Əldə edilmiş statistik nəticələr proqnoz modellərinin kalibrlənməsi və modelin real verilənlərə uyğunlaşdırılması üçün baza rolunu oynayır.

Maşın öyrənməsi alqoritmlərinin tətbiqi. Son illərdə verilənlərin həcmi və mürəkkəbliyi artdıqca, fəvqəladə halların proqnozlaşdırılması sahəsində maşın öyrənməsi (ML) alqoritmlərinin tətbiqi aktuallaşmışdır. ML metodları, verilənlərdən nümunələri və əlaqələri avtomatik öyrənərək gələcəkdə baş verəcək hadisələrin ehtimalını qiymətləndirir [15]-[16]. Bu texnologiya, xüsusilə strukturlaşdırılmış və zaman seriyası formasında olan məlumatlarda yüksək dəqiqlik və çeviklik göstərir.

Ən çox istifadə olunan ML alqoritmləri aşağıdakılardır:

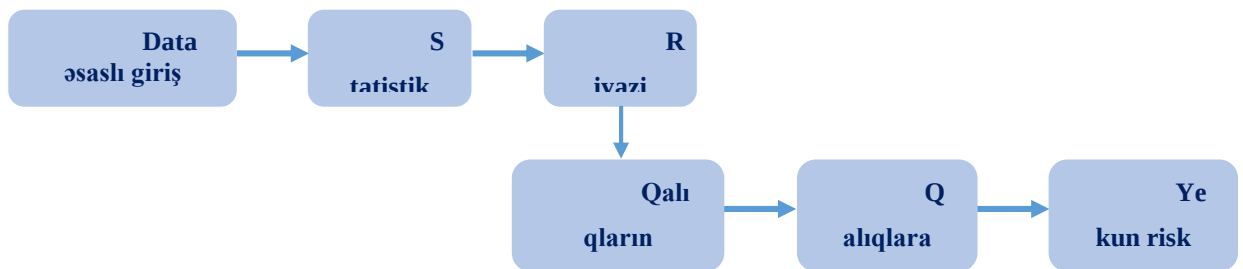
- **Decision Tree (Qərar ağacı):** sadə və daha asan interpretasiya olunan struktura malikdir. Məsələn: “Əgər temperatur $> 35^{\circ}\text{C}$ və rütubət $< 20\%$ isə risk yüksəkdir”;
- **Random Forest:** çoxsaylı ağacların birləşdirilməsi ilə nəticə əldə olunur;
- **Logistic Regression:** iki ehtimallı hadisələr üçün effektivdir (“risk var” / “yox”);
- **XGBoost:** Yüksək performanslı gücləndirmə xüsusiyyəti ilə çox parametrlili mühitlərdə geniş istifadə olunur;
- **LSTM (Long Short-Term Memory):** hadisələrin aylıq və illik trendlərinin proqnozlaşdırılması üçün istifadə olunur.

Hibrid modelləşdirmə: riyazi və ML metodlarının birləşdirilməsi. Ənənəvi riyazi modellər və süni intellekt əsaslı maşın öyrənməsi (ML) alqoritmləri fəvqəladə hal risklərinin proqnozlaşdırılması sahəsində hər biri özünəməxsus üstünlüklərə malikdir. Riyazi modellər sistemin səbəb-nəticə əlaqələrini nəzərə alaraq proqnoz verir və interpretasiya baxımından şəffafdır [17]. Digər tərəfdən, ML alqoritmləri böyük həcmli, qeyri-xətti və yüksək dəyişkənlikli verilənlərlə daha effektiv işləyərək proqnozun dəqiqliyini artırır. Lakin hər iki yanaşmanın məhdudiyyətləri də mövcuddur. Bu səbəbdən müasir elmi yanaşmalarda bu iki metodologiyanın birləşdirilməsi, yəni hibrid modelləşdirmə, daha optimal nəticələr əldə etmək üçün əsas strategiyalardan birinə çevrilmişdir.

Hibrid modelin əsas məqsədi – ənənəvi riyazi modelin izahlılığını və ML-in öyrənmə qabiliyyətini bir sistemdə birləşdirməkdir [17].

Bu cür modellər adətən aşağıdakı struktur üzrə qurulur:

1. İlk mərhələ – klassik riyazi model (məsələn, reqressiya) vasitəsilə ilkin risk hesablanır;
2. Qalıqların analizi – riyazi modelin səhv və ya qalıq dəyərləri (residuals) ML alqoritmində ötürülür;
3. Təkmilləşdirilmiş çıxış – ML alqoritmə bu qalıqlara əsasən əlavə düzəlişlər edir və yekun nəticə daha dəqiq olur.



Şəkil 1. Hibrid modelləmə tətbiq ardıcılığı

Nəticə və təkliflər.

Araşdırma çərçivəsində fəvqəladə hal risklərinin proqnozlaşdırılması üçün tətbiq olunan riyazi modellər, ehtimal nəzəriyyəsi və süni intellekt alqoritmləri əsasında kompleks bir yanaşma tətbiqi ilə real vaxt rejimində fəvqəladə halların proqnozlaşdırılmasının effektiv nəticəsinin olduğu sübuta yetirilmişdir. Hazırkı tədqiqat üzrə mövcud ədəbiyyat analizi aparıldıqdan sonra bu sahə üzrə çatışmazlıqların inkişaf etdirilməsinə ehtiyac olduğu müəyyən olundu. Əldə olunan əsas nəticələr aşağıdakılardır:

- Ənənəvi riyazi modellər hadisələrin səbəb-nəticə əlaqələrinin analitik ifadəsində və müəyyən sabit dəyişənlər əsasında ilkin qiymətləndirmələrin aparılmasında effektiv olsa da, mürəkkəb və dəyişkən mühitlərdə proqnoz dəqiqliyini məhdudlaşdırır;
- Maşın öyrənməsi alqoritmləri böyükhəcmli və qeyri-xətti verilənlərlə işləyərək daha çevik və yüksək dəqiqliyə malik proqnozlar verməkdə üstünlük göstərmişdir;
- Hibrid modelləşdirmə yanaşması – yeni riyazi modellər və ML alqoritmlərinin integrasiyası – fəvqəladə hal risklərinin qiymətləndirilməsində həm izahlı, həm də yüksək dəqiqliyə malik nəticələr təqdim etmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, fəvqəladə hal risklərinin proqnozlaşdırılmasında hibrid modellərin tətbiqi genişləndirilməlidir. Riyazi əsaslandırma ilə yanaşı, ML alqoritmləri də daxil edilməklə, modellər həm izahlı, həm də öyrənmə qabiliyyətli olmalıdır. Gələcək tədqiqatlarda qeyri-xətti sistemlər üçün diferensial tənliklər ilə ML yanaşmalarının birləşdirilməsi yolu ilə daha sabit və dinamik modellər işlənilməlidir. Verilənlərin əhatəliliyi və keyfiyyəti modelin effektivliyinə birbaşa

təsir göstərdiyindən, məlumatların toplanması və əvvəlcədən email mərhələlərinə xüsusi diqqət yetirilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

- [1] Gulam Babayev, Tural Babayev, Luciano Telesca (2024). Deterministic ground motion modeling with target earthquakes and site effects in eastern Azerbaijan.
- [2] Giardini, D., Wössner, J., Danciu, L. (2014). Mapping seismic hazard and risk worldwide: Earthquake hazard and risk models. *Annals of Geophysics*.
- [3] Xiang-Chao Wang və Jin-Tang Wang (2023). Deterministic full-scenario analysis for maximum credible earthquake hazards.
- [4] Sebin Oh, Sang-Ri Yi, Ziqi Wang (2024). Long-range Ising model for regional-scale seismic risk analysis.
- [5] Wang, Y., Chen, Y., Wu, Z., Xu, C. (2020). Machine learning for natural disaster risk prediction: A review. *Earth-Science Reviews*.
- [6] Xiang-Chao Wang, Jin-Ting Wang & Chu-Han Zhang (2023). Deterministic full-scenario analysis for maximum credible earthquake hazards.
- [7] Massimiliano Alvioli, Valerio Poggi, Antonella Peresan, Chiara Scaini, Alberto Tamaro Fausto Guzzetti (2023). A scenario-based approach for immediate post-earthquake rockfall impact assessment.
- [8] Mohanty, M. P., Ghosh, S. (2017). Scenario-based disaster risk assessment: An approach for cyclone-prone coastal regions of India. *Natural Hazards*.
- [9] Betul Hande Gursoy Haksevenler, Berfin Senik, Zeynep Sengul, Aydin Akpınar (2025).
- [10] Prabhu Prasad (2025) AI in Disaster Risk Reduction: Predictive Models for Natural and Man-Made Hazards.
- [11] Mary Lai O. Salvana (2025). Multi-Hazard Bayesian Hierarchical Model for Damage Prediction.
- [12] Shuling Hu, Tong Guo, M. Shahria Alam, Yuji Koetaka, Elyas Ghafoori, Theodoros L Karavasilis (2025). Machine learning in earthquake engineering: A review on recent progress and future trends in seismic performance evaluation and design.
- [13] Mignan, A., Woessner, J. (2012). Estimating the probability of large earthquakes: Earthquake catalog biases and uncertainties in probability estimates. *Geophysical Journal International*.
- [14] Saman Ghaffarian, Firouzeh Rosa Taghikhah, Holger R. Maier (2023). Explainable artificial intelligence in disaster risk management.
- [15] Liu, Y., Song, H. (2022). A hybrid model integrating statistical and machine learning methods for urban flood risk prediction. *Environmental Modelling & Software*, 157.

[16] Jiang, H., Ma, R. (2021). Explainable AI for disaster risk analysis: Interpreting machine learning predictions with SHAP and LIME. *Journal of Risk Analysis*.

[17] Zhao, Z., Chen, L. (2019). Real-time earthquake damage prediction using LSTM networks. *Computers, Environment and Urban Systems*.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация. В статье анализируется потенциал применения технологий искусственного интеллекта наряду с методами математического моделирования в прогнозировании рисков чрезвычайных ситуаций. Несмотря на эффективность традиционных математических подходов в аналитическом описании причинно-следственных связей, в условиях сложных и нелинейных процессов отмечаются ограничения в точности прогнозов. Алгоритмы машинного обучения позволяют строить гибкие модели, способные работать в режиме реального времени на основе большого объема данных. Синтез этих двух подходов в виде гибридных моделей обеспечивает преимущество как в точности прогнозирования, так и в интерпретируемости результатов. В исследовании подробно рассматриваются этапы построения таких моделей и приводятся результаты их применения к реальным данным.

Ключевые слова: Чрезвычайные ситуации, прогнозирование рисков, математическое моделирование, искусственный интеллект, машинное обучение, гибридные модели, теория вероятностей.

MATHEMATICAL AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACHES TO EMERGENCY RISK FORECASTING

Annotation. The article analyzes the potential of applying artificial intelligence technologies alongside mathematical modeling methods in forecasting emergency risks. While traditional mathematical approaches are effective in analytically describing cause-and-effect relationships, their predictive accuracy becomes limited in complex and nonlinear systems. Machine learning algorithms enable the development of flexible models capable of operating in real time based on large-scale datasets. The synthesis of these two approaches into hybrid models offers advantages in both prediction accuracy and interpretability. The study presents the development stages of such models and provides detailed results of their application to real-world data.

Keywords: Emergency risks, risk forecasting, mathematical modeling, artificial intelligence, machine learning, hybrid models, probability theory.

UOT 614

FÖVQƏLADƏ HALLARDA, İSTEHSALAT VƏ MƏİŞƏT QƏZALARI ZAMANI İNSANLARIN HƏYAT VƏ SAĞLAMLIĞININ QORUNMASINDA MOBİL PROQRAMLARIN ROLU

Rzayev Ramin İlham oğlu

*Azərbaycan Texniki Universiteti, H.Cavid prospekti 25, Bakı, Azərbaycan,
E-mail: rzayevramin@aztu.edu.az*

Xülasə. Məqalədə fəvqəladə hallar, sənaye və məişət hadisələri zamanı ölüm və xəsarətlərin azaldılmasına mobil proqramların təsiri araşdırılır. Risklərin və zərərin azaldılmasında texnologiyaların təsirini göstərən riyazi hesablamalar, cədvəllər və qrafiklər təqdim olunur. Sonda bu sahə üzrə tətbiqin hazırlanması və tətbiqi ilə bağlı tövsiyə verilir.

Açar sözlər: təhlükəsizlik, tətbiqlər, fəvqəladə hallar, əməyin mühafizəsi, xəsarətlər, risklərin idarə edilməsi

Giriş. Son illər ərzində informasiya texnologiyaları müasir dünyada həyat tərzini, əmək strukturunu, ünsiyyəti, təlim və tədrisi kordinal şəkildə dəyişib və dəyişməkdədir. Belə ki, gündəlik həyatda “Whatsapp”, “Telegram” kimi tətbiqlər məlumat ötürülməsinin və ünsiyyətin, onlayn xidmətlər taksit xidmətinə, bilet və digər məhsulların alınmasının, ağıllı ev tətbiqləri evin temperaturunun, işqlanmasının video müşahidə və təhlükəsizliyinin məsafədən idarə edilməsinin, “Zoom”, “Microsoft Teams” kimi tətbiqlər distant təhsili həyata keçirilməsinin, müştəri münasibətlərinin idarə edilməsi sistemləri mühasibat uçotu, sənəd dövriyyəsinin, elektron hökumət portalları və tətbiqləri dövlət qurumlarının göstərdiyi xidmətin keyfiyyət və rahatlığını keçən əsrlərdə hələ ağılasığmaz olan bir səviyyəyə gətirib çıxarmışdır. Bundan əlavə olaraq müasir tendensiyada süni intellektin inkişafı bir çox peşə sahələrində hesablamaların tədqiqatların asandlaşdırılmasına xidmət edir və bir çox funksiyaları ilə mühüm prosesləri avtomatlaşdırır. Hal-hazırda dünyada fəvqəladə hallar sahəsi üzrə də informasiya texnologiyalarının bu kimi xidmətlərindən geniş istifadə edilir.

Məsələnin qoyuluşu. Fəvqəladə halların, istehsalat və məişət qəzalarının sayının artması şəraitində vətəndaşların həyat və sağlamlığının təhlükəsizliyinin təmin edilməsi həm dövlət, həm də özəl sektor üçün prioritet vəzifələrdən birinə çevrilir. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı, Beynəlxalq Əmək Təşkilatı və milli

strukturлар tərəfindən təqdim olunan ölüm və xəsarət statistikasını hadisələrin risklərini və nəticələrini azaltmaq üçün sistemli və innovativ tədbirlərin görülməsinə ehtiyac olduğunu göstərir.

Ən perspektivli vasitələrdən biri tək cə əhalini və peşəkar xidmətləri operativ şəkildə məlumatlandırmaq deyil, həm də reaksiya, risklərin qiymətləndirilməsi, sənədləşdirmə və qərarların qəbulu proseslərini avtomatlaşdırma bilən tətbiqlərin yaradılmasıdır.

Rəqəmsal texnologiyaların fəal inkişafına baxmayaraq, Azərbaycan Respublikasında həyat təhlükəsizliyi sahəsində bu kimi tətbiqlər mövcud deyildir. Beləliklə, bu tədqiqatın yaradılmasının aktuallığı ölüm, xəsarət və iqtisadi itkilərin səviyyəsini azalda bilən, habelə vətəndaşlar, işəgötürənlər, əməyin mühafizəsi üzrə mütəxəssislər və dövlət qurumları arasında qarşılıqlı əlaqəni gücləndirə bilən effektiv rəqəmsal alətin hazırlanması zərurəti ilə bağlıdır.

Bu məqalə aşağıda qeyd edilmiş məsələlərə hədəflənib:

- təhlükəsizlik sahəsində mobil tətbiqlərdən istifadə üzrə beynəlxalq və yerli təcrübənin təhlili;
- onların təsirinin kəmiyyət qiymətləndirilməsi;
- vahid milli tətbiqin yaradılmasının əsaslandırılması;
- onun strukturu, funksiyaları və gözlənilən effekti üzrə təkliflərin formalaşdırılması.

Əsas hissə. Texnologiyaların və mobil platformaların inkişafı ilə insan həyatının təhlükəsizliyini təmin edilməsi üçün hazırlanan tətbiqlər risklərin azaldılmasında, qəzaların qarşısının alınmasında və fəvqəladə hallara effektiv reaksiya verilməsində mühüm rol oynaya, müxtəlif səviyyələrdə şəxsi və kollektiv təhlükəsizliyin təmin edilməsində mühüm alətə çevrilə bilər. Lakin vəziyyəti tam anlamaq üçün ilk növbədə dünya və ölkəmizdə təhlükəli hadisələr, ölümə nəticələnən hallar, istehsalat və məişət qəzalarının, fəvqəladə halların statistikasını araşdırmalı, əmək mühafizəsinin əsaslarını və bu kimi hadisələrlə bağlı əhali tərəfindən edilən müraciətləri tətqiq etməliyik. Beləki, Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı, Beynəlxalq Əmək Təşkilatı və Beynəlxalq Təhlükəsizlik Assosiasiyasının məlumatlarına görə ölümə nəticələnən hadisələrin son illər üçün statistikasını aşağıdakı kimidir:

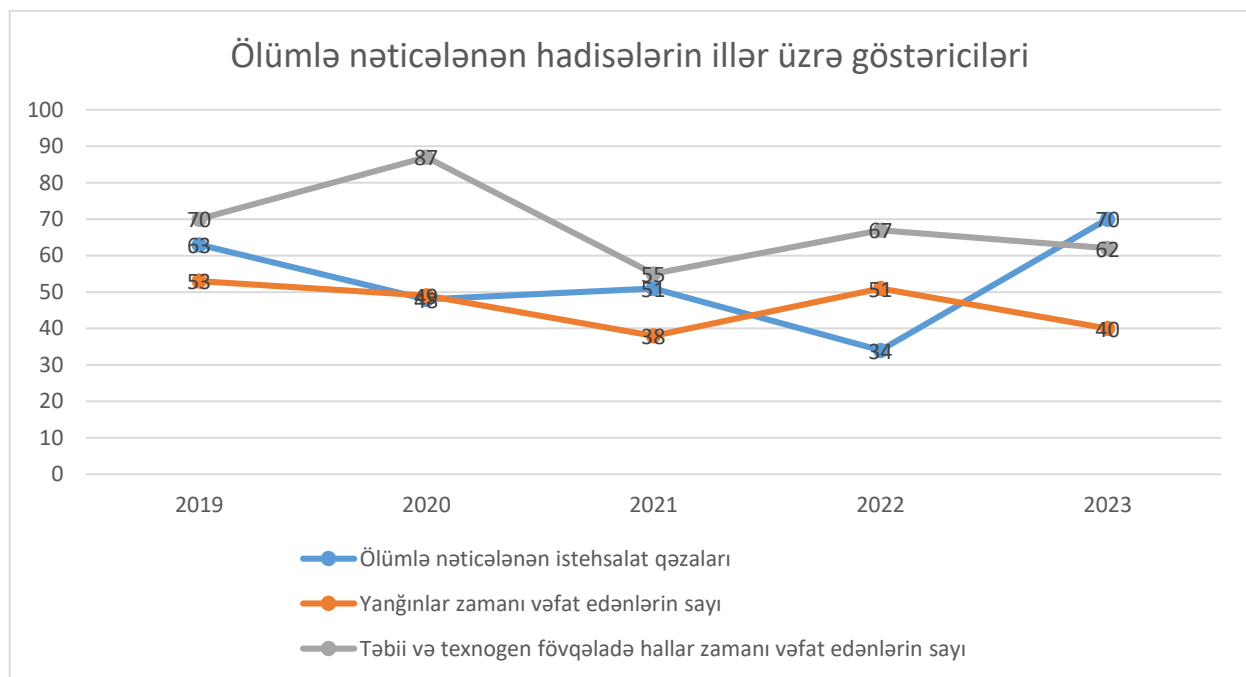
- Yol-nəqliyyat hadisələri: ildə ~1,3 milyon ölüm — Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının məlumatları, Yol Təhlükəsizliyi üzrə Qlobal Status Hesabatı, 2023; [1]
- Peşə xəsarətləri: ~2,3 milyon ölüm — Beynəlxalq Əmək Təşkilatı məlumatları, Təhlükəsizlik və Sağlamlıq Əməyin Gələcəyinin Qəlbində, 2022; [2]
- Məişət qəzaları: ~3,16 milyon ölüm — Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının məlumatları, 2023; [3]
- Təbii və texnogen fəvqəladə hallar: ~1 milyon ölüm — Fəvqəladə hallar üçün məlumat bazası (Beynəlxalq Fəlakət Məlumat Bazası), 2023. [4]

Azərbaycan üzrə statistikanı (Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin və Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatları əsasında) nəzərdən keçirək. [5,6]

Cədvəl 1

İl	Ölümlə nəticələnən nəqliyyat qəzaları hallar	Ümumi istehsalat qəzaları	Ölümlə nəticələnən istehsalat qəzaları	Yanğınlar zamanı vəfat edənlərin sayı	Təbii və texnogen fəvqəladə hallar zamanı vəfat edənlərin sayı
2019	821	309	63	53	70
2020	696	250	48	49	87
2021	706	327	51	38	55
2022	834	281	34	51	67
2023	862	454	70	40	62

Qrafik 1



Qeyd edilmiş məlumatlara əsasən ölümlə nəticələnən istehsalat qəzalarından dəyən sosial-iqtisadi zərərin qiymətləndirilməsini edək:

$$Z = N * (C_h + C_q + C_b) \quad (1)$$

Burada: Z – zərər, N – ölüm hallarının sayı, C_h – orta həyat itkisi (təxmini = 1.500.000 AZN (BƏT metodologiyasına əsasən, Azərbaycanın adambaşına düşən ümumi daxili məhsul uyğunlaşdırılmışdır)), C_q – müalicə və əmək qabiliyyətinin itirilməsi (təqribi 10.000 AZN məbləğində qiymətləndirilir); C_b – bərpa, kompensasiya, hüquqi və reputasiya xərcləri (təxminən 5000 AZN).

2023-ci il üçün sosial-iqtisadi zərər:

$$Z = 70 * (1.500.000 + 10.000 + 5000) = 106\,050\,000 \text{ AZN}$$

İstehsalat şəraitində təhlükəsizliyin təmin edilməsi məqsədi ilə əməyin mühafizəsi Üzrə cavabdeh işçilərinə Azərbaycan Respublikasının Əmək Məcəlləsinə, Əmək və Əhalinin Sosial Müdafiəsi Nazirliyinin normativ hüquqi aktlarına, habelə sənaye təhlükəsizliyinə dair müddəalara uyğun olaraq aşağıdakı əsas vəzifələr həvalə edilir:

- Peşəkar risk qiymətləndirmələrinin aparılması;
- Brifinqlərin, təlimlərin və kadrların maarifləndirilməsinin təşkili;
- Təhlükəsizlik, əməyin gigiyenası və ətraf mühitin mühafizəsi standartlarına riayət olunmasına nəzarət;
- İstehsalat xəsarətlərinin qarşısının alınması və azaldılması üçün proqramların işlənib hazırlanması və həyata keçirilməsi;
- Qəzaların araşdırılmasında iştirak etmək;
- Əməyin mühafizəsi sənədlərinin hazırlanması və saxlanması;
- Müasir texnologiyaların (o cümlədən mobil və onlayn sistemlər) risklərin monitorinqi və qarşısının alınması proseslərinə inteqrasiyası.

Əmək mühafizəsi ilə bağlı qeyd edilənlərdən əlavə iş yerlərində qəzalar və bədbəxt hadisələr zamanı görülməli işləri nəzərdən keçirməyimiz vacibdir. Qəza baş verdikdə, Azərbaycan qanunvericiliyi aşağıdakı məcburi tədbirlərin görülməsini tələb edir:

1. Rəhbərliyin dərhal məlumatlandırılması və təcili yardım və ya xilasetmə xidmətlərinin çağırılması;
2. Hadisənin baş vermə şəraitinin qeydə alınması (video çəkiliş, fotosəkillər, şahidlərin dindirilməsi);
3. Dövlət Əmək Müfəttişliyinə və lazım gəldikdə digər orqanlara (Fövqəladə Hallar Nazirliyi, prokurorluq) məlumat vermək;
4. 24 saat ərzində araşdırma aparılması və akt tərtib edilməsi;
5. Əmək qabiliyyətini itirmə dərəcəsinin tibbi müayinəsi;
6. Kompensasiyanın təmin edilməsi və sığorta ödənişlərinin qeydiyyatı.

Qəzalar zamanı müvafiq sənədlər tərtib edilir:

- İZ formalı aktlar (rəsmi araşdırma sənədi);
- Qəzaların qeydiyyatı jurnalı;
- Zərərçəkmiş və şahidlərin izahatları;
- İstintaq komissiyasının protokolu;
- zədənin xarakteri haqqında tibb müəssisəsinin rəyi;
- Dövlət Əmək Müfəttişliyinə bildiriş.

Məlumatlarımız tam olması üçün Fövqəladə hallar Nazirliyinə əhalinin, mülki və hüquqi şəxslərin etdiyi müraciətləri nəzərdən keçirək. Nazirlik vətəndaşlara və hüquqi şəxslərə geniş spektrli dövlət xidmətləri göstərir, o cümlədən:

- Təhlükəli ərazilərdə layihələndirmə və tikinti işlərinə lisenziyaların verilməsi;
- Layihə sənədlərinin və evakuasiya planlarının əlaqələndirilməsi;
- Yanğın və tikinti standartlarına uyğunluğun yoxlanılması;
-

- Fövqəladə xilasetmə və yanğın-xilasetmə əməliyyatları;
- Təlim tədbirlərinin və brifinqlərin keçirilməsi;
- Təhlükəli maddələrin saxlanması və istifadəsinə icazələrin verilməsi;

Daha əvvəl qeyd etdiyimiz kimi tətbiqlərin bu sahələrdə istifadəsi risklərin azaldılmasında, qəzaların qarşısının alınmasında və fövqəladə vəziyyətlərə effektiv reaksiya verilməsində mühüm rol oynaya, mülki və hüquqi şəxslərin müraciətlərini daha rahat həyata keçirməsi üçün mühüm bir əlatə çevrilə bilər. Təhlükəsizlik proqramlarının əsas funksiyalarından biri potensial təhlükələr barədə vaxtında xəbərdarlıq etmək qabiliyyətidir. Tətbiqlər sensorlardan, monitorinq sistemlərindən, həmçinin hava şəraiti, seysmik aktivlik, mümkün texnogen fəlakətlər və digər risklər haqqında məlumatlardan istifadə edə bilər. Bu cür hadisələr haqqında bildirişlər real vaxt rejimində qəbul edilə bilər ki, bu da tez reaksiya verməyə və mümkün zərəri minimuma endirməyə imkan verir. Buna nümunə potensial təhlükələr haqqında məlumatları təhlil edən və istifadəçinin yerindən asılı olaraq xəbərdarlıqlar göndərən proqramlardır. Belə proqramlar proqnozlaşdırma və erkən xəbərdarlıq üçün GPS, coğrafi xəritələr və məlumatların təhlili alqoritmlərindən istifadə edir. Fövqəladə halları effektiv idarə etmək üçün tətbiqlər fövqəladə hallar və xilasetmə xidmətlərinin mərkəzləşdirilmiş şəkildə əlaqələndirilməsinə imkan verən funksiyalarla təchiz edilə, həmçinin zərərçəkənləri ən yaxın sığınacaqlar, tibb müəssisələri və təhlükəsiz evakuasiya marşrutları haqqında məlumatlandırma bilər. Tətbiqlər müxtəlif növ fövqəladə hallar zamanı necə hərəkət etmək barədə təlimatlar təqdim edə bilər ki, bu da panik reaksiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və sürətli reaksiyanı asanlaşdırır.

İstehsalat şəraiti və işçilərin sağlamlığına nəzarət etmək üçün proqramlar fəal şəkildə istifadə oluna bilər. Tətbiqlər iş yerlərində quraşdırılmış sensorlardan məlumat toplaya və artan səs-küy, vibrasiya, temperatur, zərərli maddələr və işçilərin sağlamlığına təsir edən digər amillər kimi potensial təhlükələri müəyyən etmək üçün onları təhlil edə bilər. Real vaxt rejimində işçilərin sağlamlığının monitorinqi üçün tətbiqlər xüsusilə vacibdir. Bu cür tətbiqlər işçilərin hər bir faktor üçün təhlükəsizlik standartlarını aşması barədə xəbərdarlıq edə bilər, həmçinin fərdi qoruyucu vasitələrdən istifadə etmək və ya evakuasiya etmək zərurəti barədə xəbərdarlıqlar göndərə bilər.

Tətbiqlər səmərəliliyi, əlçatanlığı və digər təhlükəsizlik sistemləri ilə integrasiyası sayəsində həm sənaye mühitində, həm də evdə xəsarət və ölüm hallarının sayını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Proqramları tətbiqi qəzalara operativ reaksiya verməyə imkan verir ki, bu da öz növbəsində zərərçəkmişlərə yardımın sürətlə göstərilməsinə və sonrakı nəticələrin qarşısının alınmasına şərait yaradır.

Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının, Beynəlxalq Əmək Təşkilatının və digər mənbələrin məlumatına görə, təhlükəsizlik üçün mobil proqramlardan istifadə onların tətbiq olunduğu ilk illərdə fövqəladə hallarda ölüm hallarını 7-15% azalda bilər [11-16]. Xüsusilə, potensial təhlükələr və riskləri minimuma endirmək üçün

tədbirlər haqqında istifadəçiləri məlumatlandıran proqramlar, sürətli reaksiya və insanların həyatını xilas etmək ehtimalını əhəmiyyətli dərəcədə artırmaqla.

Qlobal statistikaya əsasən, proqramların tətbiqindən sonrakı ilk illərdə Azərbaycanda ölüm hallarının aşağıdakı kateqoriyalar üzrə 7-15% azalmasını gözləmək olar:

- Yol-nəqliyyat hadisələri
- İstehsalat xəsarətləri
- Məişət qəzaları
- Fövqəladə hallar

Xarici ölkələrdəki təcrübə göstərir ki, həyat təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün mobil proqramların tətbiqi risklərin və zərərlərin azaldılmasına əhəmiyyətli təsir göstərir. Buna misal olaraq ABŞ və Aİ ölkələrində bu cür tətbiqlərdən istifadəni göstərmək olar ki, burada mobil həllər iş yerində təhlükəsizlik vəziyyətinin monitorinqi, vətəndaşları təbii və texnogen təhlükələr barədə məlumatlandırmaq və fəvqəladə hallar xidmətlərinin səmərəliliyini artırmaq üçün uğurla istifadə olunur.

• ABŞ: İş yerlərində işçilərin sağlamlığı və təhlükəsizliyinin monitorinqi üçün mobil proqramlar tətbiq olunduğu ilk 2-3 ildə istehsalat xəsarətlərinin sayını 10-20% azaldır [10, 17].

• Avropa Birliyi: Fəvqəladə hallar xidmətlərinin əlaqələndirilməsi üçün mobil proqramların istifadəsi cavab müddətinin 15-25% azalmasına və xilasetmə qruplarının dəqiqliyinin artmasına səbəb olub [9].

Bu göstəricilər təsdiqləyir ki, proqramlar müxtəlif sahələrdə insanların təhlükəsizliyini və sağlamlığını yaxşılaşdırmaq üçün effektiv vasitə ola bilər.

Qeyd edilənləri nəzərə alaraq respublikamız üçün fəvqəladə hallar, istehsalat və məişət hadisələri zamanı vətəndaşların və müəssisələrin işçilərinin həyat təhlükəsizliyinin səviyyəsini yüksəltməyə yönəlmiş hərtərəfli rəqəmsal platformanın olması zərurəti olduğunu anlarıq. Bu tətbiq Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin sistemləri, əməyin mühafizəsi orqanları, e-gov.az, ASAN xidmət, ASAN imza platformaları ilə, həmçinin real vaxt rejimində təhlükələrin monitorinqi üçün avadanlıqlar (sensorlar, kameralar, panik düymələri) ilə inteqrasiya olunmalıdır. Proqram bir çox istifadəçi qruplarını əhatə etməlidir.

Cədvəl 3

İstifadəçi qrupları	İstifadə məqsədləri
Vətəndaşlar	Şəxsi təhlükəsizlik, yardım çağırmaq, fəvqəladə hallar barədə məlumat almaq və məlumat vermək, təlimatlar
Müəssisələrin işçiləri	Təlimatlar, risklərin qiymətləndirilməsi, hesabatlar
Əməyin mühafizəsi üzrə mütəxəssislər	Nəzarət, risklərin qiymətləndirilməsi, sənədləşmə, hadisənin araşdırılması
Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin əməkdaşları	Monitorinq, sorğuların qəbulu, cavablandırılması
Hüquqi şəxslər	Lisensiyalar, icazələr, layihə təsdiqləri

Təhlükəsizlik üzrə xüsusişədirilmiş bu cür tətbiqin istifadəsindən gözlənilən təsir effektivinə nəzər yetirək.

Cədvəl 4

Göstəricilər	İstifadədən qabaq	İstifadəyə başlanandan 3 il sonra
Fövqəladə vəziyyətlərə orta reaksiya müddəti	—	Göstərici 5–8 dəqiqə azala bilər
İstehsalatda xəsarətlərinin azaldılması	—	7–15%
Dəyən ziyana sosial-iqtisadi qənaət	—	ildə 48 mln AZN-dək
Fövqəladə Hallar Nazirliyinə onlayn olaraq daxil olan müraciətlərin sayı	—	>70%

Coğrafi yerləşmə, avtomatik bildirişlər və zənglərin rəqəmsal marşrutizasiyası hadisəyə orta cavab müddəti 5-8 dəqiqəyə qədər azalda bilər. Buna aşağıda qeyd edilən amillər təsir edir.

Cədvəl 5

Amillər	Qənaət edilən zaman
Şifahi izahatların aradan qaldırılması	2-3 dəqiqə
Məkan səhvinin aradan qaldırılması	1-2 dəqiqə
Birbaşa sorğu marşrutu	1-2 dəqiqə
Tibbi məlumatların ötürülməsi	1 dəqiqə
Ümumi qənaət	5-8 dəqiqə

Daha əvvəl göstərildiyi kimi, tətbiq tətbiqin ilk illərində istehsalatda ölümə nəticələnən bədbəxt hadisələrin sayını 7-15% azalda bilər. 2023-cü ilin göstəricilərini (70 nəfər) nəzərə alaraq 7% azalmaya nisbətən (5 nəfər) 7 575 000 AZN qənaət mümkündür.

$$5 \times 1\,515\,000 = 7\,575\,000 \text{ AZN} \quad (1)$$

2023-cü ilin göstəricisinə əsasən sosial-iqtisadi zərərdən qənaəti hesablasaq aşağıdakı göstəriciləri ala bilərik.

Cədvəl 6

Azalma %	Ölüm hallarının sayı	Xilas edilən həyatların iqtisadi dəyəri, iqtisadi qənaət
Minimal (7%)	$70 \times 0.07 = 5$	$5 \times 1\,515\,000 = 7\,575\,000$
Orta (11%)	$70 \times 0.11 = 8$	$8 \times 1\,515\,000 = 12\,120\,000$
Maksimal (15%)	$70 \times 0.15 = 11$	$11 \times 1\,515\,000 = 16\,655\,000$

Fövqəladə Hallar Nazirliyinə onlayn olaraq daxil olan müraciətlərin sayının E-gov, ASAN xidmət və onlayn müraciət formaları ilə integrasiya sayəsində 70-80%-ə qədər artım gözlənilir.

Nəticə. Rəqəmsal texnologiyaların inkişafının müasir şəraitində tətbiqlər həm fəvqəladə hallarda, həm də istehsalat və məişətdə baş verən bədbəxt hadisələr zamanı insanların həyat və sağlamlığının təhlükəsizliyinin təmin edilməsində getdikcə daha mühüm rol oynayır. Qlobal və milli statistikanın aparılmış təhlili göstərdi ki, dövlət qurumlarının və beynəlxalq təşkilatların səylərinə baxmayaraq, ölüm və xəsarət səviyyəsi yüksək olaraq qalır. Lakin qabacıl coğrafi mövqe, ixtisaslaşmış bildiriş sistemləri, təlim proqramları kimi platformaların istifadəsinin uğurlu nümunələri tətbiqlərin istifadəsinin ilk illərində ölüm hallarının davamlı olaraq 7-15% azaldığını nümayiş etdirir.

Bu tədqiqat çərçivəsində aparılan riyazi hesablamalar belə həllərin əhəmiyyətli iqtisadi potensialını təsdiqləyir. Təkcə Azərbaycan Respublikasında potensial qənaət ildə 7-16 milyon manata çatı bilər.

Təhlillər əsasında fəvqəladə hallarda, işdə və evdə təhlükəsizliyin təmin edilməsi funksiyalarını özündə birləşdirən, həmçinin Azərbaycan Respublikası Fəvqəladə Hallar Nazirliyinin xidmətlərini özündə birləşdirən tətbiqin yaradılması təklif edilir. Tətbiqdə risklərin qiymətləndirilməsi, insidentlər barədə məlumat verilməsi, ərizə və sənədlərin avtomatik təqdim edilməsi, əməyin mühafizəsi üzrə işçilərə dəstək və istifadəçilərin mühafizə üsulları üzrə öyrədilməsi nəzərdə tutulur.

Qlobal təcrübə açıq şəkildə göstərir ki, ictimai təhlükəsizlik sisteminə texnologiyaların tətbiqi vətəndaşların fəvqəladə hallara hazırlığını əhəmiyyətli dərəcədə artırır, reaksiya vermə prosesini sürətləndirir və hadisələrin nəticələrini azalda bilən effektiv vasitədir.

Qeyd edilən tətbiq layihəsinin həyata keçirilməsi, həmçinin müasir rəqəmsal texnologiyaların mövcud əməyin mühafizəsi və mülki müdafiə mexanizmlərinə integrasiyası yolu ilə milli mobil təhlükəsizlik sisteminin fəal şəkildə inkişaf etdirilməsi tövsiyə olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST). *Global Status Report on Road Safety 2023*. Cenevrə: ÜST Mətbuat, 2023. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>
2. Beynəlxalq Əmək Təşkilatı (BƏT). *Safety and Health at the Heart of the Future of Work: Building on 100 Years of Experience*. Cenevrə: BƏT, 2019. <https://www.ilo.org/publications/leaflet-world-day-safety-and-health-work-2019>
3. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/injuries-and-violence>
4. Beynəlxalq Fəlakət Məlumat Bazası. *Annual Disaster Statistical Review 2023*. Brüssel: CRED, 2023. <https://www.emdat.be/categories/adsr/>
5. Milli Təhlükəsizlik Şurası. *Injury Facts – Home and Community Safety*. Itasca, IL, 2023. <https://injuryfacts.nsc.org/home-and-community/home-and-community-overview/introduction/>
6. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi. Qəzaların və fəvqəladə halların rəsmi statistikas, 2019–2023. Bakı: Dövlət Statistika Komitəsi, 2024. <https://www.stat.gov.az/>
7. Azərbaycan Respublikasının Fəvqəladə Hallar Nazirliyi (FHN). İllik Fəvqəladə Hallar Hesabatları 2019–2023. Bakı: Azərbaycan Fəvqəladə Hallar Nazirliyi, 2024. <https://fhn.gov.az/az/statistika/>
8. Publik Data Portalı <https://opendata.vxsida.gov.az/>
9. Avropa Fəvqəladə Xidmətlər Assosiasiyası. *Annual Report on Emergency Communications 2022*. Brüssel: EENA, 2022. <https://eena.org/knowledge-hub/documents/>
10. Xəstəliklərə Nəzarət və Qarşısının Alınması Mərkəzləri. *Mobile Applications for Emergency Preparedness and Response*. Atlanta: CDC, 2022. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2017/08/25/nleapp/>
11. W Tyler Winders, Stephanie C Garbern, Corey B Bills. *The effects of mobile health on emergency care in low- and middle-income countries: A systematic review and narrative synthesis*. Kansas City, 2021. <https://jogh.org/documents/2021/jogh-11-04023.pdf>
12. Yanxin Wang, Jian Li, Xi Zhao, Gengzhong Feng, Xin (Robert) Luo. *Using Mobile Phone Data for Emergency Management: a Systematic Literature Review*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7493063/>
13. Iben Louise Karlsen, Peter Aske Svendsen and Johan Simonsen Abildgaard. *A review of smartphone applications designed to improve occupational health, safety, and well-being at workplaces*. 2022. https://www.researchgate.net/publication/362607916_A_review_of_smartphone_applications_designed_to_improve_occupational_health_safety_and_well-being_at_workplaces

14. Holly Mockus. *Maximizing Manufacturing Safety Through Mobile Apps*. 2024. <https://ohsonline.com/Articles/2024/06/11/Maximizing-Manufacturing-Safety-Through-Mobile-Apps.aspx>
15. Jingchen Huyan, Chandnee Ramkissoon, Mah Laka, Sharyn Gaskin. *Assessing the Usefulness of Mobile Apps for Noise Management in Occupational Health and Safety: Quantitative Measurement and Expert Elicitation Study*. 2023. <https://mhealth.jmir.org/2023/1/e46846>
16. Halimuzzaman, Mritunjoy Sarker, Rubel Datta, Kawsaruzzaman, Mahedi Hasan. *Effectiveness of Mobile Applications in Promoting Safety Communication Among Construction Workers*. 2024. https://www.researchgate.net/publication/387056359_Effectiveness_of_Mobile_Applications_in_Promoting_Safety_Communication_Among_Construction_Workers
17. NIOSH Science Blog Posts. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/>

THE ROLE OF MOBILE APPLICATIONS IN PROTECTING PEOPLE'S LIFE AND HEALTH IN EMERGENCIES, PRODUCTION AND HOUSEHOLD ACCIDENTS

Abstract. The article examines the impact of mobile applications on reducing deaths and injuries during emergencies, industrial and domestic incidents. Mathematical calculations, tables and graphs are presented showing the impact of technologies on reducing risks and damage. Finally, recommendations are given for the development and implementation of an application in this area.

Key words: safety, applications, emergencies, occupational safety, injuries, risk management

РОЛЬ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В ЗАЩИТЕ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БЫТОВЫХ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Аннотация. В статье рассматривается влияние мобильных приложений на снижение смертности и травматизма при чрезвычайных ситуациях, промышленных и бытовых происшествиях. Представлены математические расчеты, таблицы и графики, показывающие влияние технологий на снижение рисков и потерь. В заключение даются рекомендации по разработке и внедрению приложения в этой области.

Ключевые слова: безопасность, приложения, чрезвычайные ситуации, охрана труда, травмы, управление рисками

ESTIMATION RISKS OF OCCUPATIONAL DISEASES RATE AMONG EMPLOYEES IN CASES OF INDUSTRIAL ACTIVITY OF METALLURGICAL PLANT.

P.M.Veliyev.

*Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan.
State Agency for Safe Working Industry and Mountain-Mine Control
Azerbaijan.*

*State Scientific -Research Institute of labor Protection and Safety Engineering.
P.h.D., Senior Scientist, Correspondent Member of the International Academy
of Sciences H&E,*

E-mail: <mailto:velperviz@yahoo.com>: p.valiyev@azdemtteti.az

Abstract: At present, obtained information related with occupational diseases estimation rate in industrial process activities is very actual. In appointed scientific article were being presented vital information related with number of harmful factors, with deterioration influence for staff health condition in case of industrial activity of metallurgical plant. In detail, was described real sanitarian situation of metallurgical plant activity. Clearly was described, which kinds of harmful risks of occupational diseases can be exposure among appointed employees in several departments in case of activity. Briefly was given the recommendations and conclusions, in order to prevent the appearance of occupational diseases related with activity of metallurgical plant.

Keywords: harmful production factors, measurements, productivity, environmental factor.

Introduction: *Occupational diseases* - widely range of human illnesses, the majority of them, clinically and pathologically are not different from those of non-occupational origins. They are contracted as finally result of exposure to risk factors resulting from job activities. The diagnosis of occupational diseases can rarely be established on clinical signs. It is essential the link between occupation and disease because of the employers' responsibility to prevent occupational diseases and the compensation of ill workers. But, as a matter of fact, an official list of reportable occupational diseases, as well as the related with compensation systems, differs in different countries, making comparisons considerably more important and different also in the Republic of Azerbaijan.

It is clearly known an official information related with **Definition of 'occupational disease'** in over the world:

Several definitions of the term "occupational disease" exist. However, for the

purpose of the Protocol of 2002 to the Occupational Safety and Health Convention of International Labour Organization (ILO), the term ‘occupational disease’ covers any disease contracted as a result of an exposure to risk factors arising from work activity” (Article 1 (b)) [1]. The ILO Employment Injury Benefits Recommendation (1964, Article 6.

Work-related diseases: All illnesses that can be caused, worsened or jointly caused by working conditions. Work-related diseases have a complex aetiology. Among their multiple causal agents, factors arising from the work and/or working environment play a role in the development of such diseases. Work-related diseases include diseases with solid scientific evidence concerning a possible occupational origin which may, however, not fulfil all given criteria for recognition of an occupational disease according to the rules of the national authorities[8].

The EU parliament adopted in 2022 a resolution on a new EU strategic framework on health and safety at work post 2020[20].

In the resolution the parliament stresses the importance of ensuring proper compensation for workers in cases of occupational diseases. The parliament calls on the Commission to revise the 2003 Commission Recommendation concerning the European Schedule of Occupational Diseases with additions such as work-related musculoskeletal disorders, work-related mental health disorders, all asbestos-related diseases, all skin cancers and rheumatic and chronic inflammation and so on.

Purpose of investigation. The **purpose** of investigation was to estimate rate risks of occupational diseases exposures in cases of activities among employers of metallurgical plant in the Republic of Azerbaijan.

Methods and results: In order to achieve our purpose, were being used a number of technical equipment as presented in **(table 1.)** for estimation of risk exposures of occupational diseases among employees in cases of activity of metallurgical plant. All parameters of presented 7 devices were being presented in detail.

Table 1. Provided databases of devices for estimation.

<i>№</i>	Purpose of devices usage	Type of devices	<i>Place of production</i>
1.	Noise condition testing	Assistent-SİUV	Russia
2.	Microclimat condition H/h	Metrel	slovenia
3.	Electromagnet resting	BE-METR- AT-004	Russia
4.	Pulsimetr-luksimetr	ARQUS	Russia
5.	Air pollution testing	İKP-5	Russia
6.	Gas concentration testing	ФП-34	Russia
7.	Radioaktiv indicator	SOEKS	Russia

So, as a matter of fact, had been proved the number of various harmful factors related with different metal production plant activity.

It is already known, that the harmful risk factors are able to deteriorate employers health and that is actually problematic every time and everywhere.

In detail, had already been carried out an estimation process of harmful risk factors by the stuff of our laboratory of State Scientific-Research Institute of labor Protection and Safety Engineering.

Obtained information was being accurately included in “**control Protocol results**”, sooner being proved and calculated by us the following databases. In (table 2.) were being provided and calculated the following databases of harmful risk factors for employees health-condition in case of production process of different metal production plant.

It had been observed several harmful risk factors related with different metal production plant such as: different toxic elements in air pollution, especially aerosols by fibrinogen etiology also noise factor, vibration, electromagnet impulses resulted especially during attestation control process.

It is known, than metallurgic metal production should be carried out in several parts and can be observed by different several harmful factor such as: **air pollution** with several concentration of toxic elements and also with noise, vibration, reddish radiation, high level of temperature and so on.

Refer to presented databases of investigation had already been observed such factors as:

- *mangan oxide and amorf silicium dioxide more than 10% in polluted part of air, that should not be excluded.*

- *toxic aérosol parts by fibrinogène ehtiology,*
- *noise, vibration*
- *high temperature*
- *deterioration of work condition*
- *ionization and electromagnet radiation.*

In some parts of metal production process can be observed high concentration of CO more than normal 20 mq/m^3 , that is not normal.

Nouse factor more than 80 dBA and at some places more impulsable more than normal rate. In other parts noise factor is 92dBA, toxic éléments 28 mq/m^3 , fibrinogen aerosols $1,2 \text{ mq/m}^3$ and temperature 34°C .

Refer to presented databases, we could estimate the risk factors for employers health condition deteriorated presented in (table 2.) .

Refer to presented the databases, we were able to estimate the risk factors for employees health condition deterioration in case of activity of different metal production plant is finally proved clear. Precisely, in structure of **air pollution** some type of factors were being presented as well as: CO gas and mq/m^3 , that also harmful with complications of different systems of human body especially with Central Nervous System.

been reported in an individual who consumed high amounts of manganese supplements for several years and in individuals who have consumed water containing high levels of manganese.

In addition to neural damage, reproductive and immune system dysfunction, nephritis, testicular damage, pancreatitis, lung disease, and hepatic damage can occur with manganese toxicity, though the frequency of these disorders is unknown. Similarly to the cases in humans, chronic manganese toxicity in rhesus monkeys is characterized by muscular weakness, rigidity of the lower limbs, and neuron damage in the substantiation of nigra. Neural toxicity is a consistent finding in rats exposed to chronic manganese toxicity. The mechanisms underlying the toxicity of manganese have not been agreed upon but probably involve both endocrinological dysfunction and excessive tissue oxidative damage.

Occupational exposure to crystalline silica dust is associated with an increased risk for pulmonary diseases such as silicosis, tuberculosis, chronic bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and lung cancer. This review summarizes the current knowledge about the health effects of amorphous (non-crystalline) forms of silica.

The major problem in the assessment of health effects of amorphous silica is its contamination with crystalline silica. This applies particularly to well-documented pneumoconiosis among diatomaceous earth workers. Intentionally manufactured synthetic amorphous silicas are without contamination of crystalline silica. These synthetic forms may be classified as wet process silica, pyrogenic ("thermal" or "fumed") silica, and chemically or physically modified silica. According to the different physicochemical properties, the major classes of synthetic amorphous silica are used in a variety of products, e.g. as fillers in the rubber industry, in tyre compounds, as free-flow and anti-caking agents in powder materials, and as liquid carriers, particularly in the manufacture of animal feed and agrochemicals; other uses are found in toothpaste additives, paints, silicon rubber, insulation material, liquid systems in coatings, adhesives, printing inks, plastisol car undercoats, and cosmetics.

Animal inhalation studies with intentionally manufactured synthetic amorphous silica showed at least partially reversible inflammation, granuloma formation and emphysema, but no progressive fibrosis of the lungs. Epidemiological studies do not support the hypothesis that amorphous silicas have any relevant potential to induce fibrosis in workers with high occupational exposure to these substances, although one study disclosed four cases with silicosis among subjects exposed to apparently non-contaminated amorphous silica. Since the data have been limited, a risk of chronic bronchitis, COPD or emphysema cannot be excluded. There is no study that allows the classification of amorphous silica with regard to its carcinogenicity in humans. Further work is necessary in order to define the effects of amorphous silica on morbidity and mortality of workers with exposure to these substances.

Noise factor by dBA is possibly finally also clear.

It should be also noted the heaviness of work, movement rate km is $< 10/30$, that more than normal rate, refer to the adopted rules. But normal rate is 4,1-10 as approved according the adopted rules.

According to the obtained databases in (table 4.) is able to considerate about the risk type of the occupational diseases. For example deterioration of function of Central Nervous System (**mental chronic disorder**), that should be noted about **noise** is stressful factor and had been influenced for a long time of duration. It could be resulted with by different deteriorated conditions such as: nervousness, psychosis, decreasing the decreased ability of work, physical activity of persons at the places of job, especially decreasing concentration of listening, thinking, problems with emotional stability, observed deterioration of acoustic organs function.

Exposure to high levels of noise can cause permanent hearing loss. Neither surgery nor a hearing aid can help correct this type of hearing loss. Short term exposure to loud noise can also cause a temporary change in hearing (your ears may feel stuffed up) or a ringing in your ears (tinnitus). These short-term problems may go away within a few minutes or hours after leaving the noise. However, repeated exposures to loud noise can lead to permanent tinnitus and/or hearing loss.

Loud noise can create physical and psychological stress, reduce productivity, interfere with communication and concentration, and contribute to workplace accidents and injuries by making it difficult to hear warning signals. The effects of noise induced hearing loss can be profound, limiting your ability to hear high frequency sounds, understand speech, and seriously impairing your ability to communicate, that is absolutely clear.

It should be paid an attention for such factor as an increased level of temperature 34C, but normal rate is 21-24C. That factor is also harmful for cardiovascular system of human body.

Previously identified risk factors for work-related hyperthermia include high temperature and humidity in the work setting, environmental (ambient) heat, physical exertion, heavy or protective clothing, exposure to direct sunlight, limited air movement, fluid loss, excessive perspiration, and a lack of heat function.

About risk of **vibration** as the occupational health problems associated with the use of vibrating tools and provides criteria for reducing the risk of developing vibration-induced health problems. In this document, the term “vibrating tools” includes both hand-held vibrating tools and stationary tools that transmit vibration through a work piece. The major health problems associated with the use of vibrating tools are signs and symptoms of peripheral vascular and peripheral neural disorders of the fingers and hands.

Table 2

Provided databases of deterioration risk factors for employers health-condition in case of production process of metallurgical plant.

№	Place of job (specialties)	Nouse factor, LA.eqv. dBA		Vibration, (Lokal) db		Gas mesere-ment, mq/m ³		Air pollution mq/m ³		Light measurement (komb.) LK	
		normal	fakt	normal	fakt	normal	fakt	normal	fakt	normal	fakt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Ofis										
2.	Department of managers	-	-	-	-	-	-	1	0,2	150-500	290
3.	manager	-	-	-	-	-	-	1	0,2	150-500	288
4.	Assistant of manager	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	286
5.	Finance deal manager	-	-	-	-	-	-	1	0,2	150-500	289
6.	Cash manager	-	-	-	-	-	-	1	0,2	150-500	285
7.	Stuff manager	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	286
8.	Judicial person	-	-	-	-	-	-	1	0,2	150-500	285
9.	Cash specialist	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	282
10.	Energetic	-	-	-	-	-	-	1	0,2	150-500	289
11.	Elektrik engineener	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	281
12.	casher	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	285
13.	Cash specialist	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	285
14.	Pyrotechnic	-	-	-	-	-	-	1	1,2	150-500	282
15.	Selling manager	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	283

16.	Wheehouse employer	-	-	-	-	-	-	6	0,6	75	279
17.	driver	101	25	112	23	20	0,1	6	0,6	10	26
18.	provider	-	-	-	-	-	-	6	0,6	150-500	282
19.	1 -st part (production of steel)										
20.	empoyer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	235
21.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	235
22.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	235
23.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	235
24.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	235
25.	2 -nd part (production)										
26.	empoyer	101	27	112	23	20	1,2	1	0,2	200	232
27.	employer	101	27	112	23	20	1,2	1	0,2	200	232
28.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
29.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
30.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
31.	empoyer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
32.	employer	-	-	-	-	20	0,9	1	0,2	200	232
33.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
34.	employer	-	-	-	-	20	25	1	0,2	200	232
35.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
36.	empoyer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
37.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
38.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
39.	employer	-	-	-	-	20	-	1	0,2	200	232
40.	employer	-	-	-	-	20	21	1	0,2	200	232
41.	3 -rd aprt (production of steel)										
42.	empoyer	-	-	-	-	20	28	1/6	1,2	200	241
43.	employer	-	-	-	-	20	1,5	1	0,2	50	196
44.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
45.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
46.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
47.	empoyer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
48.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
49.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
50.	employer	101	24	112	17	20	28	1	1,2	50	210

51.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
52.	empoyer	-	-	-	-	20	0,8	1/6	0,6	150-500	287
53.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
54.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,5	200	241
55.	empoyer	-	-	-	-	20	28	1	1,5	200	241
56.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
57.	empoyer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
58.	employer	-	-	-	-	20	28	1	1,2	200	241
59.	employer										
60.	employer	-	-	-	-	20	31	1	0,8	200	244
61.	employer	101	23	112	15	20	24	1	0,8	50	205
62.	empoyer	-	-	-	-	20	31	1	0,8	200	244
63.	employer	-	-	-	-	-	-	6	0,5	150-500	284
64.	employer	-	-	-	-	-	-	6	0,5	150-500	284
65.	employer	-	-	-	-	20	31	1	0,8	200	244
66.	employer	-	-	-	-	-	-	1	1,2	200	244
67.	employer	-	-	-	-	20	31	1	0,8	200	244
68.	employer	-	-	-	-	-	-	1	0,8	150-500	292
69.	Kitchen deals part										
70.	Kitchen employer	-	-	-	-	20	0,6	6	-	150-500	292
71.	Kitchen employer	-	-	-	-	20	0,6	6	-	150-500	292
72.	Garden employer	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
73.	employer	-	-	-	-	-	-	6	1,2	-	-
74.	employer	-	-	-	-	-	-	6	0,9	100-500	292
75.	driver	101	24	112	17	20	0,5	6	0,4	10	25
76.	Warehouse employer	-	-	-	-	-	-	6	-	150-500	292
77.	Monitor controler										
78.	monitor	-	-	-	-	-	-	4-6	0,8	150-500	290

Table 3.

Provided databases of job conditions attestation of metallurgical plant.

S/s	Place of job (specialties)	Nouse factor, LA.eqv. dBA		Radiatio n measure ment, mkZv/s aat		Elektro magnit measure ment mkTL/n TL		Microclimat paramètres						Deterioratio n of job category
		nor mal	real	nor mal	real	norm al	rea l	nor mal	real	nor mal	rea l	nor mal	real	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Office													
2.	Manager	60	75	0,25	0,11	0,25/2 5	0,0 2/ 1	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 8	So-so Ia
3.	Assistant of manager	60	75	0,25	0,1 1	0,25/2 5	0,0 1/ 2	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 8	So-so Ia
4.	Cash manager	60	41	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03 /1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ia
5.	Casher	60	75	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	-	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 8	So-so Ia
6.	Stuff manager	60	63	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03 /1	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 8	So-so Ia
7.	Selling deal manager	60	42	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03 /1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ia
8.	Engineer responsible for protection of job	60	75	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	-	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 8	So-so Ia
9.	Casher	60	41	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03 /1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ia
10.	Energetic	60	75	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	-	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 8	So-so Ia
11.	Electric manager	60	43	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	-	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ia
12.	Casher	60	42	0,25	0,1 1	0,25 /25	0,0 3/ 1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ia

13.	Casher	60	42	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03/ 1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,05	So-so Ia
14.	Pyrotechnic	60	75	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03/ 1	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,08	So-so Ia
15.	Selling deal manager	60	41	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,0 3/1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,05	So-so Ia
16.	Warehouse	60	45	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,03/ 1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,05	So-so Ia
17.	Driver	60	55	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	-	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,05	So-so Ia
18.	Provider employer	60	42	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,0 3/1	21- 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,05	So-so Ia
19.	1st part (steel productio n)													
20.	Employer controler	80	89	0,2 5	0,1 1	-	-	18- 27	34	65	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIa
21.	Employer	80	88	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIb
22.	Employer	80	90	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIb
23.	Employer	80	89	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midleIIb
24.	Employer	80	89	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIb
25.	2 sd part (productio n)													
26.	2 nd part employer	80	89	0,2 5	0,1 1	-	-	18- 27	34	65	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
27.	2- nd part employer	80	89	0,2 5	0,1 1	-	-	18- 27	34	65	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIa
28.	Master	80	87	0,2 5	0,1 1	-	-	18- 27	34	65	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIa
29. .	Employer	80	86	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIb
30.	Elektric employer	80	87	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIb
31.	employer	80	87	0,2 5	0,1 1	-	-	16- 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,08	midle IIb

32.	Manager responsible for quality	80	87	0,2 5	0,1 1	-	-	18 - 27	34	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
33.	Employer	80	90	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
34.	Qas employer	80	90	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
35.	Employer	80	90	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
36.	Part manager	80	89	0,2 5	0,1 1	-	-	18 - 27	34	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
37.	Operator	80	90	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	36	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
38.	Employer	80	86	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
39.	Employer	80	81	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	25	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
40.	Employer	80	87	0,2 5	0,1 1	-	-	16 - 27	34	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
41.	3-rd part (production)													
42.	Part manager	80	86	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	18 - 27	32	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
43.	Warehouse employer	75	60	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,09 /6	21 - 28	22	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	so-so Ib
44.	Employer	80	87	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb

45.	Electric employer	80	86	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,09 /6	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
46.	Electric employer	80	86	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
47.	Electronic	80	86	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,09 /6	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
48.	Operator	80	88	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
49.	Employer	80	87	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
50.	Employer	80	83	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,09 /6	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
51.	Qas employer	80	90	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,09 /6	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
52.	Laborant	75	52	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,09 /6	21- 28	30	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	so-so Ib
53.	Mechanic	80	86	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
54.	Employer	80	89	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
55.	Assistant employer	80	89	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
56.	Employer	80	85	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	6/0, 09	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
57.	Employer	80	83	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
58.	master	80	83	0,2 5	0,1 1	0,25 /25	0,20 /18	16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb

59.	4-th part (producti on)													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
60.	Employer	80	83					16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
61.	Employer	80	83					16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
62.	Qas employer	80	89					16 - 27	32	70	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIb
63.	Manager for metal	60	75					21- 28	26	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ib
64.	Agent for metal	60	75					21- 28	26	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ib
65.	Part manager	80	83					18 - 27	32	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
66.	Pyrotechn ic	60	65					21- 28	34	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ib
67.	Part manager	80	83					18 - 27	32	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
68.	Employer	80	64					21- 28	23	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	So-so Ib
69.	kitchen part													
70.	Kitchen employer	80	52					18 - 27	25	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
71.	Assistant of kitchen employer	80	52					18 - 27	25	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
72.	Garden employer	80	70					18 - 27	-	65	-	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
73.	Employer	80	74					18 - 27	-	65	-	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa

74.	Employer	80	72					18 - 27	23	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
75.	Driver	60	55					18 - 27	20	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
76.	Dmloyer	60	43					18 - 27	24	65	5 5	0,2- 0,4	0,0 8	midle IIa
77.	Control part													
78.	Controler	65	53					21- 28	23	60	5 5	0,1- 0,3	0,0 5	midle Ib

Table 4.

Provided databases of job condition attestation at work places of metallurgical plant .

Condition of work	TBH, SBH* Normati -ves	Real factors and condition
Attention, %	75	>75
Monotonic rithm of work,	10-4	3-2
Heaviness of work, movement rate, km	10/30	< 10/30

Conclusions and recommendations:

1. According an agreement among Azerbaijan State Scientific-Research Institute of labor Protection and Safety Engineering of the Ministry of Emergency Situations and metallurgical plant had already been provided audit control for exposure of the harmful factors for employees health condition in case of metallurgical plant activity.

2. During the audit process control had been already proved several harmful risk factors for employees health condition deteriorated, in case of metallurgical plant activity and refer the adopted rules of labor protection of the Republic of Azerbaijan additional payment for employers should be paid as additional payment.

3. It is recommended to organize an additional medical examination, dispensarization for employees of metallurgical plant in order to make clear and prevent the risks of occupational diseases exposure, also the following complication in future.

4. It is vital to improve job conditions, according to the adopted rules of labor protection of the Republic of Azerbaijan, that is absolutely clear and recommended.

LITÉRATURE

1. Дж. Д. Вебб. И. Боголепов. Контроль шума в промышленности. Предупреждение снижения и контроль промышленного шума в Англии. Л. Машиностроение. 1981. 311 с.

2. О. Н. Русак. Справочник книга по охране труда. Л. Машиностроение. 1989. 540 с.

3.[1] ILO - International Labour Organization, P155 - Protocol of 2002 to the Occupational Safety and Health Convention, 1981, 2002. Available at: http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312338

4 ILO - International Labour Organization, National System for Recording and Notification of Occupational Diseases Practical Guide, 2013. Available at: http://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_210950/lang--en/index.htm

5. Kəramət Abdullayev, Etibar Yusifli, Pərviz Vəliyev Hamlet Mayılov, Sənan Əsgərov, Keramikada istehsalatda əmək şəraitinin tədqiqi. volume 02 issue 01. 2024 ISSN:2806-3678(print):ISSN:2806-366X (online) DOI:10.55858/PROHIS.

6. Characterization of airborne dust samples collected from core areas of Kathmandu Valley. Neupane BB, Sharma A, Giri B, Joshi MK. Heliyon. 2020 Apr 24;6(4):e03791. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03791. eCollection 2020 Apr. PMID: 32368645 **Free PMC article.**

ОЦЕНКА РИСКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАБОТНИКОВ В СЛУЧАЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Проблема профессиональных заболеваний была и есть актуальной, как в прошлом, так и в настоящее время. В данной статье указаны вредоносные факторы во время производственной деятельности металлургического предприятия на состояние здоровья работников.

Подробно приведены данные, при проведении аудита условий работы сотрудниками лаборатории «Радиации, Санитарии и Гигиены» на

производстве металлургического завода в Азербайджанской Республике, а также возможные риски воздействия вредоносных факторов на возникновения соответствующих профессиональных заболеваний у работников данного предприятия. Были даны соответствующие рекомендации согласно данной проблемы.

Key words: *вредоносные риски, факторы, профессиональные заболевания, стресс, экологические факторы.*

İŞÇİLƏR ARASINDA PEŞƏ XƏSTƏLİKLƏRİ RİSKİNİN QIYMƏTLƏNMƏSİ METALURGIYA KOMBİNASININ SƏNAYE FƏALİYYƏTİ.

Xülasə. Peşə xəstəliklərin problemi hər bir zaman aktual olub. metalurqiya istehsalı bu sahədə işləyən işçilərin sağlamlığına və iş qabiliyyətinə mənfi təsir göstərən əmək şəraiti ilə səciyyələnir.

Bu problemin tədqiqi məqsədilə “Radiasiya, sənayedə gigiyena və sanitariya laboratoriyası”nın mütəxəssisləri tərəfindən iş yerlərinin attestasiyası zamanı zərərli istehsalat amillərinin ölçmələri aparılmış, alınmış nəticələrə əsasən bütün məmulatları istehsalı işçilərinin əmək şəraitinin yaxşılaşdırılması üzrə tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: *zərərli istehsalat amilləri, ölçmələr, peşə xəstəlikləri, ecoloji factor.*

MƏQALƏLƏRİN TƏRTİBAT QAYDALARI

1. Baxılmaq üçün jurnalın elmi istiqamətinə uyğun aktual elmi problemlərə aid tədqiqatların ilk dəfə dərc oluna bilən materiallar qəbul olunur.
2. Məqalə Azərbaycan, ingilis və ya rus dillərindən birində redaksiyanın e-mail ünvanına (editor.academy@fhn.gov.az) bir faylda təqdim olunmalıdır.
3. Məqalənin ilk səhifəsində məqalənin adı, müəllif(lər)i, müəllif(lər)in elmi dərəcəsi, vəzifələri, ad və soyadları, çalışdıqları qurum və elektron poçt (eposta) ünvanları göstərilməlidir.
4. Məqalədə açar söz (Azərbaycan, İngilis və Rus dillərində, 8-10 söz), xülasə (Azərbaycan, İngilis və Rus dillərində), giriş, əsas hissə, nəticə, mənbələr, əlavələr, şəkil və cədvəllər daxil olmaqla 10 səhifədən artıq olmamalıdır.
5. Məqalənin xülasəsi 200-250 sözdən çox olmamalı, tədqiqatın məqsədini, əhəmiyyətini və elmi dövrüyyədəki yerini, istifadə edilən və ya formalaşdırılan metodları, hansı suallara cavab verildiyini və tətbiq dairəsini göstərməli, giriş və nəticə hissəsi kimi yazılmamalıdır.
6. Məqalə A4 formatında, 1,5 (bir tam onda beş) intervalla, Times New Roman 14 şriftlə yazılmalı, kənarlarından (soldan 30 mm, sağdan 15 mm, yuxardan 25 mm və aşağıdan 20 mm) boşluq buraxılmalıdır.
7. Düsturlar Equation of WinWord-də yığılmalıdır. Mətnə ancaq istinad olunan düsturlar nömrələnir. Düsturların nömrəsi mötərizədə, sətrin sağ sərhədində yazılır. Riyazi simvol və indekslər ancaq latın və yunan hərfləri ilə meyli şriftlə yazılmalıdır. Abreviaturalar izah olunmalıdır.
8. Cədvəllər və şəkillər nömrələnməlidir: cədvəllər yuxarıdan (mərkəzə düzlənmiş) (məs. Cədvəl 1), şəkillər altdan (mərkəzə düzlənmiş) (Şəkil 1). Cədvəllərin adı cədvəlin yuxarısında, şəkilin adı onun altında yazılır.
9. Məqalədə elmi mənbələrə istinadlar olmalıdır. Məqalənin sonunda verilən ədəbiyyat siyahısı əlifba ardıcılığı ilə deyil, istinad olunan ədəbiyyatların mətnində rast gəlinədiyi ardıcılıqla nömrələnməli və məsələn, [1] və ya [1, s. 119] kimi işarə olunmalıdır. Eyni ədəbiyyata mətnində başqa bir yerdə təkrar istinad olunarsa, onda istinad olunan həmin ədəbiyyat əvvəlki nömrə ilə göstərilməlidir.
10. Ədəbiyyat siyahısında son 5-10 ilin elmi məqalələrinə, monoqrafiyalarına və s. istinadlara üstünlük verilməlidir.
11. Məqalələr orijinal olmalı və əvvəllər başqa milli və ya beynəlxalq jurnallara və konfranslara təqdim edilməməlidir.
12. Məqalənin xülasəsi məqalənin məzmununa uyğun olmalıdır. Xülasə elmi və qramatik baxımdan ciddi redaktə olunmalıdır.
13. Müəlliflər məqaləyə rəy vermək üçün 4 rəyçi tövsiyə edə bilər.
14. Alınmış rəylər və Redaksiya heyətinin tövsiyəsini nəzərə alaraq Baş Redaktor məqalənin çapa qəbul edilməsi, çapa qəbul edilməməsi və ya redaktə edilmək üçün müəllifə qaytarılması haqqında yekun qərar verir.
15. Məqalənin qəbulu və rədd edilməsi redaksiya heyətinin müzakirəsindən sonra elan ediləcəkdir.

FORMATTING RULES OF ARTICLES

1. Materials that can be published for the first time on the researches in relation to the actual scientific problems in accordance with the scientific direction of the journal are accepted in order to review.
2. The article must be in one of the Azerbaijani, Russian and English languages and submitted in one file to the e-mail address (editor.academy@fhn.gov.az) of the editorial office.
3. The first page of the article should contain the name of the article, the author (s), the scientific degree of the author (s), their titles, names and surnames, e-mail addresses and the institution they work for.
4. The article should not exceed 10 pages, including key words (8-10 words in Azerbaijani, English and Russian), summary (in Azerbaijani, English and Russian), introduction, main part, conclusion, sources, appendices, figures and tables.
5. The summary of the article should not exceed 200250 words, should indicate the purpose, importance and place of the research in the scientific community, the methods used or formed, what questions are answered and the scope, and shouldn't be written as an introduction and conclusion.
6. The article should be written in A4 format, 1.5 (one-tenth to five) spacing, Times New Roman 14 font, space (30mm from left, 15mm from right, 25mm from top and 20mm from bottom).
7. Formulas must be written in equation of WinWord. Only referenced formulas are numbered in the text. The number of the formula is written in bracket, on the right border of the line. The mathematical symbol and indexes should be written only in inclined fonts in Latin and Greek letters. Abbreviations should be explained.
8. Tables and figures should be numbered: tables from above (centered) (eg Table 1.), images from bottom (centered) (Figure 1). The names of the tables are written at the top of the table, and the name of the figures is written below it.
9. Scientific sources should be referred in the article. The list of literature at the end of the article should be numbered in the order of sequence of references in the article, not in alphabetical order, and should be marked, as [1] or [1, p.119]. If the same literature is referenced elsewhere in the text, then the literature referred to should be indicated by the previous number.
10. Scientific articles, monographs, etc. references of the last 5-10 years in the list of literature should be preferred.
11. The articles should be original and should not be previously submitted to other national or international journals and conferences.
12. The summary of the article should be relevant to the content of the article. The summary must be seriously edited from a scientific and grammatical point of view.
13. The authors can recommend 4 reviewers to give opinion on the article.
14. Taking into account the received opinions and the recommendation of the editorial staff, Editor-in-chief makes the final decision on whether to accept the article for publication, not to accept it for publication, or to return it to the author for editing.
15. Acceptance and rejection of the article will be announced after discussion by the editorial board.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. К рассмотрению принимаются материалы, которые могут быть опубликованы впервые по исследованиям актуальных научных проблем в соответствии с научным направлением журнала.
2. Статья должна быть отправлена одним файлом на адрес электронной почты (editor.academy@fhn.gov.az) редакции на одном из трех языков – азербайджанском, английском или русском.
3. На первой странице статьи должны быть указаны название статьи, автор(ы) (имя и фамилия, ученая степень и научное звание, должность, организация) и адрес электронной почты.
4. Статья должна быть написана в формате A4 с интервалом 1,5, шрифтом *Times New Roman 14*, с полями 30 мм слева, 15 мм справа, 25 мм сверху и 20 мм снизу.
5. Статья не должна превышать 10 страниц, включая ключевые слова (на азербайджанском, английском и русском языках, 8-10 слов), резюме (на азербайджанском, английском и русском языках), введение, основную часть, заключение, источники, приложения, рисунки и таблицы.
6. Резюме статьи не должно превышать 200-250 слов, указывать цель, важность и место исследования в научном сообществе, используемые или сформированные методы, на какие вопросы даны ответы и объем, не должно быть написано, как часть введения и заключения.
7. Формулы должны выполняться в Equation of WinWord. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки. Номер формулы указывается в скобках с правого края строки. Математические символы и индексы следует писать только латинскими или греческими буквами. Сокращения должны расшифровываться.
8. Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы: таблицы - сверху по центру строки (например, Таблица 1), изображения - снизу по центру строки (Рисунок 1). Названия таблиц указываются сверху, а название рисунка - под ним.
9. В статье должны быть ссылки на научные источники. Список литературы приводится в конце и должен быть пронумерован в порядке ссылки. Если на тот же источник есть ссылка в другом месте текста, то она указывается по ранее назначенному номеру.
10. В статье должны быть ссылки на научные источники. Список использованной литературы в конце статьи должен пронумерованы не в алфавитном порядке, а в том порядке, в котором ссылки находятся в тексте, например, [1] или [1, с. 119]. Если на ту же литературу есть ссылки в другом месте в тексте, то ссылка на литературу должна быть обозначена предыдущим номером.
11. Научные статьи, монографии и др. ссылки последних 5-10 лет в списке литературы предпочтительны.
12. Статьи должны быть оригинальными и не представленные ранее в другие национальные или международные журналы и конференции.
13. Аннотация статьи должна соответствовать содержанию статьи. Аннотацию следует серьезно отредактировать с научной и грамматической точки зрения.
14. Авторы могут порекомендовать 4 рецензентам прокомментировать статью.
15. Принятие и отклонение статьи будет объявлено после обсуждения редакционной коллегией.

HƏYAT FƏALİYYƏTİNİN TƏHKÜLƏSİZLİYİ

Elm sahələri üzrə

redaktor: A.N. Süleymanova-Rəhmanlı, **üzlər:** M.Ə. Qurbanova,
R.Ş. Məmmədli, N.E. İsmayılov

**FÖVQƏLADƏ HALLARDA İSTİFADƏ OLUNAN TEXNİKİ SİSTEMLƏR
VƏ VASİTƏLƏR**

Elm sahələri üzrə redaktor: X.A. Həsənov, **üzlər:**
E.K. Qurbanova, R.İ. Nəbiyev

YANĞIN TƏHLÜKƏSİZLİYİ

Elm sahələri üzrə redaktor: K.T. Kazımov,

üzlər: S.İ. Məmmədova, K.C. Almazov

Tərtibatçı - korrektor:

R.Z. Məmmədtağıyeva

Designer - corrector:

R.Z. Mammadtaghiyeva

Дизайнер - корректор:

Р.З. Мамедтагиева

Cild 5. №1

Vol. 5. №1

Том 5. №1

Çapa imzalanıb: 30.06.2025

Elektron çap tarixi: 14.07.2025

Format:

Sifariş: №

Tiraj: