

АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАУДАҒЫ ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ

**SCIENCE AND EDUCATION
IN CIVIL PROTECTION**

**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ
В ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЕ**

№ 4 (60) / 2025

2011 жылдан бастап шығады

Founded in 2011

Издается с 2011 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

«Азаматтық қорғаудағы ғылым мен білім» ғылыми журналы № 4 (60), 2025 ж., желтоқсан. 2011 жылдың наурызынан бастап шығарылады. 2011-2020 жылдары «Көкшетау техникалық институтының хабаршысы» атауымен шығарылған.

Меншік иесі: Қазақстан Республикасы Төтенше жағдайлар министрлігінің Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы.

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінде 2021 жылғы 25 маусымда тіркелген. Куәлік № KZ37VPY00037096. Бастапқы есепке қою күні мен нөмірі № 11190-Ж, 14.10.2010 ж.

2023 жылдан бастап ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынатын басылымдар тізбесіне кіреді (08.09.2025 ж. № 1531 бұйрық).

Қазақстандық ғылыми дәйексөз индексіне (КазГДИ) енгізілген.

Бас редактор: Хасенов Ж.Х., қауым. профессор (доцент)

Бас редактордың орынбасары: Әлменбаев М.М., техника ғылымдарының кандидаты, қауым. профессор (доцент)

Редакциялық кеңестің құрамы:

Шәріпханов С.Д., техника ғылымдарының докторы, қауым. профессор (доцент) (ҚР, Астана)

Алешков М.В., техника ғылымдарының докторы, профессор (РФ, Мәскеу)

Байшагиров Х.Ж., техника ғылымдарының докторы (ҚР, Көкшетау)

Кошумбаев М.Б., техника ғылымдарының докторы (ҚР, Астана)

Мансуров З.А., химия ғылымдарының докторы, профессор (ҚР, Алматы)

Сивенков А.Б., техника ғылымдарының докторы, профессор (РФ, Мәскеу)

Тарахно Е.В., техника ғылымдарының докторы, доцент (Украина, Харьков)

Әкімбаев Е.Ж., техника ғылымдарының кандидаты (ҚР, Астана)

Арифджанов С.Б., техника ғылымдарының кандидаты (ҚР, Астана)

Батуро А.Н., техника ғылымдарының кандидаты, доцент (РФ, Железногорск)

Джумағалиев Р.М., техника ғылымдарының кандидаты, профессор (ҚР, Алматы)

Жаулыбаев А.А., техника ғылымдарының кандидаты, қауым. профессор (доцент) (ҚР, Астана)

Камлюк А.Н., физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент (Беларусь Республикасы, Минск)

Раимбеков К.Ж., физика-математика ғылымдарының кандидаты, қауым. профессор (доцент) (ҚР, Көкшетау)

Редакциялық алқаның құрамы:

Құсайынов А.Б., техника ғылымдарының кандидаты, қауым. профессор (доцент);

Мақышев Ж.Қ., техника ғылымдарының кандидаты, қауым. профессор (доцент); **Захаров**

И.А., техника ғылымдарының кандидаты, қауым. профессор (доцент); **Абдрахманов А.А.,**

әскери ғылымдарының кандидаты; Қайырбеков К.Қ., әскери ғылымдарының кандидаты;

Мұсайбеков А.Ғ., техника ғылымдарының кандидаты; **Шуматов Э.Ғ.,** философия

ғылымдарының кандидаты; Касымова С.К., филология ғылымдарының кандидаты.

«Азаматтық қорғаудағы ғылым мен білім» ғылыми журналы – өрт және өнеркәсіптік қауіпсіздік, азаматтық қорғаныс, табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардың алдын алу мен жою саласындағы зерттеулерге, арналған мерзімді басылым.

Scientific journal “Science and education in civil protection” No. 4 (60), 2025, december.
First published since March 2011. In 2011-2020 it was published under the title “Bulletin of the Kokshetau Technical Institute”.

Proprietor: Academy of Civil Protection named after Malik Gabdullin of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan.

The journal was registered in the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan on June 25, 2021. Certificate No. KZ37VPY00037096. Date and number of initial registration No. 11190-Zh, 10/14/2010.

Since 2023, it has been included in the List of publications recommended by the Committee for Quality Assurance in Science and Higher Education of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan for publishing the main results of scientific activities (Order No. 1531 dated 09/08/2025).

It is included in the Kazakhstan Science Citation Index (KazINC).

Chief Editor: Khasenov J.H., Associate Professor (docent)

Deputy Chief Editor: Almenbayev M.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (docent)

Members of the editorial board:

Shariphanov S.D., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (docent) (RK, Astana)

Aleshkov M.V., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF, Moscow)

Baishagirov Kh.Zh., Doctor of Technical Sciences (RK, Kokshetau)

Koshumbaev M.B., Doctor of Technical Sciences (RK, Astana)

Mansurov Z.A., Doctor of Chemical Sciences, Professor (RK, Almaty)

Sivenkov A.B., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF, Moscow)

Tarakhno E.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Ukraine, Kharkov)

Akimbaev E.Zh., Candidate of technical sciences (RK, Astana)

Arifjanov S.B., Candidate of Technical Sciences (RK, Astana)

Baturo A.N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (RF, Zheleznogorsk)

Dzhumagaliev R.M., Candidate of Technical Sciences, professor (RK, Almaty)

Zhaulibayev A.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (RK, Astana)

Kamlyuk A.N., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor (Republic of Belarus, Minsk)

Raimbekov K.Zh., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, (associate professor) (RK, Kokshetau)

Members of the editorial board:

Kusainov A.B., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (docent); Makishev Zh.K., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (docent); Zakharov I.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (docent); Abdrakhmanov A.A., Candidate of Military Sciences; Kairbekov K.K., Candidate of Military Sciences; Musaibekov A.G., Candidate of Technical Sciences; Shumatov E.G., Candidate of Philosophical Sciences; Kasymova S.K., Candidate of Philological Sciences.

The scientific journal “Science and Education in Civil Protection” is a periodical publication devoted to research in the field of fire and industrial safety, civil defense, prevention and response to natural and man-made emergencies.

Научный журнал «Наука и образование в гражданской защите» № 4 (60), 2025 г., декабрь.
Издается с марта 2011 года. В 2011-2020 годах выходил под названием «Вестник Кокшетауского технического института».

Собственник: Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан.

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации и общественного развития Республики Казахстан 25 июня 2021 г. Свидетельство № KZ37VPY00037096. Дата и номер первичной постановки на учет № 11190-Ж, 14.10.2010 г.

С 2023 года включен в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности (Приказ № 1531 от 08.09.2025 г.).

Включен в Казахстанский индекс научного цитирования (КазИНЦ).

Главный редактор: Хасенов Ж.Х., асс. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора: Альменбаев М.М., кандидат технических наук, асс. профессор (доцент)

Состав редакционного совета:

Шарипханов С.Д., доктор технических наук, асс. профессор (доцент) (РК, Астана)

Алешков М.В., доктор технических наук, профессор (РФ, Москва)

Байшагиров Х.Ж., доктор технических наук (РК, Кокшетау)

Кошумбаев М.Б., доктор технических наук (РК, Астана)

Мансуров З.А., доктор химических наук, профессор (РК, Алматы)

Сивенков А.Б., доктор технических наук, профессор (РФ, Москва)

Тарахно Е.В., доктор технических наук, доцент (Украина, Харьков)

Акимбаев Е.Ж., кандидат технических наук (РК, Астана)

Арифджанов С.Б., кандидат технических наук (РК, Астана)

Батуро А.Н., кандидат технических наук, доцент (РФ, Железнодорожск)

Джумагалиев Р.М., кандидат технических наук, профессор (РК, Алматы)

Жаулыбаев А.А., кандидат технических наук, асс. профессор (доцент) (РК, Астана)

Камлюк А.Н., кандидат физико-математических наук, доцент (Республика Беларусь, Минск)

Раимбеков К.Ж., кандидат физико-математических наук, асс. профессор (доцент) (РК, Кокшетау)

Состав редакционной коллегии:

Кусаинов А.Б., кандидат технических наук, асс. профессор (доцент); Макишев Ж.К., кандидат технических наук, асс. профессор (доцент); Захаров И.А., кандидат технических наук, асс. профессор (доцент); Абдрахманов А.А., кандидат военных наук; Каирбеков К.К., кандидат военных наук; Мусайбеков А.Г., кандидат технических наук; Шуматов Э.Г., кандидат философских наук; Касымова С.К., кандидат филологических наук.

Научный журнал «Наука и образование в гражданской защите» – периодическое издание, посвящённое исследованиям в области пожарной и промышленной безопасности, гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

МАЗМУНЫ – CONTENTS –СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ, ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

<i>Абдуллаев А.У., Камберов И.М.</i> Теоретические основы и перспективы исследования ргуги для краткосрочного прогноза землетрясений и выделения активных тектонических разломов	6
<i>Абдыкалыков А.Т., Шарипханов С.Д., Хасенов С.С.</i> Комплексный анализ паводков и методов защиты в различных регионах Казахстана	16
<i>Габбасов С.Г., Толеубекова Ж.З., Курмангалиева З.Н.</i> Правовые основы и комплекс необходимых, в том числе пространственных данных для действенного мониторинга и прогноза паводков и наводнений	27
<i>Кусаинов А.Б., Раимбеков К.Ж., Ералина С.Е., Қайыргелді Н.Қ.</i> Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с помощью искусственных нейронных сетей	37
<i>Kairbekov K.K., Bulat A.S., Osipov R.D., Akzhanov T.K., Baizhienov N.J.</i> Training the population of the Republic of Kazakhstan in emergency situation using a mobile application	45
<i>Шаринов Г.А.</i> Оптимизация распределения сил гражданской защиты при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением зданий и сооружений	51
<i>Шаяхметов А.Т., Голев В.В., Булегенов Е.П., Аманкешұлы Д.</i> Методический подход по обоснованию рационального привлечения группировки Вооруженных Сил Республики Казахстан для ликвидации чрезвычайных ситуаций	66

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

<i>Ермуханова Н.Б., Нуржанова Д.Б., Шаймерденова З.М.</i> Мұнай апаттарын болжауда жылу сәулелерінің адамға әсері	74
<i>Кусаинов А.Б., Ералина С.Е., Шаяхимов Ж.К., Солтанбек Д.Ж.</i> Разработка алгоритма поддержки управления заменой пожарной техники	84
<i>Қаирдосов Ж.К., Данилов М.М., Денисов А.Н., Аманкешұлы Д.</i> Оңтайлылықты ескере отырып, тірек шешімдерді қабылдаудағы жедел басқару моделі	91

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ, ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

УДК 550.343, +550.424

А. У. Абдуллаев, И. М. Камберов

*ТОО «Национальный научный центр сейсмологических наблюдений и исследований»
МЧС Республики Казахстан, Алматы, Казахстан*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РТУТИ ДЛЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ВЫДЕЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ

Аннотация. На основе краткого анализа ранее проведенных исследований содержания ртути в различных объектах среды (подземные и поверхностные воды, приземная атмосфера, грунт и почвенный воздух, образцы деревьев), направленных на поиски эффективных предвестников землетрясений, делается вывод о перспективности измерения содержания ртути для краткосрочного прогноза землетрясений и выделения активных тектонических разломов.

Ключевые слова: прогноз землетрясений, предвестники, содержание ртути, тектонические разломы, картирование, подземные воды, поверхностные воды, почвенный воздух, приземная атмосфера, годовые кольца деревьев.

Начиная с середины 60-х годов прошлого века, во многих странах были начаты исследования по поиску предвестников землетрясений. В частности, исследования геохимических предвестников начались после выявления явления изменения химического состава подземных вод до и после землетрясения. Советскими учеными по результатам пятилетних наблюдений в воде бальнеологической скважины г. Ташкент было установлено повышение содержания радона, ртути и ряда других элементов в три раза и сохранение этого уровня в течение шести месяцев до начала землетрясения. По окончании землетрясения содержание радона и ртути уменьшилось ниже первоначального уровня [1, 2]. Эти данные послужили основанием для поиска газогидрогеохимических предвестников землетрясений как наиболее эффективные.

В теоретическом аспекте, по утверждению авторов работы [3], в качестве возможных предвестников землетрясений представляется правильным отдавать предпочтение изучению тех химических элементов и их соединений, которые удовлетворяют следующим условиям: 1) имеют высокую физическую подвижность; 2) обладают малой химической активностью. На основе анализа физических свойств

химических элементов, авторы приходят к выводу, что ртуть обладает, в сравнении с другими химическими элементами, достаточно высокой физической подвижностью, что определяет потенциально высокую способность ртути к миграции на большие расстояния в относительно короткое время. Тем самым удовлетворяет первому условию теоретического аспекта вопроса о поисках предвестников землетрясений.

Ртуть весьма пассивна как в окислительных, так и в восстановительных реакциях, и по величине энергии «химической активности» уступает место подавляющему большинству химических элементов, тем самым удовлетворяет второму условию.

Таким образом, особые физико-химические свойства ртути, обуславливают рассмотрения ее в качестве важнейших информаторов об энергетических изменениях, происходящих в глубинах земной коры, связанных с развитием очага землетрясения.

Кроме прочих физико-химических свойств, ртуть легко высвобождается из горных пород в процессе термодинамических воздействий, в частности, из земной коры во время землетрясений. В Душанбе, например, приблизительно за день до сильного землетрясения, произошедшего 29 сентября 1981 года, концентрация газообразной ртути увеличилась на 400 % на расстоянии 20 км от эпицентра [4]. Авторы исследований [5] подтверждают, что эманации ртути являются предвестником землетрясений. Исследования эмиссии ртути показали ее аномальные содержания в сейсмогенных разломах. Повышенные концентрации ртути, связанные с землетрясениями, были также обнаружены в грунтовых водах, т.е. при землетрясении ртуть выделяется не только в виде газа, но и фиксируется в подземных водах [6].

Уникальные физико-химические свойства ртути используются при поисках собственно ртутных и ртутьсодержащих месторождений полезных ископаемых (полиметаллические, золото-серебряные, сурьмяные месторождения и др.) [7]. Ртуть также является индикатором месторождений нефти и газа [8]. Благодаря высокой миграционной способности ртуть над скрытыми и скрыто-погребенными месторождениями образует аномальные содержания в почве, почвенном воздухе и приземном атмосферном воздухе, которые легко регистрируются современной ртутьметрической аппаратурой. Известно, что образование месторождений полезных ископаемых связаны с тектоническими разломами, которые являются также каналами миграции ртути от аномалеобразующих объектов (месторождений) на дневную поверхность [9]. При этом установлено, что при динамическом воздействии на почвенную среду, аномальные содержания ртути в почвенном воздухе над месторождениями полезных ископаемых возрастают в зависимости от величины нагрузки [10]. Токсичность ртути и ее негативное воздействие на здоровье населения и окружающую среду общеизвестно, что требует особого внимания при обращении с ней и своевременного выполнения природоохранных мероприятий [11].

Исследования ртути в подземных водах

По данным [12] были получены обнадеживающие результаты при измерениях содержания ртути в скважинной воде для применения элемента в качестве предвестника. Китайскими учеными [13] были проведены модельные исследования, направленные на изучение возможности увеличения потока ртути за счет закачки в водоносный пласт жидкости под высоким давлением (фрекинг). По результатам трех

экспериментов, было установлено увеличение содержания ртути более чем на 50 %, а в ряде случаев в несколько раз от фоновых значений.

В статье [14] обсуждаются результаты исследований долгосрочных и краткосрочных вариации концентраций Hg в подземных водах за период с 2017 по 2022 годы на западном побережье озера Байкал. Исследованные вариации с 2019 года до 2022 года были связаны с сейсмической реактивацией активных разломов Байкала и Хубсугула в 2020–2021 годах. Авторами был сделан вывод, что увеличение концентрации ртути в подземных водах было связано с расширением земной коры с наибольшим обогащением Hg, обусловленные афтершоками. Поток ртути зависит от характера активности разломов, а ее повышенные концентрации в осадочных слоях могут указывать на высвобождение различных форм ртути из сейсмически активных разломов в прошлом. Ход сейсмического процесса отразился в последовательной смене соотношений концентрации ртути и окислительно-восстановительного потенциала подземных вод [15]. Предполагается, что аномальное поведение ртути при сейсмической активности может быть одной из причин повышения ее концентрации в осадочных слоях второй половины 18 века – настоящего времени.

На Байкале Институтом нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН был организован научный стационар «Энхалук», который является центральным пунктом тектономагнитного мониторинга изменений напряженного состояния в земной коре этого района [16]. На ее базе измерялся химический состав и физико-химические параметры воды горячего источника, а также отбирались пробы для определения концентрации ртути. Годовые наблюдения выявили изменения концентраций ртути, которые сопровождают сейсмические события с магнитудой более 4 в районе объекта исследований. Первый временной интервал («бухтообразное» падение концентраций) составляет один – два месяца до сейсмического события. Второй этап (резкий рост содержаний за 7-10 дней до события) соответствует переходу к стадии реализации сейсмического события, приводящего к высвобождению ртути, при этом наблюдаются максимумы концентраций, которые затем возвращаются к фоновому уровню.

Исследования ртути в поверхностных водах

В середине 90-х годов прошлого столетия перед Южно-Байкальским землетрясением 1999 г. в истоке р. Ангары были проведены пятилетние мониторинговые наблюдения за содержанием ртути в поверхностных водах Байкала, и было зафиксировано повышение содержания ртути перед сильным Южно-Байкальским землетрясением [17]. В работе результаты определения содержания ртути в воде истока р. Ангара сопоставлены с распределением во времени землетрясений различных магнитуд, произошедших на разном удалении от пункта отбора воды. Установлено, что все значимые максимумы содержания ртути в воде являются откликами на сильные геодинамические воздействия. Прогнозные оценки тренда среднегодового содержания ртути указывают на возможность существенного повышения концентрации ртути в локальной области флюидной разрядки разлома при мощном геодинамическом воздействии. В качестве механизма реализации предположено, что раскрытие локальных областей глубинных разломов при сильном геодинамическом воздействии приводит к декомпрессии со вскипанием, дегазацией ртути и быстрым подъемом на поверхность по зонам раскрытых разломов.

Проведенные исследования показали, что состояние и сохранение воды Байкальской водной экосистемы зависит и от природных катаклизмов. В связи с этим рекомендовано продолжить геохимические и геодинамические исследования в мониторинговом режиме [18].

Исследования ртути в приземной атмосфере и почве

Наравне с исследованиями ртути в подземных водах и скважинах, проводились работы по изучению содержания ртути в скважинном газе [19], на основе которых был сделан вывод о том, что эманации ртути являются наилучшим краткосрочным предвестником землетрясений. Повышенная концентрация ртути была зарегистрирована после землетрясения в районе Ташкента в апреле 1966 года. Авторами [20] было высказано предположение, что ртуть может служить предвестником землетрясений. Результаты моделирования процессов формирования предвестников землетрясений под воздействием механических нагрузок показали, что рост выхода ртути из горной породы свидетельствует о наступлении начальной фазы процесса разрушения. Аналогичные исследования были проведены на образцах каменного угля, силвинита и карналлита [21]. Было установлено, что при нагрузках, составляющих около 2/3 от разрушающих, выход паров ртути увеличивается в 3-8 раз. В Таджикистане были проведены исследования по регистрации ртутных предвестников в естественных условиях в сейсмически активной зоне [22].

Наряду с определением содержания ртути в водах скважин в течение более двух недель, регистрировался поток паров ртути из почвенной среды. Было показана значительная большая инерционность изменений содержания ртути в воде по сравнению с изменениями потока паров ртути в ходе ежесуточных и ежечасных пробоотборах. Исследованиями, проведенными на окраине г. Душанбе, установлена высокая чувствительность потока паров ртути к сейсмическим колебаниям и оценены соответствие результатов регистрации потоков пары ртути прогностическим закономерностям [23]. В работе [24] прямые измерения содержания ртути (Hg) в природных газах в режиме реального времени на двух газовых месторождениях Опошня и Мирненское выявили кратковременную изменчивость концентрации Hg во всех исследованных газовых скважинах, их особенностями являются кратность их периодов и хорошее совпадение с фазами собственных колебаний Земли. Относительно низкочастотное колебание с периодом 25 ч соответствует лунному приливному циклу. Предполагается, что причиной этих эффектов является колебательный механизм адсорбции-десорбции ртути в пористой газосодержащей среде и концентрация Hg в газовом потоке реагирует на изменения давления и напряжения внутри продуктивного слоя, образовавшийся в результате эвакуации газа, а также приливным деформациям и внешним сейсмическим полям. Отмечая приуроченность ртутьсодержащих месторождений углеводородов к зонам пересечения продольных глубинных нарушений, параллельных молодым складчатым системам, с поперечными к ним крупными планетарными зонами долгоживущих разломов древнего заложения с характерными чертами рифтогенеза, авторы [25] предполагают, что геохимическая система (ртутьсодержащая газовая залежь – эксплуатационная скважина) может генерировать прогнозный сигнал на более поздних этапах подготовки землетрясений по сравнению с прогнозным сигналом водно-гелиевой съемки. При этом чувствительность данной системы к внешним

динамическим воздействиям с резонансной частотой может оказаться значительно выше за счет большей подвижности газовых компонент.

Исследования ртути в деревьях

В работе рассматриваются результаты исследований, направленные на установление связи содержания Hg в годовых кольцах деревьев с проявлением землетрясений и крупными разрывными нарушениями. Пробы кернa деревьев (тополь (*Populus suaveolens* Fisch.) и сосна (*Pinus sylvestris* L.) были отобраны в Тункинской впадине летом 2018 г. [26]. По данным измерений наибольший разброс содержаний Hg зафиксирован в кольцах тополя вблизи поселков Кырен, Галбай и Зун-Мурино, также характеризующихся наибольшими средними содержаниями по сравнению с остальными точками отбора кернов. Среднее содержание Hg в кернах тополя в общей выборке 7 нг/г, при максимальном – 35 нг/г. Распределение содержания Hg в кернах тополя характеризуется периодами длительностью от 13 до 44 лет и кратностью от 2,6 до 7 раз. Вблизи пос. Кырен выделяются “отрезки” в кернах тополя со средним содержанием Hg 22 нг/г в период с 1957 по 1973 г. и 5 нг/г – с 1974 по 2018 г. Похожий характер распределения содержания Hg в кернах отмечается и в керне тополя вблизи пос. Галбай: повышенное, по сравнению со средним для данной точки, содержание Hg в период с 1959 по 1981 г. (16 нг/г), затем с 1982 по 2006 г. снижение до 5 нг/г, а после 2007 г. увеличение до 13 нг/г. Содержание Hg в керне тополя вблизи пос. Зун-Мурино отмечается пиком повышенного содержания Hg – 14 нг/г в период с 1978 по 2001 г., до 1977 и после 2001 г. среднее содержание 2–4 нг/г. В исследованных кернах тополя в некоторых случаях максимальная концентрация Hg наблюдается непосредственно в год землетрясения (Галбай, 1989, 2016; Зун-Мурино, 1975), но чаще – до и/или после землетрясения (Зун-Мурино, 1957, 2016). Резюмируя результаты исследований можно отметить, что повышенные содержания Hg приурочены к разрывным нарушениям как субширотного, так и северо-западного простирания. Максимальная концентрация Hg выявлена в кернах сосны и тополя на участке пересечения крупных тектонических разломов. Прослежена связь между пиками высоких концентраций Hg в древесине и периодами сильных землетрясений с магнитудой более 4,0. Полученные данные могут выступать палеоиндикаторами деформаций земной коры, фиксируя как отдельные процессы кратковременного сброса тектонических напряжений, так и сами землетрясения.

Обсуждение результатов исследований

Проведенный краткий обзор ранее проведенных исследований содержания ртути в различных средах и на многих сейсмоопасных регионах с целью изучения и оценки возможности применения элемента в качестве предвестника землетрясений дают основание отметить следующее:

- в теоретическом аспекте особые физико-химические свойства ртути (в первую очередь, высокая физическая подвижность и малая химическая активность), обуславливает рассмотрение ее в качестве важнейших информаторов об энергетических изменениях, происходящих в глубинах земной коры, связанных с развитием очага землетрясения;

- для повышения эффективности прогнозирования землетрясений целесообразно применение комплексного подхода: измерение содержания ртути в

различных средах с привлечением гидрогеохимических и других данных сейсмологического мониторинга;

- в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду в сейсмоопасных регионах с целью разбраковки аномалии целесообразно погоризонтное опробование, как в пределах тектонических зон, так и на заведомо выбранном «фоновом» участке.

Выводы

1. Ртуть является одним из перспективных химических элементов для применения на стадиях среднесрочного и краткосрочного прогноза землетрясений, а также для картирования сейсмоактивных разломов.

2. Получены положительные результаты или обнаружены перспективы применения ртути при прогнозе землетрясений в процессе исследования ее содержания в подземных и поверхностных водах, в газах, углеводородах, в почве, почвенном и атмосферном воздухе, а также в образцах деревьев.

3. Для оперативного выделения активных разломов возможно применение газортутной съемки по почвенному воздуху.

Данная работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования № 382/ПЦФ24-26 от 01.10. 2024 г.

Список литературы

1. Мавлянов Г.А., Султанходжаев А.Н., Уломов В.И. и др. Явление изменения химического состава подземных вод при землетрясении. - Диплом на открытие Л 129 от 01.03.1971. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. – М., 1973. – 42 с.

2. Стахеев Ю.И. Гидрохимические предвестники землетрясений. – М.: Наука, 1985. – С. 81.

3. Шварцман Ю.Г., Кайев Ю.А., Цевелев М.А., Мозолева Е.Л. Теоретические предпосылки использования газортутных аномалий как возможного предвестника землетрясений // Прогноз землетрясений. – Душанбе-Фрунзе: Дониш. – 1988. – № 9. – С. 154-159.

4. Varshal G.M., Sobolev G.A., Barsukov V.L. et al. 1984. Separation of volatile components from rocks under mechanical loading as the source of hydrogeochemical anomalies preceding earthquakes. Pure and Applied Geophysics 122: 463-477.

5. Cicerone R.D., Ebel J.E., Britton J. 2009. A systematic compilation of earthquake precursors. Tectonophysics 476: 371-396.

6. Koval P.V., Udodov Yu.N., Andrulaitis L.D. et al. 2003. Mercury in the source of the Angara River: five-year concentration trend and possible reasons of its variations. Doklady Earth Sciences 389(2): 282-285.

7. Камберов И.М. Эффективность ртутнометрического метода при поисках скрытых и скрыто-погребенных месторождений полезных ископаемых // Горно–металлургическая отрасль. – 2012. – № 7. – С. 55-56.

8. Камберов И.М., Маев А.Г., Николаева Л.Ф., Суздальцева Т.В. Газортутный метод при поисках месторождений углеводородов // Геология и разведка недр Казахстана. – 1996. – № 5. – С.40-45.

9. Сауков А.А. Геохимические методы поисков полезных ископаемых. – М.: МГУ, 1963. – 248 с.

10. Патент № 5368, KZ, МКИ6 G01V9/00. Способ атмохимических поисков месторождений полезных ископаемых и устройство для его осуществления / Камберов И.М., Политиков М.И. (РК) – № 950724.1; Заявлено 12.09.95; Оpubл. 15.10.97. Бюл. № 4.
11. Камберов И.М., Мадьяров Н.А., Асанова А.А. Предложения по изучению масштабов накопления ртутьсодержащих материалов и отходов для снижения их негативного воздействия на здоровье населения и окружающую среду в Казахстане // Вестник Кокшетауского технического института. – 2021. – № 1 (41). – С.15-23.
12. Султанходжаев А.Н., Абдуллаев А.А., Хасанова Л.Д. и др. // Узб. Геол. Журнал. – 1982. – № 2. – С. 34.
13. Yangfen I., Zonghua W., Chunsheng S. e.a. J. *Geochem. Explor.*, 1989, v. 33. P.195.
14. Rasskazov S.V., Ilyasova A.M., Snopkov S.V., Chuvashova I.S., Chebykin E.P. Mercury hazard of earthquakes in the Baikal seismic zone / *Limnology and Freshwater Biology* 2022 (3): 1332-1334. <http://limnolfwbiol.com/index.php/LFWB/article/view/902>.
15. Чебыкин Е.П., Ильясова А.М., Снопков С.И., Рассказов С.В. Сигналы ртути подземных вод Култукского полигона во время подготовки и реализации Байкало-Хубсугульской сейсмической активизации 2020–2021 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.1.7> (дата обращения: 12.07.2025).
16. Ртуть в подземных водах Байкала – гидрогеохимический предвестник землетрясений? Саева О.П., Дядьков П.Г., Волынкин С.С. // Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология: материалы Международной науч. конференции. – Новосибирск: изд. СГУГиТ, Т.2, № 2. – С. 83-89.
17. Ртуть в воде истока р. Ангара пятилетний тренд концентрации и возможные причины его вариаций / Коваль П. В. [и др.] // Доклады РАН– 2003. – № 2, т. 389. – С. 235–238.
18. Гребенщикова В.И., Кузьмин М.И., Ключевский А.В. и др. Повышенные содержания ртути в воде истока реки Ангара: отклики на геодинамические воздействия и сильные землетрясения // Докл. РАН. Науки о Земле. – 2020. – Т. 491. № 2. – С. 77-81.
19. Li Xuanhu. J. *Earthquake Prediction Res.*, 1992, v.1.p. 223.
20. Фурсов В.З., Вольсфон Н.Б., Хваловский А.Г. ДАН СССР, 1968, т. 179, с.1213.
21. Пережилов А.Е., Стахеев Ю.И., Ибраев Т.А. // Горный журнал. – 1995. – № 1. с. 1.
22. Гидрогеохимические предвестники землетрясений / под. ред. Г.М. Варшал. – М.: Наука, 1985. – 286 с.
23. Stakheev Yu., Gerasimovsky V.I., Stakheeva S.A. *Geochem. Internal.*, 1975, v.13, p. 1668.
24. Ryzhova V., Mashyanova N., Ozerova N., Pogareva S. / Regular variations of the mercury concentration in natural gas // *The Science of the Total Environment*. – 2003. – № 304. – P. 145–152.
25. Рыжов В.В., Машьянов Н.Р., Озерова Н.А. Особенности пространственно-временной изменчивости содержания ртути в природных углеводородных газах. Опубликовано в: Эколого-геохимические проблемы ртути (сборник научных статей). – М.: ИМГРЭ, 2000. – С. 66-82.
26. Рихванов Л.П., Ляпина Е.Е., Юсупов Д.В. Эманации ртути Байкальского рифта по данным изучения годовых колец деревьев (на примере Тункинской впадины). Док. РАН. Науки о Земле. – 2021. – т. 496, № 1. – С. 30-35.

References

1. Mavlyanov G.A., Sultanhodzhaev A.N., Ulomov V.I. i dr. YAvlenie izmeneniya himicheskogo sostava podzemnyh vod pri zemletryaseni. - Diplom na otkrytie L 129 ot 01.03.1971. Otkrytiya, izobreteniya, promyshlennye obrazcy, tovarnye znaki. – M., 1973. – 42 s.
2. Staheev YU.I. Gidrohimicheskie predvestniki zemletryaseni. – M.: Nauka, 1985. – S. 81.
3. SHvarcman YU.G., Kajev YU.A., Cevelev M.A., Mozoleva E.L. Teoreticheskie predposylki ispol'zovaniya gazortutnyh anomalij kak vozmozhnogo predvestnika zemletryaseni // Prognoz zemletryaseni. – Dushanbe-Frunze: Donish. – 1988. – № 9. – S. 154-159.
4. Varshal G.M., Sobolev G.A., Barsukov V.L. et al. 1984. Separation of volatile components from rocks under mechanical loading as the source of hydrogeochemical anomalies preceding earthquakes. Pure and Applied Geophysics 122: 463-477.
5. Cicerone R.D., Ebel J.E., Britton J. 2009. A systematic compilation of earthquake precursors. Tectonophysics 476: 371-396.
6. Koval P.V., UdodovYu.N., Andrulaitis L.D. et al. 2003. Mercury in the source of the Angara River: five-year concentration trend and possible reasons of its variations. Doklady Earth Sciences 389(2): 282-285.
7. Kamberov I.M. Effektivnost' rtutometricheskogo metoda pri poiskah skrytyh i skryto-pogrebennyh mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh // Gorno–metallurgicheskaya otrasl'. – 2012. – № 7. – S. 55-56.
8. Kamberov I.M., Maev A.G., Nikolaeva L.F., Suzdal'ceva T.V. Gazortutnyj metod pri poiskah mestorozhdenij uglevodorodov // Geologiya i razvedka neдр Kazahstana. – 1996. – № 5. – S. 40-45.
9. Saukov A.A. Geohimicheskie metody poiskov poleznyh iskopaemyh. – M.: MGU, 1963. – 248 s.
10. Patent № 5368, KZ, MKI6 G01V9/00. Sposob atmohimicheskikh poiskov mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya / Kamberov I.M., Politkov M.I. (RK) – № 950724.1; Zayavleno 12.09.95; Opubl. 15.10.97. Byul. № 4.
11. Kamberov I.M., Mad'yarov N.A., Asanova A.A. Predlozheniya po izucheniyu masshtabov nakopleniya rtut'soderzhashchih materialov i othodov dlya snizheniya ih negativnogo vozdejstviya na zdorov'e naseleniya i okruzhayushchuyu sredu v Kazahstane // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2021. – № 1 (41). – S.15-23.
12. Sultanhodzhaev A.N., Abdullaev A.A. Hasanova L.D. i dr. // Uzb. Geol. Zhurnal. – 1982. – № 2. – S. 34.
13. Yangfen I., Zonghua W., Chunsheng S. e.a. J. Geochem. Explor., 1989, v. 33. P.195.
14. Rasskazov S.V., Ilyasova A.M., Snopkov S.V., Chuvashova I.S., Chebykin E.P. Mercury hazard of earthquakes in the Baikal seismic zone / Limnology and Freshwater Biology 2022 (3): 1332-1334. <http://limnolfwbiol.com/index.php/LFWB/article/view/902>.
15. CHEbykin E.P., Il'yasova A.M., Snopkov S.I., Rasskazov S.V. Signaly rtuti podzemnyh vod Kultukskogo poligona vo vremya podgotovki i realizacii Bajkalo-Hubsugul'skoj sejsmicheskoy aktivizacii 2020–2021 gg. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.1.7>
16. Rtut' v podzemnyh vodah Bajkala – gidrogeohimicheskij predvestnik zemletryaseni? Saeva O.P., Dyad'kov P.G., Volynkin S.S. // Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Ekonomika. Geoekologiya: materialy Mezhdunarodnoj nauch. konferencii. – Novosibirsk: izd. SGUGiT, T.2, № 2. – S. 83-89.

17. Rtut' v vode istoka r. Angary pyatiletnij trend koncentracii i vozmozhnye prichiny ego variacij / Koval' P. V. [i dr.] // Doklady RAN– 2003. – № 2, t. 389. – S. 235–238.
18. Grebenshchikova V.I., Kuz'min M.I., Klyuchevskij A.V. i dr. Povyshennye soderzhaniya rtuti v vode istoka reki Angara: otkliki na geodinamicheskie vozdejstviya i sil'nye zemletryaseniya // Dokl. RAN. Nauki o Zemle. – 2020. – T. 491. № 2. – S. 77-81.
19. Li Xuanhu. J. Earthquake Prediction Res., 1992, v.1.p. 223.
20. Fursov V.Z., Vol'sfon N.B., Hvalovskij A.G. DAN SSSR, 1968, t. 179, s.1213.
21. Perezhilov A.E., Staheev YU.I., Ibraev T.A. // Gornyj zhurnal. – 1995. – № 1. – s. 1.
22. Gidrogeohimicheskie predvestniki zemletryasenij / pod. red. G.M. Varshal. – M.: Nauka, 1985. – 286 s.
23. Stakheev Yu., Gerasimovsky V.I., Stakheeva S.A. Geochem. Internal., 1975, v.13, p. 1668.
24. Ryzhova V., Mashyanova N., Ozerova N., Pogareva S. /Regular variations of the mercury concentration in natural gas // The Science of the Total Environment 304 (2003), p. 145–152.
25. Ryzhov V.V., Mash'yanov N.R., Ozerova N.A. Osobennosti prostranstvenno-vremennoj izmenchivosti soderzhaniya rtuti v prirodnyh uglevodorodnyh gazah. Opublikovana v: Ekologo-geohimicheskie problemy rtuti (sbornik nauchnyh statej). – M.: IMGRE, 2000. – S. 66-82.
26. Rihvanov L. P., Lyapina E.E., YUsupov D.V. Emanacii rtuti Bajkal'skogo rifta po dannym izucheniya godovyh kolec derev'ev (na primere Tunkinskoj vpadiny). Dok. RAN. Nauki o Zemle. – 2021. – t. 496, № 1. – S. 30-35.

А. У. Абдуллаев, И. М. Камбаров

*ҚР ТЖМ «Сейсмологиялық бақылаулар мен зерттеулердің ұлттық ғылыми
орталығы» ЖШС, Алматы, Қазақстан*

ТЕКТНИКАЛЫҚ ЖАРЫЛЫМДАРДЫ БӨЛУ ЖӘНЕ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ ЖЕР СІЛКІНІСІН БОЛЖАУ ҮШІН СЫНАПТЫ ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Андатпа. Бұрын жүргізілген зерттеулердің қысқаша талдауы негізінде қоршаған ортаның әртүрлі объектілеріндегі сынаптың құрамы (жер асты және жер үсті сулары, жер үсті атмосферасы, топырақ және топырақ ауасы, ағаш үлгілері), жер сілкінісінің тиімді болжамын іздеу, жер сілкінісін қысқа мерзімді болжау және белсенді тектоникалық жарылымдарды оқшаулау үшін сынап құрамын өлшеу перспективасы туралы қорытынды жасалады.

Түйінді сөздер: жер сілкінісінің болжамы, бастапқы белгілері, сынап мөлшері, тектоникалық жарылымдар, картаға түсіру, жер асты сулары, жер үсті сулары, топырақ ауасы, жер үсті атмосферасы, жылдық ағаш сақиналары.

A. U. Abdullaev, I. M. Kamberov

*LLP «National Scientific Center for Seismological Observations and Research» Ministry of
Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan*

THEORETICAL BASIS AND PROSPECTS OF MERCURY RESEARCH FOR SHORT-TERM EARTHQUAKE FORECASTING AND IDENTIFICATION OF ACTIVE TECTONIC FAULTS

Abstract. Based on a brief analysis of previously conducted studies of mercury content in various environmental objects (underground and surface water, ground atmosphere, soil and soil air, tree samples) aimed at finding effective earthquake precursors, a conclusion is made about the prospects of measuring mercury content for short-term earthquake forecasting and identifying active tectonic faults.

Keywords: earthquake prediction, precursors, mercury content, tectonic faults, mapping, groundwater, surface water, soil air, surface atmosphere, tree rings.

Сведения об авторах / Information about the authors

Абдуллаев Абдулазиз Умарович – доктор геолого-минералогических наук, Академик Международных академий МАИН и МАНЭБ, заведующий Лабораторией флюидного режима земной коры ТОО «Национальный научный центр сейсмологических наблюдений и исследований» МЧС РК, Алматы, Казахстан. E-mail: u.abdullaev@mail.ru

Камберов Иркин Мурдунович – ведущий научный сотрудник лаборатории флюидного режима земной коры ТОО «Национальный научный центр сейсмологических наблюдений и исследований» МЧС РК, Алматы, Казахстан. E-mail: irkamberov@mail.ru

Abdulaziz U. Abdullaev – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician of International Academies MAIN and MANEB, Head of the Laboratory of the Fluid Regime of the Earth's Crust LLP «National Scientific Center for Seismological Observations and Research» Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan. E-mail: u.abdullaev@mail.ru

Irken M. Kamberov – leading researcher of the Laboratory of the Fluid Regime of the Earth's Crust LLP «National Scientific Center for Seismological Observations and Research» Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan. E-mail: irkamberov@mail.ru

УДК 556.166(574)

А. Т. Абдыкалыков¹, С. Д. Шарипханов², С. С. Хасенов³

¹*Национальный университет обороны Республики Казахстан, Астана, Казахстан*

²*Казахстанский научно-исследовательский, обучающий центр в области
гражданской защиты и охраны труда, Астана, Казахстан*

³*АО «ALT Университет им. Мухамеджана Тынышпаева», Алматы, Казахстан*

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПАВОДКОВ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье представлен комплексный научно-аналитический обзор паводковой опасности в Республике Казахстан с акцентом на влияние паводков на объекты транспортной инфраструктуры. Работа опирается на переосмысленную версию предыдущих исследований, дополненных новыми данными за период с 1982 по 2025 годы. Особое внимание уделено горным и предгорным регионам республики, где паводки имеют наиболее разрушительные последствия. В работе систематизированы сведения о наиболее разрушительных паводках, их причинах, географическом распространении и последствиях. Проведён анализ изменений климатических факторов, таких как повышение средних температур и учащение экстремальных осадков, что способствует усилению весеннего снеготаяния и увеличению объёма стока. Установлена тенденция роста частоты и силы паводков, а также расширения зон риска.

В статье выявлены основные проблемные области: физический износ гидротехнических сооружений, отсутствие надёжной системы долгосрочного прогнозирования и слабая межведомственная координация. В качестве результата предлагается структурированная таблица крупных паводков и даются рекомендации по совершенствованию системы защиты: модернизация инфраструктуры, внедрение климатических моделей, развитие превентивных мер и усиление нормативно-правовой базы. Сделан вывод о необходимости перехода от аварийного реагирования к стратегическому управлению водными рисками на основе современных научных подходов.

Ключевые слова: паводки, управление рисками, типы паводков, прогнозирование паводков, водные ресурсы, климатические факторы, инженерная защита, межведомственная координация.

Введение. Паводки представляют собой одно из наиболее распространенных стихийных бедствий в Казахстане, обусловленное резким повышением уровня воды в реках и других водоемах вследствие весеннего снеготаяния, сильных осадков или сочетания этих факторов. По данным международных исследований, почти 59 % всех природных катастроф в стране за период 1990-2014 гг. приходилось именно на наводнения [1]. В особенности паводки характерны для северных и восточных регионов Казахстана, где половодье происходит каждую весну, а также для горных областей юга и юго-востока, подверженных интенсивному снеготаянию [2]. В последние десятилетия участились аномально сильные паводки: достаточно отметить, что весеннее наводнение 2024 года стало, по оценке главы государства, «*крупнейшим стихийным бедствием за последние 80 лет*», вынудившим объявить чрезвычайное положение в 10 регионах и эвакуировать свыше 75 тыс. человек [3].

Причины половодий многообразны. На севере и в центре Республики основным фактором выступает обильное снеготаяние на равнинах («казахстанский» тип паводков по классификации ниже), тогда как на юге и востоке значительную роль играют интенсивные осадки и таяние горных льдов [1]. Согласно современной классификации по характеру водного режима рек, можно выделить несколько типов паводков в Казахстане:

1) Казахстанский тип. Паводки степных и полупустынных рек северных и центральных областей, возникающие преимущественно от интенсивного талого стока весной.

2) Тянь-шаньский тип. Паводки рек гор юга и юго-востока (предгорья Тянь-Шаня), обусловленные быстрым таянием сезонного снега и ледникового покрова в горах.

3) Алтайский тип. Половодья на реках восточного Казахстана (горный Алтай), характеризующиеся продолжительными весенними разливами (1–2 месяца) при обильном снеготаянии.

4) Тип замкнутых бассейнов. Наводнения на малых реках западных и центральных районов, не имеющих стока в океан (безстоковых), вызванные преимущественно экстремальными ливневыми дождями [1].

Наиболее часто паводковые явления повторяются весной. В этот период большие объемы талой воды поступают в реки за короткое время, вызывая разливы. Кроме природных факторов, уязвимость перед паводками усиливают антропогенные причины: износ гидротехнических сооружений, недостаточная пропускная способность дренажных систем и освоение пойменных территорий под жильё и сельское хозяйство [4]. Например, многие водохранилища и дамбы Казахстана построены еще в середине XX века и с тех пор не подвергались капитальному ремонту, что увеличивает риск их прорыва во время половодья [4]. Таким образом, проблема паводков имеет комплексный характер – это и природно-климатический феномен, и инженерно-технический вызов, требующий системного подхода к прогнозированию и снижению ущерба.

Цель и задачи исследования. Цель работы – провести анализ паводковой обстановки в Казахстане, взяв за основу данные за 1963–2025 годы. На основании актуальной информации планируется выявить тенденции изменений характера паводков и их последствий, а также выработать рекомендации по снижению рисков. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Анализ хроники паводков. Собрать сведения о крупнейших наводнениях в Казахстане за указанный период, с указанием причин, масштабов и последствий каждого события. Особое внимание уделяется экстремальным паводкам последних десятилетий (1993, 2008, 2010, 2017, 2024 гг.).

2. Оценка изменений климатических факторов. Изучить роль климатических изменений (повышение температуры, изменение характера осадков) в динамике паводков. Оценить, как потепление климата и деградация ледников влияют на частоту и силу половодий.

3. Выявление проблем и мер защиты. Проанализировать уязвимые места (наиболее подверженные регионы, состояние гидротехники) и оценить эффективность предпринятых мер по прогнозированию паводков и защите от них. На

основе опыта крупных наводнений (например, прорыва дамб) определить, какие уроки извлечены и какие пробелы остаются.

4. Формулировка выводов и рекомендаций. Сопоставив новые данные с прежними выводами, сформулировать обновленные выводы о паводковой опасности в Казахстане и рекомендации по ее снижению.

Методика исследования. Исследование основано на комплексном подходе с применением методов гидрологического анализа, статистики природных катастроф и обзором литературных источников. Информационная база включает данные гидрометеорологической службы (в частности, по осадкам, температуре и водному стоку), отчеты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, а также результаты научных работ из открытых источников. Использованы сведения из международных баз данных по стихийным бедствиям (EM-DAT) и климатических профилей (World Bank, GFDRR), позволяющие оценить частоту паводков и нанесенный ими ущерб [2].

Для анализа климатических факторов были изучены средние аномалии температуры в ключевые месяцы половодья (март–апрель) и их связь с интенсивностью паводков [1].

Кроме того, проведена типологизация паводков по географическим зонам (см. *Введение*), что позволило структурировать анализ. Для каждой крупной реки или региона изучались специфические причины половодья (талый сток, ливни, селевые закупорки русел и др.) и их повторяемость. В ходе работы применялись сравнительные методы: текущие тенденции (после 1992 года) сопоставлены с историческими данными (советский период) из баз предшествующих исследований Хасенова С.С. и коллег. Такой подход позволил выявить новые черты паводкового режима, не отраженные в прежних работах.

Наконец, для оценки мер противодействия паводкам проанализированы нормативные документы и отчеты по инженерной защите территорий. Рассматривались данные о состоянии водохранилищ и дамб, объемах паводкового стока, а также примеры конкретных мероприятий (выпуск воды из водохранилищ, возведение временных дамб, эвакуация населения и пр.) при последних чрезвычайных ситуациях. Все использованные сведения подкреплены научными источниками или официальной статистикой; ссылки приведены по тексту статьи.

Результаты и их обсуждение. На основе собранных данных составлена хроника крупнейших паводков в Казахстане за период 1921–2024 годы [5]. Таблица 1 обобщает информацию о наиболее значимых наводнениях, их причинах и последствиях. Видно, что практически каждое десятилетие страна сталкивалась с одним или несколькими разрушительными паводками регионального масштаба.

Таблица 1 – Крупнейшие паводки в Казахстане (1921–2024 гг.)

Год	Причины и наиболее пострадавшие регионы	Последствия паводка
1921	В ночь с 8 на 9 июля в Алматы обрушился один из наиболее мощных селевых потоков из-за сильных дождей и таяния снега.	Селевые потоки заполнили практически все реки Заилийского Алатау. Значительная часть Алматы превратилась в руины, залитые грязевой массой. 65 домов были разрушены, 174 хозпостройки повреждены, а также частично пострадала Головная арык и дамба на реке Весновка. Селевой поток унес жизни более 500 человек.
1963, 1973, 1977	Обильные дожди, таяние снега и грунтового льда. В июле 1963 года на озере Жарсай в верховьях реки Иссык произошел сель. На озере Иссык резко поднялся уровень воды. Под воздействием волн и перелива воды естественная плотина была разрушена, озеро Иссык уничтожено.	Значительная часть Казахстана, включая его южные и восточные районы, была затоплена. Это привело к серьезным потерям урожая и инфраструктуры. В городе Есик разрушены две улицы, а в районе озера Иссык погибли 52 человека, отдыхавших в этом районе.
1993	Прорыв плотины Актюбинского водохранилища; весеннее половодье в Западном Казахстане (Атырауская, Актюбинская обл.).	По официальным данным, пострадало 669 населенных пунктов, в том числе 41 район и 11 городов. В результате катастрофы погибли 10 человек, 12,7 тысяч жителей были эвакуированы, около 30 тысяч лишились домов. Также было повреждено 875 км дорог, 718 км линий электропередач и других объектов инфраструктуры.
2008	Резкое потепление и таяние снега в феврале; паводок на юге (Южно-Казахстанская обл. и др.).	Было затоплено более 2,5 тысяч домов, 13 тысяч жителей получили ранения, один человек погиб. Ущерб оценили в 130 миллионов долларов.
2010	Прорыв частной дамбы водохранилища Кызылагаш (Алматинская обл.) после ливней и снеготаяния.	В результате 45 человек погибли, в том числе восемь детей, еще 300 получили ранения. Почти 80 % домов в селе были разрушены: 146 строений двухметровая волна снесла почти полностью, 251 дом сильно пострадал. Ущерб оценили более 8 миллиардов тенге.
2012	Из-за сильных ливней и резкого потепления были подтоплены 25 населенных пунктов в Арыском, Отырарском и Ордабасинском районах, а также город Шымкент.	Затопления затронули 969 дворов, из которых 428 домов полностью остались под водой. Кроме того, были эвакуированы 2260 человек. Для ликвидации последствий наводнений было выделено 713 миллионов тенге.
2014	Мощное наводнение обрушилось на Карагандинскую область 31 марта 2014 года. Разрушилась плотина Кокпектинского водохранилища.	Погибли пять человек, затоплено около сотни домов. Многие жители были госпитализированы с диагнозом "переохлаждение". Материальный ущерб был оценен в размере 87,6 миллионов тенге.
2017	Аномально тёплая весна, быстрое снеготаяние и дождевые паводки в нескольких регионах (Акмолинская, Сев.-Каз., Карагандинская обл. и др.).	Отмечены разрывы дамб (Атбасар) и рекордное переполнение водохранилищ. В общей сложности были эвакуированы свыше 7 000 человек; подтоплено сотни домов в 5–6 областях. Погибли 6 человек.
2024	Экстремальное половодье: сочетание обильного снеготаяния и осадков; наводнение общенационального масштаба (10 регионов, преимущественно север и запад).	Самый крупный паводок за 80 лет. Введён ЧС в 10 обл.; эвакуировано свыше 120 000 жителей. Разрушено свыше 17 000 зданий; прямой ущерб оценён ~440 млн долл. Потребовалась помощь армии и волонтеров для ликвидации последствий [5].

Примечание: в таблице приведены наиболее резонансные события; многие менее масштабные паводки (локальные подтопления) происходили практически ежегодно, особенно в 2010–2024 годы.

Из таблицы 1 видно, что характер паводков отличается в зависимости от региона и причин. Так, паводок 1993 года на западе страны был связан с разрушением гидротехнического сооружения (плотины) в сочетании с весенним половодьем, тогда как в 2008 году наводнение произошло на юге из-за аномально раннего таяния снегов в середине зимы. Катастрофы в 2010, 2014 годах носили техногенно-природный характер: приватизированное водохранилище Кызылагаш оказалось переполнено, и плотина прорвалась, вызвав лавинообразный сход воды [5]. Аналогичная ситуация произошло с Кокпектинским водохранилищем. Эти наводнения стали самыми смертоносными за последние десятилетия. Для сравнения, паводки 2017 и 2024 годов имели более широкую географию и были обусловлены в первую очередь климатическими аномалиями – необычно высокими температурами и обильными осадками, охватившими одновременно несколько областей.

Важно отметить, что *частота крупных паводков, судя по хронике, не снижается*. Наоборот, в 21-м веке наблюдается серия почти ежегодных весенних наводнений разной силы (особенно в 2010–2024 гг.), кульминацией которой стал рекордный паводок 2024 года. Ежегодный средний ущерб от наводнений для экономики Казахстана оценивается в ~\$480 млн, при этом около 44 тыс. человек ежегодно подвергаются риску подтопления (данные на 2010 г.). В уязвимых западных и южных регионах (например, Атырауская, Кызылординская обл.) ущерб от паводков в средний год эквивалентен 5–11 % валового регионального продукта, что говорит о высокой значимости проблемы для социально-экономической сферы [2].

Влияние климатических изменений на паводки. Новые данные свидетельствуют о существенной роли изменения климата в усиливающихся паводках. Анализ долгосрочных рядов показал статистически значимое повышение температур в весенние месяцы в Казахстане. В частности, в северных областях средняя температура марта–апреля за последние десятилетия увеличилась на ~3°C относительно среднемноголетней (1901–2017 гг.). Именно подобные аномалии потепления наблюдались перед паводком 2017 г.: март и апрель того года стали одними из самых тёплых, что привело к одновременному таянию снега на большой территории [1]. В сочетании с эпизодами интенсивных осадков это обусловило формирование сразу нескольких этапов паводка и переполнение водохранилищ (как отмечалось на Сергеевском водохранилище весной 2017 г., достигшем исторического максимума уровня воды) [5].

Глобальное потепление, по оценкам экспертов, увеличивает риски паводков. Таяние ледников и снегов в горах идет ускоренными темпами, приводя к повышенному весеннему стоку. Согласно прогнозам, в ближайшие десятилетия продолжится рост экстремального стока в холодный период года: ожидается учащение эпизодов *«слишком быстрого наступления весны»*, когда резкое потепление рано весной вызывает одновременный дружный сход снега [1]. Исследования показывают, что при сценарии сохранения высоких выбросов парниковых газов количество людей, подвергаемых экстремальным наводнениям, может возрасти на ~72 % к середине века [2]. Уже сейчас отмечается увеличение частоты дней с аномальными ливнями и случаев, когда за месяц выпадает 2–4 месячных нормы осадков, как произошло, например, в апреле 2025 г. на севере Казахстана. Такая комбинация факторов – *теплая зима + мощные осадки* – стала

причиной двух подряд сильных паводков (2024 и 2025 гг.) в северных регионах страны [6].

С другой стороны, долгосрочные изменения гидрологического режима могут проявиться в сокращении стока к концу века. Так, ускоренное таяние ледников Тянь-Шаня сначала увеличит половодье в среднесрочной перспективе, но по мере исчезновения ледников объем весеннего стока может снизиться [2]. Моделирование сценариев показывает разброс мнений относительно пика паводковой опасности: одни исследования предсказывают максимум половодья в середине века, другие – более раннее наступление паводковых пиков с последующим уменьшением притока [2]. Тем не менее, консенсус состоит в том, что в ближайшие десятилетия Казахстану следует готовиться к *усилению паводковых рисков* [2]. Это подтверждается уже происходящими событиями. Необычайно тёплый 2024 год побил все рекорды средней температуры, что прямо отразилось на масштабах весеннего половодья. Таким образом, изменение климата из абстрактного фактора превратилось в непосредственную угрозу, требующую учета при планировании защитных мер.

Уязвимые места и опыт противопаводковых мер. Анализ последних паводков высветил ряд системных проблем в обеспечении безопасности. Во-первых, значительная часть гидротехнической инфраструктуры устарела. Более 80 % водохранилищ Казахстана были построены в 1950–1990-е годы [4]. С 1991 года введено в строй лишь 16 новых водохранилищ [4], что явно недостаточно на фоне растущей нагрузки на существующие емкости. К тому же, как показал паводок 2024 года, многие гидросооружения эксплуатируются без должного контроля: перед весной 2024 г. обследование выявило 537 плотин и дамб с дефектами, требующими неотложного ремонта [4]. В частности, в Актюбинской области из-за дефектов дамбы Магаджанского водохранилища 5 апреля 2024 года произошел ее прорыв, который привел к затоплению нескольких сел и садоводческих товариществ; дамба 1985 года постройки не ремонтировалась почти 40 лет [4]. Этот случай напоминает трагедию Кызылагаша 2010 г., когда халатность владельцев также сыграла роковую роль [5]. Совокупность подобных инцидентов указывает на необходимость срочного аудита и ремонта гидротехнических сооружений по всей стране.

Во-вторых, география ущерба от паводков показывает, что наиболее уязвимыми регионами являются низменные западные области (Прикаспийская низменность) и северные регионы с равнинными реками. Запад Казахстана страдает не только от половодья собственных рек, но и от трансграничных факторов – весной 2023–2024 гг. отмечались случаи, когда паводковые воды с территории соседней России ухудшали ситуацию на Урале и Тоболе [7]. Северо-Казахстанская область ежегодно переживает подтопления в пойме реки Есиль (Ишим): так, в 2025 г. разлив Есиля затронул пригороды Петропавловска, потребовав эвакуации жителей дачных поселков [6]. Инженерная защита городов на севере пока недостаточна – дренажные системы не всегда справляются с объемом талых вод, из-за чего весной регулярно затапливает сотни приусадебных участков и подвалы домов [5].

Определенные усилия по снижению паводковых рисков предпринимаются. После событий 2024 года правительство инициировало пересмотр государственной *Концепции управления водными ресурсами*, включив планы строительства 42 новых водохранилищ к 2030 г. и реконструкции десятков существующих [4]. Ежегодно

перед паводкоопасным периодом проводятся профилактические мероприятия: понижение уровня воды в крупных водохранилищах до ~70 % от полного объема, укрепление дамб, расчистка русел рек и арыков [5, 6]. В ходе паводков 2024–2025 гг. активно использовались технические средства – мощные насосы для откачки воды, возведение временных дамб из мешков с песком, взрывные работы для ликвидации ледяных заторов [6]. Благодаря превентивной эвакуации населения (в 2023 г. из села Каратал заблаговременно вывезли 400 жителей перед размывом защитной насыпи [5]) удалось избежать жертв во многих эпизодах. Эти примеры показывают, что грамотная подготовка и раннее предупреждение способны существенно снизить ущерб.

Тем не менее, остаются нерешенные проблемы координации и ответственности. Как отметил Президент РК после паводка 2024 г., необходимо устранить «нестыковки и недоработки» – от отсутствия профилактических работ и дефицита кадров-гидротехников до беспечного отношения к природе (например, вырубка лесов в поймах). Также обсуждается ужесточение ответственности собственников гидросооружений: пока штрафы за отсутствие деклараций безопасности дамб минимальны, что не стимулирует владельцев вкладываться в безопасность. Без решения этих вопросов риск повторения катастрофических паводков останется высоким.

Заключение. Актуализированный анализ паводков в Казахстане за 1963–2025 гг. позволяет сделать ряд важных выводов. Во-первых, паводковая опасность в стране не снижается, а имеет тенденцию к росту. Несмотря на развитие гидротехнической инфраструктуры в XX веке, последние десятилетия ознаменовались чередой рекордных наводнений. Число пострадавших регионов и масштаб ущерба (до сотен миллионов долларов) свидетельствуют о том, что паводки прочно вошли в число приоритетных угроз для Казахстана.

Во-вторых, выявлена прямая связь между климатическими изменениями и экстремальными паводками. Потепление зимне-весеннего периода и учащение аномальных осадков создают условия для более частых и мощных половодий. Наблюдения и моделирование показывают, что дальнейшее повышение температуры с большой вероятностью приведет к усилению весенних паводков в ближайшие 2–3 десятилетия. Это требует учета сценариев изменения климата при планировании водохозяйственных мероприятий и развития городов.

В-третьих, обнажились проблемы технического и организационного характера, усиливающие ущерб от паводков. Износ и недостаточное обслуживание плотин и водохранилищ стали причиной нескольких крупных аварий (2010, 2014 гг.), поэтому модернизация водной инфраструктуры – насущная задача. Необходимо значительно повысить надежность гидротехнических сооружений (ремонт более 500 дефектных гидротехнических сооружений уже назрел) и строить новые емкости для регулируемого задержания паводковых вод. Одновременно важно улучшать систему оповещения и подготовки: опыт 2023–2025 гг. показал эффективность заблаговременной эвакуации и превентивных спусков воды, что спасло сотни жизней и объектов.

В-четвертых, требуется усиление межведомственной координации и научного сопровождения. Паводки – комплексная проблема, на стыке гидрометеорологии,

экологии и строительства. Необходимы совместные усилия синоптиков, гидрологов, инженеров и местных властей для разработки детальных карт паводковых рисков, обеспечения надзора за гидросооружениями и просвещения населения. Следует активно внедрять современные технологии прогнозирования паводков (численные модели снеготаяния, спутниковый мониторинг затоплений и т. п.), используя как собственный, так и международный опыт.

Подводя итог, паводки в Казахстане остаются серьезной стихией, но степень их разрушительности во многом зависит от подготовленности. Новые данные подтвердили ряд выводов предыдущих исследований (например, ведущую роль таяния снегов) и добавили понимание влияния изменения климата и человеческого фактора. На основе проведенного анализа рекомендуется ускорить модернизацию гидротехнической инфраструктуры, усилить климатический мониторинг и планирование, а также развивать культуру безопасности в паводкоопасных районах. Реализация этих мер способна существенно снизить ущерб от будущих паводков и обеспечить устойчивое развитие территорий, подверженных половодью.

Благодарности: настоящая работа опиралась на сведения из открытых источников, а также на труд С.С. Хасенова, заложивший основу исследования паводков, - стиль и содержание данной статьи выдержаны в русле его работы, дополненной новыми сведениями.

Список литературы

1. Description and Attribution Analysis of the 2017 Spring Anomalous High Temperature Causing Floods in Kazakhstan // Journal of the Meteorological Society of Japan. – 2020. – 98(6). – S. 1353–1368, 16 sh. [Electronic resource]. – URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/98/6/98_2020070/_html/char/en#:~:text=spring%20floods%20was%20evaluated%20using,This%20was%20the%20primary
2. Climate Risk Country Profile: Kazakhstan (2021): The World Bank Group and the Asian Development Bank. World Bank Publications, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; факс: 202-522-2625; pubrights@worldbank.org. – 32 sh. [Electronic resource]. – URL: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-06/15834-WB_Kazakhstan%20Country%20Profile-WEB.pdf#:~:text=match%20at%20L1121%20killing%20more,and%20eastern%20parts%20of%20Kazakhstan
3. Kazakhstan Struggles to Contain Floods; Worst Natural Disaster in 80 Years, President Says. 8 April 2024. – 3sh. [Electronic resource]. – URL: <https://timesca.com/kazakhstan-struggles-to-contain-floods-worst-natural-disaster-in-80-years-presidentsays/#:~:text=%E2%80%9CThis%20is%20the%20largest%20natural,on%20national%20television%20on%20Saturday>
4. Муратбек Макулбеков. Будут ли паводки в Казахстане в 2025 году. 19 Ноябрь, 2024. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.inform.kz/>
5. Елена Бережная. Паводки в Казахстане: самые крупные наводнения в истории страны / Новостное сетевое агентство Sputnik. – Алматы, 2024 г. – 7 с.
6. Adam Voiland. Spring Flooding in Kazakhstan / NASA Earth Observatory. April 9, 2025 [Electronic resource]. – URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/154265/spring-flooding-in-kazakhstan#:~:text=Heavy%20rains%20and%20warm%20temperatures,higher%20than%20usual>
7. Floods in Kazakhstan / Wikipedia. The Free Encyclopedia. [Electronic resource]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Floods_in_Kazakhstan#:~:text=Tobol%20%20rivers%2C%20reached%20elevated,17

8. Хасенов С.С. Прогнозирование паводков в Казахстане // Материалы IV Международной конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, производство», посвященная 145-летию первого казахского инженера-путейца М. Тынышпаева и 120-летию казахстанской железной дороги. 2024. – С. 29-42.

References

1. Description and Attribution Analysis of the 2017 Spring Anomalous High Temperature Causing Floods in Kazakhstan // Journal of the Meteorological Society of Japan. – 2020. – 98(6). – S. 1353–1368, 16 sh. [Electronic resource]. – URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/98/6/98_2020070/_html/char/en#:~:text=spring%20floods%20was%20evaluated%20using,This%20was%20the%20primary
2. Climate Risk Country Profile: Kazakhstan (2021): The World Bank Group and the Asian Development Bank. World Bank Publications, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; faks: 202-522-2625; pubrights@worldbank.org. – 32 sh. [Electronic resource]. – URL: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-06/15834-WB_Kazakhstan%20Country%20Profile-WEB.pdf#:~:text=match%20at%20L1121%20killing%20more,and%20eastern%20parts%20of%20Kazakhstan
3. Kazakhstan Struggles to Contain Floods; Worst Natural Disaster in 80 Years, President Says. 8 April 2024. – 3sh. [Electronic resource]. – URL: <https://timesca.com/kazakhstan-struggles-to-contain-floods-worst-natural-disaster-in-80-years-president-says/#:~:text=%E2%80%9CThis%20is%20the%20largest%20natural,on%20national%20television%20on%20Saturday>
4. Muratbek Makulbekov. Budut li pavodki v Kazaxstane v 2025 godu. 19 Noyabr`, 2024. [Elektronnyj rsesurs]. – URL: <https://www.inform.kz/>
5. Elena Berezhnaya. Pavodki v Kazaxstane: samye krupnye navodneniya v istorii strany / Novostnoe setevoe agentstvo Sputnik. – Almaty, 2024 g. – 7 s.
6. Adam Voiland. Spring Flooding in Kazakhstan / NASA Earth Observatory. April 9, 2025 [Electronic resource]. – URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/154265/spring-flooding-in-kazakhstan#:~:text=Heavy%20rains%20and%20warm%20temperatures,higher%20than%20usual>
7. Floods in Kazakhstan / Wikipedia. The Free Encyclopedia. [Electronic resource]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Floods_in_Kazakhstan#:~:text=Tobol%20%20rivers%2C%20reached%20elevated,17
8. Xasenov S.S. Prognozirovanie pavodkov v Kazaxstane // Materialy IV mezhdunarodnoj konferencii «Innovacionny'e tehnologii na transporte: obrazovanie, nauka, proizvodstvo», posvyashhennaya 145-letiyu pervogo kazaxskogo inzhenera-putejca M. Tynyshpaeva i 120-letiyu kazaxstanskoj zheleznoj dorogi. 2024. – S. 29-42.

А. Т. Абдықалыков¹, С. Д. Шәріпханов², С. С. Хасенов³

¹Қазақстан Республикасының Ұлттық қорғаныс университеті, Астана, Қазақстан
²Азаматтық қорғау және еңбекті қорғау саласындағы Қазақстандық ғылыми-зерттеу және оқу орталығы, Астана, Қазақстан

³«Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ университеті» АҚ, Алматы, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТҮРЛІ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ СУ ТАСҚЫНДАРЫН ЖӘНЕ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІН КЕҢЕСТІ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан Республикасындағы су тасқыны қауіпіне кешенді ғылыми-талдамалық шолу жасалған, атап айтқанда, су тасқынының көлік инфрақұрылымы

нысандарына әсері қарастырылған. Зерттеу 1982–2025 жылдар аралығындағы жаңа деректермен толықтырылған алдыңғы еңбектердің жаңаша пайымдалуына негізделген. Ерекше назар су тасқынының ең жойқын салдары байқалатын тау және тау бөктері аймақтарына аударылған. Жұмыста ең қауіпті су тасқындары, олардың себептері, географиялық таралуы және салдары туралы мәліметтер жүйеленген. Орташа температураның көтерілуі мен жауын-шашынның жиілеуі сияқты климаттық факторлардың өзгерісі талданып, олардың көктемгі қар еруінің күшеюі мен су ағыны көлемінің артуына ықпал ететіні көрсетілген. Су тасқындарының жиілігі мен қарқындылығының артуы, сондай-ақ қауіп аймақтарының кеңеюі үрдісі анықталды.

Мақалада негізгі проблемалық салалар айқындалды: гидротехникалық құрылыстардың тозуы, ұзақ мерзімді болжау жүйесінің сенімсіздігі және ведомстваралық үйлестірудің әлсіздігі. Нәтиже ретінде ірі су тасқындарының құрылымдалған кестесі ұсынылып, қорғаныс жүйесін жетілдіру бойынша ұсыныстар берілген: инфрақұрылымды жаңғырту, климаттық үлгілерді енгізу, алдын алу шараларын дамыту және нормативтік-құқықтық базаны күшейту. Су ресурстарының қауіптерін басқаруда апаттық әрекеттен стратегиялық басқаруға көшу қажеттігі туралы қорытынды жасалды.

Түйінді сөздер: су тасқыны, тәуекелдерді басқару, су тасқыны түрлері, болжау әдістері, су ресурстары, климаттық факторлар, инженерлік қорғаныс, ведомстваралық үйлестіру.

A. T. Abdykalykov¹, S. D. Sharipkhanov², S. S. Khasenov³

¹*The National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan*

²*The Kazakhstan Research and Training Center in the Field of Civil Defense
and Labor Protection, Astana, Kazakhstan*

³*The JSC «ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev», Almaty, Kazakhstan*

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF FLOODS AND PROTECTION METHODS IN VARIOUS REGIONS OF KAZAKHSTAN

Abstract. The article presents a comprehensive scientific and analytical review of flood hazards in the Republic of Kazakhstan, with a particular focus on the impact of floods on transportation infrastructure. The study builds upon a reinterpreted version of earlier research, enriched with updated data covering the period from 1982 to 2025. Special attention is given to mountainous and foothill regions of the country, where floods tend to cause the most devastating consequences. The work systematizes information on major flood events, their causes, geographical distribution, and consequences. The analysis highlights changes in climatic factors – such as rising average temperatures and the increased frequency of extreme precipitation – which intensify spring snowmelt and raise surface runoff volumes. The study identifies a growing trend in both the frequency and intensity of floods, as well as the expansion of risk zones.

Key problem areas are outlined, including the physical deterioration of hydraulic structures, the lack of a reliable long-term forecasting system, and weak interagency coordination. As a result, the article provides a structured table of major floods and offers recommendations to improve the protection system: modernization of infrastructure, implementation of climate models, development of preventive measures, and strengthening of the regulatory framework. The article concludes with a call to shift from emergency response to strategic water risk management based on modern scientific approaches.

Keywords: floods, risk management, flood types, flood forecasting, water resources, climatic factors, engineering protection, interagency coordination.

Сведения об авторах / Information about the authors

Абдыкалыков Арман Тлеулесович – доктор философии (PhD), ассоциированный профессор (доцент), профессор кафедры гражданской защиты Национального университета обороны Республики Казахстан, Астана, Казахстан. E-mail: abdykalykov@mail.ru

Шарипханов Сырым Дюсенгазиевич – доктор технических наук, ассоциированный профессор (доцент), директор ТОО «Казахстанский научно-исследовательский, обучающий центр в области гражданской защиты и охраны труда», Астана, Казахстан. E-mail: shsyrym@rambler.ru

Хасенов Серик Сатыбаевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Транспортное строительство» АО «ALT Университет им. Мухамеджана Тынышпаева», Алматы, Казахстан. E-mail: sake-56@mail.ru

Arman T. Abdykalykov – Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor, Professor of the Department of Civil Defense of the National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. E-mail: abdykalykov@mail.ru

Syrym D. Sharipkhanov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Kazakhstan Scientific Research and Training Center in the field of Civil Protection and Labor Protection LLP, Astana, Kazakhstan. E-mail: shsyrym@rambler.ru

Serik S. Khasenov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Transport Construction of JSC «ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev», Almaty, Kazakhstan. E-mail: sake-56@mail.ru

УДК 556.16

С. Г. Габбасов, Ж. З. Толеубекова, З. Н. Курмангалиева

*НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина», Астана, Казахстан*

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И КОМПЛЕКС НЕОБХОДИМЫХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ДЕЙСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА ПАВОДКОВ И НАВОДНЕНИЙ

Аннотация. В статье освещен комплекс вопросов, связанных с обеспечением действенного мониторинга и прогноза паводков и наводнений, которые согласно требованиям законодательства о гражданской защите, а также нового Водного кодекса отнесены и к чрезвычайным ситуациям, и к вредному воздействию вод соответственно.

Приведенный в статье сравнительный анализ законодательных требований показал, что меры по их предупреждению практически идентичны – мониторинг, прогнозирование, оценка рисков, паспортизация, планирование и реагирование.

Для выполнения указанных приоритетных задач территориальными органами Министерства по чрезвычайным ситуациям и Институтом географии создана развитая информационно-аналитическая основа. Это уникальные по содержанию паспорта безопасности объектов всех территориально-административных единиц Казахстана и Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций.

В статье особо отмечены положительные результаты, организованной Министерством по чрезвычайным ситуациям работы по цифровой трансформации в области предупреждения чрезвычайных ситуаций, в том числе в тесном сотрудничестве с АО «НК «Казахстан Гэриш Сапары», ОБСЕ и Центром по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий.

Предложено проработать вопрос интеграции цифровых материалов и данных системы управления рисками природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, а также водной безопасности в единое информационное пространство с обязательной автоматизацией процедуры обновления данных. Это является прочной основой для своевременной разработки и реализации эффективного комплекса мероприятий по предупреждению негативных последствий для граждан и общества, паводков, наводнений, разрушений берегов, защитных дамб и других сооружений.

Ключевые слова: мониторинг и прогноз паводков и наводнений, вредное воздействие вод, водная безопасность, паспорта безопасности объектов, Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций, цифровая трансформация.

Введение. Согласно официальным данным, бедствия от наводнений составляют приблизительно одну треть всех стихийных бедствий во всем мире (по количеству и экономическим потерям) и несут больше, чем половину несчастий [1].

Президент Республики Казахстана Касым-Жомарт Кемелевич Токаев 6 апреля прошлого года в обращении к гражданам заявил, что паводки в стране 2024 года стали самым крупным бедствием по своим масштабам и последствиям за последние 80 с лишним лет, а режим чрезвычайной ситуации местного масштаба объявлен в десяти регионах страны. Глава государства указывает на то, что крайне актуальной

задачей являются предупреждение подобных чрезвычайных ситуаций и обеспечение безопасности населения, а также необходим надлежащий механизм прогнозирования кризисных ситуаций.

Правовые основы. Правовые основы для выполнения на практике указанных приоритетных задач были заложены в национальном законодательстве, изначально о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, а затем о гражданской защите (с момента принятия одноименных законов в 1996 году и в 2014 году соответственно) и в водном законодательстве Республики Казахстан (с принятием 9 июля 2003 года Водного кодекса и нового Водного кодекса от 9 апреля текущего года).

Следует отметить, что новый Водный кодекс включает ряд масштабных нововведений, позволяющих значительно актуализировать эффективное решение вопросов предупреждения вредного воздействия вод, обеспечения безопасной эксплуатации водохозяйственных и гидротехнических сооружений.

В соответствии с Законом Республики Казахстан «О гражданской защите» соответствующими основными задачами гражданской защиты являются [2]:

- предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций (ЧС) и их последствий;
- информирование и оповещение населения, органов управления гражданской защиты заблаговременно при наличии прогноза об угрозе возникновения ЧС и (или) оперативно при возникновении ЧС;
- создание, развитие и поддержание в постоянной готовности систем оповещения и связи.

Основными принципами гражданской защиты соответственно являются: минимизация угроз и ущерба гражданам и обществу от ЧС, гласность и информирование населения и организаций о прогнозируемых и возникших ЧС, принятых мерах по их предупреждению и ликвидации, включая ликвидацию их последствий [2].

К соответствующим общим мероприятиям гражданской защиты по предупреждению ЧС относятся [2]:

- организация систем мониторинга, в том числе с использованием средств дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), оповещения гражданской защиты, защиты территорий и объектов от ЧС;
- разработка областных, городов республиканского значения, столицы, районных, городских, районных в городе паспортов безопасности, а также разработка паспортов акваторий водных объектов;
- научные исследования, прогнозирование и оценка опасности возможных ЧС, в том числе вызванных или усугубленных воздействиями изменения климата, а также их социально-экономических последствий.

Адресные мероприятия гражданской защиты от наводнений, паводков и затоплений направлены на обеспечение безопасности населения, объектов, инфраструктуры и включают: проектирование, строительство и эксплуатацию защитных гидротехнических и иных сооружений, организацию мониторинга изменения уровня морей и крупных водоемов, состояния окружающей среды,

оповещения населения и работников организаций о нагонных явлениях в прибрежной зоне [2].

В свою очередь, новый Водный кодекс [3] впервые вводит понятие водной безопасности, выражающейся в состоянии защищенности населения и национальной экономики Республики Казахстан от реальных и потенциальных угроз, связанных с дефицитом водных ресурсов и их ненадлежащим качеством, а также от вредного воздействия вод [3].

Под вредным воздействием вод соответственно понимаются: наводнение, затопление, подтопление, разрушение берегов, защитных дамб и других сооружений образование оползней, селевых потоков и других вредных явлений [3].

Водная безопасность Республики Казахстан обеспечивается за счет предупреждения вредного воздействия вод, обеспечения устойчивого функционирования и безопасной эксплуатации водохозяйственных и гидротехнических сооружений [3].

Предупреждение и ликвидация вредного воздействия вод предусматривает единую систему мер, содержащую прогнозирование, оценку, планирование и реагирование. Прогнозы и оценка риска вредного воздействия вод, а также основные мероприятия по их предупреждению и ликвидации определяются в бассейновых планах охраны и использования водных ресурсов. Бассейновый план должен содержать карту территорий, подверженных вредному воздействию вод, а также меры по их предупреждению. В целях предупреждения вредного воздействия вод проводится государственный мониторинг водных объектов и водных ресурсов, представляющий собой обеспечиваемую государством комплексную систему наблюдений, измерений, сбора, накопления, хранения, учета, систематизации, обобщения, обработки и анализа полученных данных в отношении показателей состояния водных объектов [3].

Особо ценным является то, что вопросы безопасности гидротехнических сооружений в составе нового Водного кодекса выделены в отдельную главу. При этом в ней систематизированы вопросы формирования и ведения реестра гидротехнических сооружений, их эксплуатации, а также проведения многофакторных обследований с разработкой деклараций безопасности. Также предусмотрена разработка регламента безопасности гидротехнических сооружений, где прописаны их виды и особенности конструкции, требования по безопасности, проектированию, строительству, эксплуатации, реконструкции и консервации. Реестр сооружений содержит информацию о наименовании, местоположении, собственнике (владельце), целевом назначении, технических характеристиках, условиях эксплуатации, техническом состоянии сооружений. Реестр сооружений ведется на основе паспортов сооружений и является частью национальной информационной системы водных ресурсов.

Весьма важно, что ежегодно будет публиковаться национальный информационный отчет, который будет содержать информацию о состоянии, охране и использовании воды в стране за предыдущий календарный год. В нем приводятся данные о водности рек, количестве и состоянии гидротехнических сооружений, реализованных мероприятиях по охране водных ресурсов, сведения о реализации инвестиционных проектов и т.д.

Следует особо подчеркнуть, что предусмотренные законодательством о гражданской защите, а также водным законодательством Республики Казахстан вышеуказанные меры по предупреждению ЧС, а также вредного воздействия вод практически идентичны – мониторинг, прогнозирование, оценка рисков, паспортизация, планирование и реагирование.

Комплексная информация, в том числе пространственные данные. Проведенный анализ, соответствующих рассматриваемой тематике требований Закона «О гражданской защите» и действующего Водного кодекса, свидетельствует о том, что именно заблаговременная, основанная на всесторонней оценке риска и прогнозирования ЧС, их возможных последствий, достоверная информация, полные пространственные данные, в том числе с использованием географической информационной системы и ДЗЗ, являются основой для эффективного выполнения рассматриваемых главных задач гражданской защиты и водного законодательства.

Необходимо особо отметить, что согласно Закону Республики Казахстан от 21 декабря 2022 года №166- VII ЗРК «О геодезии, картографии и пространственных данных», использование географической информационной системы (ГИС) обеспечивает сбор, обработку, анализ, моделирование, хранение, распространение и иное использование пространственной информации о Земле, об объектах земной поверхности, природных, техногенных и общественных процессах. Пространственные данные – это информация, содержащая сведения о местоположении объектов местности, предоставленная в определенной форме и координатной системе отсчета [4].

Для достижения рассматриваемых приоритетных задач по предупреждению и прогнозированию возможных негативных последствий ЧС, в том числе наводнений, паводков, затоплений, подтоплений, разрушений защитных дамб и других сооружений в Казахстане создана развитая информационно-аналитическая основа.

Паспорта безопасности. Министерством по чрезвычайным ситуациям обеспечено создание и регулярное обновление уникального по содержанию банка данных по всем характерным для Казахстана ЧС путем разработки паспортов безопасности объектов всех территориально - административных единиц Казахстана. Разработка областных, городов республиканского значения, столицы, районных, городских, районных в городе паспортов безопасности относится к общим мероприятиям гражданской защиты по предупреждению ЧС.

Паспорта безопасности разрабатываются для [5]:

- 1) оценки риска и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;
- 2) оценки возможных последствий ЧС;
- 3) разработки комплекса мероприятий по предупреждению, снижению риска и смягчению последствий ЧС на территории Республики Казахстан (далее - Комплекс мероприятий);
- 4) определения зон распространения ЧС.

Для разработки указанного Комплекса мероприятий в Паспорте безопасности территориальными органами Министерства по чрезвычайным ситуациям, с использованием запрашиваемых в территориальных подразделениях государственных органов, местных исполнительных органах, предприятиях и других

организациях данных, определяются показатели риска возникновения ЧС природного характера и техногенного характера [5].

Учитывая известную подверженность территории Казахстана негативным последствиям паводков и наводнений в Паспортах безопасности в приоритетном порядке заблаговременно определяются показатели риска гидрологических опасных явлений на территориях страны, включающие [5]:

- общие сведения о паводкоопасных участках (территориях);
- сведения о паводкоопасных населенных пунктах, подпадающих под угрозу подтопления от талых (внутри населенных пунктов, прихода с полей, лесов), грунтовых и дождевых вод;
- характеристики зон возможного затопления от водных объектов;
- информацию о населенных пунктах, пострадавших от затопления за последние 5 лет;
- информацию о затапливаемых участках и местах перелива на автомобильных и железных дорогах;
- информацию о затапливаемых участках и местах перелива на территории аэропорта.

Именно указанные сведения, характеристики и информация, включающие 58 обязательных к определению показателей на сегодняшний день являются главной основой для разработки и реализации комплекса мер по предупреждению, снижению риска и смягчению последствий гидрологических опасных явлений на территории Республики Казахстан.

Кроме того, Паспорта безопасности являются первоначальной базой для формирования картографических материалов в сфере природных и техногенных рисков. При их заполнении включается дополнительная информация в виде карт подверженности ЧС с учетом особенностей территорий. Карты области корректируются ежегодно на бумажном и электронном носителях в масштабе 1:500000 с нанесенными на них зонами последствий возможных ЧС природного и техногенного характера с пояснительной запиской. Карта города, района в масштабе 1:100000. Допускается разработка отдельных карт по видам чрезвычайных ситуаций.

Атлас карт природных и техногенных ЧС. Впервые в Казахстане с использованием новейших геоинформационных технологий ТОО «Институт географии» АО «ННТХ «Парасат» Министерства образования и науки РК в 2010 году был разработан Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций (далее – Атлас) [6, 7].

Атлас состоит из пяти разделов: 1 - карты общего содержания (8 карт), 2 - карты средств организации предупреждения и ликвидации последствий ЧС (7 карт), 3 - карты природных опасностей и рисков (108 карт), 4 - карты биолого-социальных и экологических опасностей и рисков (34 карты), 5 - карты техногенных опасностей и рисков (25 карт). Всего атлас содержит 182 карты. Среди стран СНГ подобного рода Атлас есть только в России. Наиболее обширным является раздел Атласа «Природные опасности и риски ЧС», к которым относятся гидрометеорологические опасные явления (паводки, наводнения, и др.). Для каждого вида опасного природного процесса составлялись два типа карт: карты степени опасности и карты уровня риска [8].

В данном уникальном картографическом произведении также представлены подробные данные о структуре и задачах государственной системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера, сети пунктов наблюдений и лабораторного контроля.

Паспорта рек. АО «Институт географии и водной безопасности» по разработанной его специалистами форме паспортов были составлены 8 паспортов рек, для всех восьми водохозяйственных бассейнов Республики Казахстан. Вся информация, включенная в паспорта рек, приведена в пределах их административно-водохозяйственных границ [9].

Общее количество идентифицированных и представленных в «Паспорте рек Казахстана» рек и временных водотоков составляет 17 736. В этот перечень включены все водотоки, постоянные и временные, имеющие длину от 10 км в горных и от 5 км в равнинных районах, а также обследованные водотоки длиной менее 5 км. Реки длиной 10 км и более приведены с округлением до целого километра, длиной менее 10 км - с точностью до 0,1 км. Необходимо отметить, что Паспорт рек и временных водотоков Казахстана разработан впервые и является уникальным, оригинальным справочным пособием [9].

Дополнительно к Паспорту рек Казахстана разработана их веб-версия «Система цифровых паспортов рек», где представлена серия инвентаризационных карт гидрографической сети, которая имеет перспективы для расширения функциональных возможностей, доработки текущих и создания новых аналитических инструментов, в том числе для оценки поверхностных ресурсов речного стока и их использования [9].

Цифровизация в сфере гражданской защиты и водной безопасности. Вопросам цифровизации и внедрения инноваций повышенное внимание уделяет Президент Республики Казахстан К.-Ж. К. Токаев, озвучивая их в ежегодных Посланиях народу Казахстана. Глава государства в Послании «Единство народа и системные реформы - прочная основа процветания страны» отметил, что «Для Казахстана крайне важны трансферт современных цифровых технологий, внедрение элементов Индустрии 4.0. Мы должны активно работать с нашими стратегическими партнерами за рубежом».

Известно, что результаты организованной Министерством по чрезвычайным ситуациям РК целенаправленной работы по цифровой трансформации уже показали положительный эффект на дальнейшее развитие мониторинга и прогнозирования различных ЧС.

Согласно официальным данным в Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан проведены масштабные организационные преобразования, техническая модернизация и внедрение цифровых сервисов, направленных на повышение эффективности управления в кризисных ситуациях, обеспечения координации по предупреждению и ликвидации ЧС. Введен в работу модернизированный ситуационный зал Командного центра стратегического планирования и оперативного управления МЧС, на базе которого проводится сосредоточение цифровых сервисов с инструментами прогнозирования, моделирования и анализа реагирования на возможные техногенные и природные катастрофы, а также оценки их последствий.

В декабре 2024 года ОБСЕ совместно с Центром по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий (Центр) завершили двухлетний совместный проект по созданию Цифрового паспорта безопасности и интерактивных карт. Цель проекта Центра и ОБСЕ заключалась в создании унифицированного структурированного инструмента для сбора, обработки и хранения данных из существующих паспортов безопасности в едином формате, а также их отображения на интерактивной карте в виде слоев по угрозам чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. При создании данного программного обеспечения, разработчиком была усовершенствована подсистема «Интерактивные карты» путем включения в нее атласа природных и техногенных опасностей, содержащего более 140 карт, охватывающих природные, техногенные, гидрологические и другие виды угроз.

Для цифровизации водной отрасли новым Водным кодексом предусмотрено создание Национальной информационной системы, работу которой обеспечит созданный в прошлом году Информационно-аналитический центр водных ресурсов. Как уже отмечалось, что дополнительно к Паспорту рек Казахстана разработана их веб-версия «Система цифровых паспортов рек» [9].

Заключение. Учитывая отмеченную выше идентичность на законодательном уровне мер по предупреждению ЧС, а также вредного воздействия вод, целесообразно было бы проработать вопрос интеграции цифровых материалов и данных системы управления рисками природных и техногенных ЧС, а также водной безопасности в единое информационное пространство с обязательной автоматизацией процедуры обновления данных. В указанное единое информационное пространство должны будут войти уже имеющиеся в распоряжении Министерства по чрезвычайным ситуациям цифровые паспорта безопасности и интерактивные карты, предусмотренные новым Водным кодексом паспорта и декларации гидротехнических сооружений, а также система цифровых паспортов рек Казахстана, разработанная АО «Институт географии и водной безопасности».

Полная, заблаговременная, основанная на всесторонней оценке риска и прогнозирования ЧС, информация и данные, в том числе в цифровом формате, являются прочной основой для своевременной разработки и реализации эффективного комплекса мероприятий по предупреждению негативных последствий паводков, наводнений, разрушений берегов, защитных дамб и других сооружений.

Список литературы

1. Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Концепции развития системы управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2024 – 2030 годы: утв. 5 февраля 2024 года, № 66.
2. Республика Казахстан. Закон РК. О гражданской защите: утв. 11 апреля 2014 года, № 188-V ЗРК.
3. Водный кодекс Республики Казахстан: утв. 9 апреля 2025 года, №178 – VIII.
4. Республика Казахстан. Закон РК. О геодезии, картографии и пространственных данных: утв. 21 декабря 2022 года № 166-VII ЗРК.

5. Приказ Министра по чрезвычайным Республике Казахстан. О внесении изменений в приказ Министра по чрезвычайным Республике Казахстан: утв. 12 декабря 2022 года, № 293. Об утверждении типового паспорта безопасности: утв. 11 января 2021 года, № 6.

6. Габбасов С.Г. Потенциал создаваемой национальной инфраструктуры пространственных данных для своевременного и эффективного реагирования на природные и техногенные риски в Казахстан // Матер. Междунар. научно-практ. конф. «Сейфуллинские чтения-19, посвященной 110-летию М. А. Гендельмана». – 2023. – Т. I, Ч. IV. – С. 56-59.

7. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. ТОО «Институт географии», АО «ННТХ «Парасат» Министерства образования и науки РК, 2010.

8. Медеу А.Р., Акиянова Ф.Ж., Бейсенова А.С., Благовещенский В.П., Кунаев М.С., Мальковский И.М., Нурмамбетов Э.И. Атласное картографирование в Республике Казахстана; Институт географии. Казахстанское национальное географическое общество. – Алматы, 2014. – 264 с.

9. Алимкулов С.К., Мырзахметов А.Б. Паспорт рек Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2024. – № 1. – С. 161–168.

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan. Ob utverzhdenii Konceptii razvitiya sistemy upravleniya vodnymi resursami Respubliki Kazahstan na 2024 – 2030 gody: utv. 5 fevralya 2024 goda, № 66.

2. Zakon Respubliki Kazahstan. O grazhdanskoj zashchite: utv. 11 aprelya 2014 goda, № 188-V ZPK.

3. Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan: utv. 9 aprelya 2025 goda, №178 – VIII.

4. Zakon Respubliki Kazahstan. O geodezii, kartografii i prostranstvennyh dannyh: utv. 21 dekabrya 2022 goda № 166-VII ZRK.

5. Prikaz Ministra po chrezvychajnym Respubliki Kazahstan. O vnesenii izmenenij v prikaz Ministra po chrezvychajnym Respubliki Kazahstan: utv. 12 dekabrya 2022 goda, № 293. Ob utverzhdenii tipovogo pasporta bezopasnosti: utv. 11 yanvarya 2021 goda, №6.

6. Gabbasov S.G. Potencial sozdavaemoj nacional'noj infrastruktury prostranstvennyh dannyh dlya svoevremennogo i effektivnogo reagirovaniya na prirodnye i tekhnogennye riski v Kazahstan // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sejfullinskie chteniya -19, posvyashchennoj 110-letiyu M.A.Gendel'mana». – 2023. – Т. I, CH. IV. – S. 56-59.

7. Atlas prirodnyh i tekhnogennyh opasnostej i riskov chrezvychajnyh situacij. ТОО «Институт географии», АО «ННТХ «Парасат» Министерства образования и науки РК, 2010.

8. Medeu A.R., Akiyanova F.ZH., Bejsenova A.S., Blagoveshchenskij V.P., Kunaev M.S., Mal'kovskij I.M., Nurmambetov E.I. Atlasnoe kartografirovanie v Respublike Kazahstana; Institut geografii. Kazahstanskoe nacional'noe geograficheskoe obshchestvo. – Almaty, 2014. – 264 s

9. Alimkulov S.K., Myrzahmetov A.B. Pasport rek Kazahstana // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2024. – № 1. – S. 161–168.

С. Г. Ғаббасов, Ж. З. Төлеубекова, З. Н. Құрманғалиева

*«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ,
Астана, Қазақстан*

СУ ТАСҚЫНДАРЫН ТИІМДІ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ ҮШІН ҚАЖЕТТІ ЗАҢДЫҚ НЕГІЗДЕР ЖӘНЕ КЕҢІСТІКТІК ДЕРЕКТЕР ЖИЫНТЫҒЫ

Аңдатпа. Мақалада су тасқындары мен сел апаттарының тиімді мониторингі мен болжауын қамтамасыз етуге байланысты мәселелер кешені қарастырылған. Азаматтық қорғаныс туралы заңнама мен жаңа Су кодексінің талаптарына сәйкес, бұл құбылыстар төтенше жағдайлар және судың зиянды әсері ретінде қарастырылады.

Мақалада келтірілген заңнамалық талаптардың салыстырмалы талдауы олардың алдын алу шараларының іс жүзінде ұқсас екенін көрсетті — мониторинг, болжау, тәуекелдерді бағалау, паспорттау, жоспарлау және әрекет ету.

Осы басым міндеттерді орындау үшін Төтенше жағдайлар министрлігінің аумақтық органдары мен География институты тарапынан дамыған ақпараттық-талдамалық база құрылған. Бұл — Қазақстанның барлық әкімшілік-аумақтық бірліктеріндегі нысандардың бірегей қауіпсіздік паспорттары мен табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлар мен қауіп-қатерлер атласы.

Мақалада Төтенше жағдайлар министрлігі ұйымдастырған төтенше жағдайлардың алдын алу саласындағы цифрлық трансформация жұмыстарының, соның ішінде «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК» АҚ, ЕҚЫҰ және Төтенше жағдайлардың алдын алу және апат қатерін азайту орталығымен тығыз ынтымақтастықтағы оң нәтижелері ерекше атап өтілген.

Табиғи және техногендік сипаттағы ТЖ тәуекелдерін басқару жүйесінің цифрлық материалдары мен деректерін, сондай-ақ су қауіпсіздігіне қатысты ақпаратты бірыңғай ақпараттық кеңістікке біріктіру мәселесін қарастыру ұсынылады. Деректерді жаңарту рәсімін автоматтандыру міндетті түрде жүзеге асырылуы тиіс. Бұл азаматтар мен қоғам үшін су тасқындарының, селдердің, жағалау мен қорғаныс дамбаларының және басқа да құрылыстардың бұзылуы сияқты теріс салдардың алдын алуға бағытталған тиімді шаралар кешенін уақтылы әзірлеу мен іске асыру үшін берік негіз болады.

Түйінді сөздер: су тасқындары мен селдерді мониторингтеу және болжау, судың зиянды әсері, су қауіпсіздігі, нысандардың қауіпсіздік паспорттары, табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардың қауіптері мен тәуекелдерінің Атласы, цифрлық трансформация.

S. G. Gabbasov, Zh. Z. Toleubekova, Z. N. Kurmangaliyeva

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

LEGAL FRAMEWORK AND SET OF NECESSARY, INCLUDING SPATIAL, DATA FOR EFFECTIVE MONITORING AND FORECASTING OF FLOODS AND FLASH FLOODS

Abstract. The article highlights a range of issues related to ensuring effective monitoring and forecasting of floods and inundations, which, according to the requirements of civil protection legislation as well as the new Water Code, are classified both as emergency situations and as harmful effects of water, respectively.

The comparative analysis of legislative requirements presented in the article shows that the measures for their prevention are practically identical — monitoring, forecasting, risk assessment, documentation, planning, and response.

To accomplish these priority tasks, a comprehensive information and analytical framework has been developed by the territorial bodies of the Ministry for Emergency Situations and the Institute of Geography. This includes unique safety passports for facilities in all territorial and administrative units of Kazakhstan and the Atlas of Natural and Man-made Hazards and Emergency Risks.

The article particularly emphasizes the positive outcomes of the digital transformation efforts in the field of emergency prevention organized by the Ministry for Emergency Situations, including close cooperation with JSC «NC Kazakhstan Gharysh Sapary», the OSCE, and the Center for Emergency Situations and Disaster Risk Reduction.

It is proposed to explore the integration of digital materials and data from the risk management system for natural and man-made emergencies, as well as water safety, into a unified information space with mandatory automation of the data update procedure. This will provide a solid foundation for the timely development and implementation of an effective set of measures to prevent negative consequences for citizens and society — including floods, inundations, shoreline destruction, protective dam failures, and other structures.

Keywords: flood and inundation monitoring and forecasting, harmful water impact, water safety, facility safety passports, Atlas of Natural and Man-Made Hazards and Risks of Emergency Situations, digital transformation.

Сведения об авторах / Information about the authors

Габбасов Сырым Габбасович – кандидат технических наук, действительный член Всемирной Академии Наук комплексной безопасности, член Совета директоров АО «Национальный центр научных исследований, подготовки и обучения в сфере гражданской защиты» Министерства по чрезвычайным ситуациям, изобретатель, старший преподаватель кафедры «Геодезия и картография» НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина», Астана, Казахстан. E-mail: gabbasov57@bk.ru

Толубекова Жанат Зекеновна – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, декан факультета «Управление земельными ресурсами, архитектуры и дизайна» НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина», Астана, Казахстан. E-mail: jtoleubekova@mail.ru

Курмангалиева Забида Нурбековна – магистр технических наук, докторант кафедры «Геодезия и картография» НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина», Астана Казахстан. E-mail: zabida_98@mail.ru

Syrym G. Gabbasov – Candidate of technical sciences, Full Member of the World Academy of Sciences for complex security, Member of the Board of directors of JSC «National center for scientific research, training and education in the field of civil protection», inventor, senior lecturer at the Department of "Geodesy and cartography", Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan. E-mail: gabbasov57@bk.ru

Zhanat Z. Toleubekova – Candidate of technical sciences, Associate professor, Dean of the faculty of "Land management, architecture and design", Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan. E-mail: jtoleubekova@mail.ru

Zabida N. Kurmangaliyeva – Master of technical sciences, doctoral student at the Department of "Geodesy and Cartography", Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan. E-mail: zabida_98@mail.ru

УДК 614.8

А. Б. Кусаинов¹, К. Ж. Раимбеков¹, С. Е. Ералина², Н. Қ. Қайыргелді¹

¹Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан

²Карагандинская академия МВД Республики Казахстан имени Б. Бейсенова,
Караганда, Казахстан

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В работе представлены предварительные результаты исследования возможности применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования чрезвычайных ситуаций на примере Республики Казахстан. Разработаны модели прогнозирования и произведена оценка эффективности применения моделей для выработки управленческих решений по снижению числа чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: прогнозирование, нейронные сети, чрезвычайные ситуации.

Территория Республики Казахстан подвержена различным чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера [1]. Проведенный анализ показал, что в период с 2010 по 2024 годы в Республике Казахстан произошло более 246,9 тыс. чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (рисунок 1) [2].

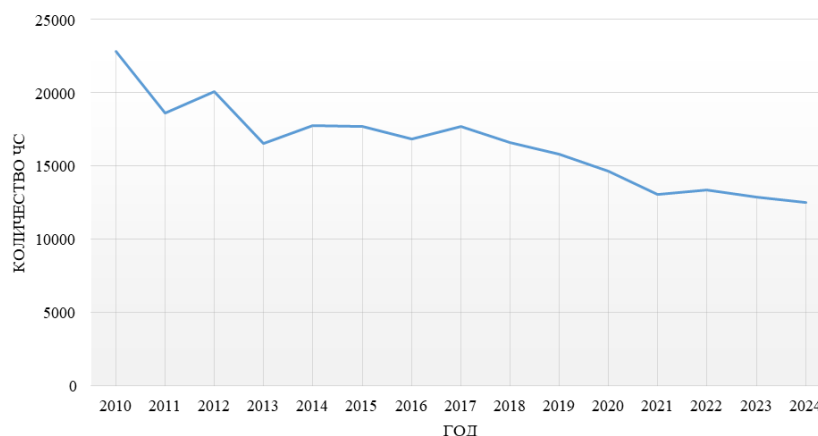


Рисунок 1 – Динамика чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан в период с 2010 по 2024 гг.

Согласно законодательству Республики Казахстан одним из основных мероприятий гражданской защиты по предупреждению чрезвычайных ситуаций является прогнозирование количества чрезвычайных ситуаций [3].

До недавнего времени прогнозирование количества чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в основном основывалось на теории временных рядов [4, 5]. В настоящее время приобретает популярность применение для прогнозирования искусственных нейронных сетей [6-9].

Искусственные нейронные сети в общем понимании представляют собой математическую модель, а также её программное или аппаратное воплощение [10].

Архитектура искусственной нейронной сети состоит из искусственных нейронов, каждый из которых представляет собой вычислительный блок, который, в свою очередь, получает информацию, выполняет над ней простые вычисления и передает её следующему нейрону. Они делятся на три основных типа: входные, те, которые включают в себя один или несколько скрытых слоев; и выходные [7].

Нейроны работают с числами в диапазоне от нуля до единицы или от минус единицы до единицы, в зависимости от представления обучающей выборки.

Использование нейронной сети при прогнозировании чрезвычайных ситуаций состоит из трех этапов: обучения, проверки и функционирования.

Обучение нейронной сети рассматривается как решение оптимизационной задачи: минимизация функции ошибки или не связки на данном множестве примеров путем выбора значений весовых коэффициентов на входе нейрона [11].

В рамках данного исследования рассмотрим два способа прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Для прогнозирования количества чрезвычайных ситуаций первым способом воспользуемся упрощенным нейроном, имеющим два входа и один выход (рисунок 2).

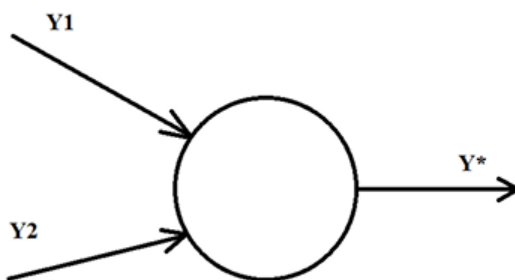


Рисунок 2 – Упрощенный математический нейрон

На входы нейрона поступают сигналы Y_1 и Y_2 , которые суммируют, умножая каждый входной сигнал на некоторый весовой коэффициент N_j [8]:

$$R = N_1 \cdot Y_1 + N_2 \cdot Y_2 \quad (1)$$

Далее нейрон формирует свой выходной сигнал по следующему принципу [10]:

$$Y^* = \begin{cases} 1, & \text{если } S \geq \theta \\ 0, & \text{если } S < \theta \end{cases} \quad (2)$$

где θ - порог чувствительности нейрона.

Из соотношения 2 видно, что нейрон существует в двух состояниях.

Если взвешенная сумма входных сигналов $S < \theta$, то его выходной сигнал $Y^* = 0$. В данном случае нейрон не возбужден.

Если входные сигналы достаточно интенсивны, и их взвешенная сумма достигает порога чувствительности θ , то нейрон переходит в возбужденное состояние и на его выходе образуется сигнал $Y^* = 1$ [11].

В целях прогнозирования количества чрезвычайных ситуаций применим представленный нейрон. На два входа нейрона будем подавать количество чрезвычайных ситуаций за прошедший и позапрошлый год, на выходе – получать прогнозное значение на текущий год. При этом выходной сигнал должен быть некоторым числом, а не логическим значением. Принимая во внимание, что за рассматриваемый период (2010 – 2024 гг.) не было ситуации, когда чрезвычайные ситуаций не происходили, то воспользуемся линейной функцией [11]:

$$Y^* = S \quad (3)$$

После создания нейронной сети начинается этап обучения. В процессе обучения необходимо определить значения весовых коэффициентов N_1 и N_2 в формуле (1). Состояние обучения нейрона возникает при подаче на входы Y_1 и Y_2 данных за два предыдущих года, а на выход Y^* – данных за текущий год. При этом данные за текущий год являются тестовыми. Весовые коэффициенты N_1 и N_2 в формуле (1) подбираем так, чтобы получить результат, совпадающий с тестовым. Обучение нейрона проводилось на данных за 2012-2024 годах (13 лет).

Для обучения нейронной сети была использована программа Microsoft Excel.

Ошибку прогнозирования и модуль относительной ошибки определяли по формулам [6]:

$$e = Y^* - Y \quad (4)$$

$$\varepsilon = \frac{|e|}{Y} \quad (5)$$

Результаты прогнозирования чрезвычайных ситуаций с помощью нейронной сети до 2025 года представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты прогнозирования чрезвычайных ситуаций (способ 1)

Год	N_1	N_2	Y	Y^*	e	$\varepsilon, \%$
2010	-	-	22824	-	-	-
2011	-	-	18594	-	-	-
2012	0,519098	0,446666	20070	20153	83	0,41
2013	0,465549	0,413822	16541	16961	420	2,5
2014	0,51897	0,437027	17779	17645	-134	0,75
2015	0,509907	0,495338	17678	17241	-437	2,47
2016	0,465352	0,451251	16823	16250	-573	3,41
2017	0,521724	0,507232	17723	17756	33	0,19
2018	0,492097	0,477624	16619	16742	123	0,74
2019	0,465902	0,436783	15821	15516	-305	1,93
2020	0,462392	0,431566	14669	14512	-157	1,07
2021	0,442768	0,426369	13038	13259	221	1,69
2022	0,505287	0,469196	13354	13529	175	1,31
2023	0,492574	0,473628	12883	12747	-136	1,05
2024	0,495483	0,478426	12516	12780	264	2,11
2025	0,492145	0,472460	-	12253	-	-

Из таблицы 1 видно, что прогнозное значение чрезвычайных ситуаций на 2025 год составило 12253 ед. Поскольку фактических данных пока нет, установить ошибку пока не можем.

Сравнение реальных и прогнозных значений чрезвычайных ситуаций показывает, что нейронные сети дают достаточно хороший прогноз (рисунок 3).

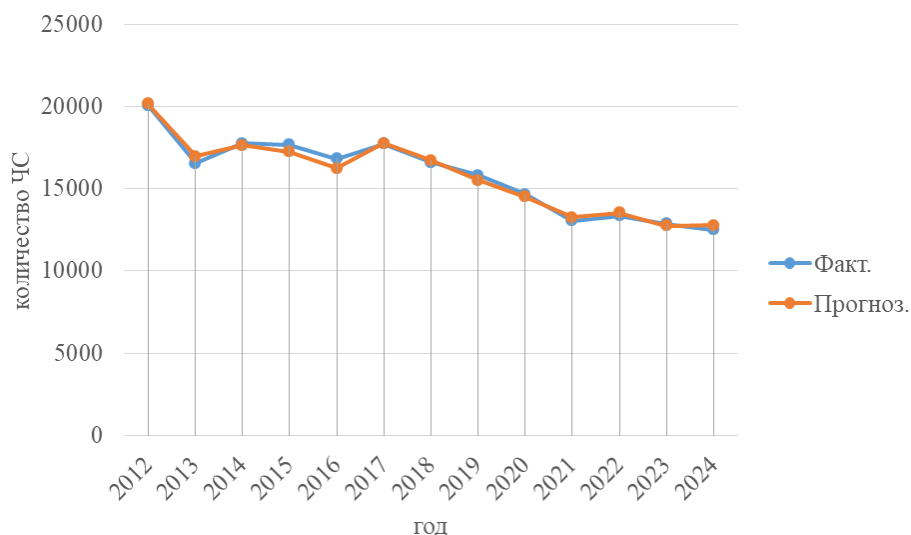


Рисунок 3 – Сравнение фактических и прогнозных значений (способ 1)

Величина модуля относительной ошибки находилась в интервале от 0,19 до 3,41 %.

Прогнозирование числа чрезвычайных ситуаций вторым способом проведем по следующей математической модели:

$$Y^* = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + w_4 \cdot x_4 + w_5 \cdot x_5 + b \quad (6)$$

где w_n - весовые коэффициенты.

Предположим, что весовые коэффициенты w равны и $b = 0$, тогда

$$Y^* = w \cdot (w_1 + w_2 + \dots + w_5) \quad (7)$$

После создания нейронной сети проводится этап обучения. В процессе обучения необходимо определить значение весового коэффициента w в формуле (7).

Весовой коэффициент определяется по методу наименьших квадратов:

$$w = \frac{\sum Y_i \cdot S_i}{\sum S_i^2} \quad (8)$$

$$S_i = x_{t-1} + x_{t-2} + x_{t-3} + x_{t-4} + x_{t-5} \quad (9)$$

На входы нейрона подается количество чрезвычайных ситуаций за прошедшие 5 лет, на выходе – получаем прогнозное значение на следующий год.

Обучение проводилось на данных за 2015-2024 годах (10 примеров), с использованием значений за 2010-2024 года (15 лет).

Результаты прогнозирования чрезвычайных ситуаций с помощью предложенной модели до 2025 года представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты прогнозирования чрезвычайных ситуаций (способ 2)

Год	w	Y	Y^*	e	$\varepsilon, \%$
2010	-	22824	-	-	-
2011	-	18594	-	-	-
2012	-	20070	-	-	-
2013	-	16541	-	-	-
2014	-	17779	-	-	-
2015	0,1845	17678	17677	-1	0,005
2016	0,1856	16823	16827	4	0,023
2017	0,1994	17723	17725	2	0,011
2018	0,1920	16619	16616	-3	0,018
2019	0,1827	15821	15826	5	0,031
2020	0,1733	14669	14672	3	0,020
2021	0,1596	13038	13032	-6	0,046
2022	0,1715	13354	13355	1	0,0007
2023	0,1752	12883	12877	-6	0,046
2024	0,1794	12516	12515	-1	0,008
2025	0,1812	-	12042	-	-

Из таблицы 2 видно, что прогнозное значение чрезвычайных ситуаций на 2025 год при моделировании вторым способом составило 12042 ед. Поскольку фактических данных пока нет, установить ошибку пока не можем.

Сравнение реальных и прогнозных значений чрезвычайных ситуаций показывает, что нейронные сети дают очень хороший прогноз (рисунок 4).

В отличие от первого способа, во втором величина модуля относительной ошибки существенно ниже и находится в интервале от 0,0007 до 0,046 %, что говорит о достаточно высокой достоверности прогнозных значений.

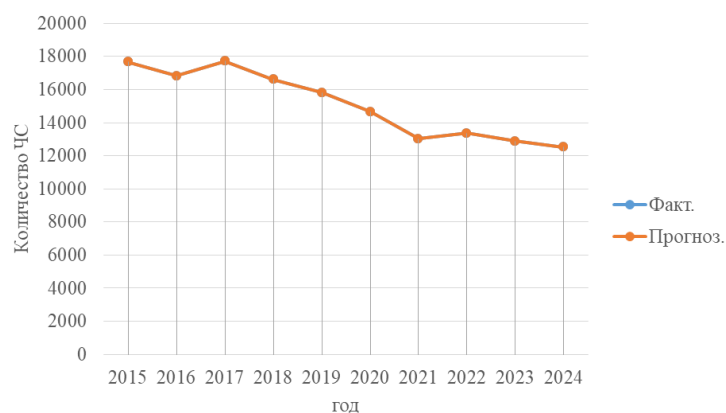


Рисунок 4 – Сравнение фактических и прогнозных значений (способ 2)

Рассмотренные способы прогнозирования чрезвычайных ситуаций с помощью искусственных нейронных сетей показали достаточно высокую достоверность.

Рассмотренные методы прогнозирования с помощью искусственных нейронных сетей достаточно просты, не требуют сложных математических расчетов и могут найти практическое применения для прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера с целью выработки решений по их минимизации.

Методы нейросетевого моделирования могут быть использованы для создания аналогичных программ, позволяющих получать результаты прогнозирования с разбивкой по различным чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера. Также проводить как краткосрочные, так и среднесрочные прогнозы.

Список литературы

1. Раимбеков К.Ж., Кусаинов А.Б. Комплексный подход к оценке риска чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2017. – № 1. – С. 61–64.
2. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан [Электронный ресурс] // Официальный сайт [сайт]. Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer?lang=ru> (дата обращения: 11.09.2025).
3. Республика Казахстан. Закон РК. О гражданской защите: принят 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК. [Электронный ресурс] // Информационный портал ПАРАГРАФ [сайт]. Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (дата обращения: 09.09.2025).
4. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Кн. 1. – М., 1974. – 403 с.
5. Бриллинджер, Д. Р. Временные ряды: обработка данных и теория: научное издание / Д.Р. Бриллинджер. – М.: Мир, 1980. – 536 с.
6. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. – М., 2004. – 400 с.
7. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: методология и технологии современного анализа данных / под ред. В. П. Боровикова. 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2008. – 392 с.
8. Топольский Н.Г., Божич В.И., Арзуманян Р.В. О возможности использования нейрокомпьютеров в автоматизированных системах безопасности // Информатиз. систем безопас. – М., 1992. – С. 115–116.
9. Олейников В. Т., Мосягин А. А. Возможность прогнозирования опасных ситуаций в субъектах РФ на основе нейронных сетей. URL: <http://www.ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec-2-04/2.68.pdf>
10. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – 2-е изд.: пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2016 – 1104 с.
11. Головкин В. А., Краснопрошин В. В. Нейросетевые технологии обработки данных: учебное пособие. – Минск: БГУ, 2017. – 263 с.

References

1. Raimbekov K.Zh., Kusainov A.B. Kompleksnyj podhod k ocenke riska chrezvychajnyh situacij v Respublike Kazahstan // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya. – M.: Akademiya GPS MChS Rossii. – 2017. – № 1. – S. 61–64.

2. Ministerstvo po chrezvychajnym situaciyam Respubliki Kazahstan [Elektronnyj resurs] // Oficial'nyj sayt [sajt]. Rezhim dostupa: <https://www.gov.kz/memleket/entities/emergencies?lang=ru> (data obrashcheniya: 11.09.2025).
3. Respublika Kazahstan. Zakon RK. O grazhdanskoj zashchite: prinyat 11 aprelya 2014 goda № 188-V ZPK. [Elektronnyj resurs] // Informacionnyj portal PARAGRAF [sajt]. Rezhim dostupa: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (data obrashcheniya: 09.09.2025).
4. Boks Dzh., Dzhenkins G. Analiz vremennyh ryadov. Prognoz i upravlenie. Kn. 1. – M., 1974. – 403 s.
5. Brillindzher, D. R. Vremennye ryady: obrabotka dannyh i teoriya: nauchnoe izdanie / D.R. Brillindzher. – M.: Mir, 1980. – 536 s.
6. Komarcova L. G., Maksimov A. V. Nejrokompyutery. – M., 2004. – 400 s.
7. Nejronnye seti. STATISTICA Neural Networks: metodologiya i tekhnologii sovremennogo analiza dannyh / pod red. V. P. Borovikova. 2-e izd., pererab. i dop. – M., 2008. – 392 s.
8. Topol'skij N.G., Bozhich V.I., Arzumanyan R.V. O vozmozhnosti ispol'zovaniya nejrokompyuternykh sistem v avtomatizirovannykh sistemah bezopasnosti // Informatiz. sistem bezopas. – M., 1992. – S. 115–116.
9. Olejnikov V.T., Mosyagin A.A. Vozmozhnost' prognozirovaniya opasnykh situacij v sub"ektah RF na osnove nejronnykh setej. URL: <http://www.ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec-2-04/2.68.pdf>
10. Hajkin S. Nejronnye seti: polnyj kurs / S. Hajkin. – 2-e izd.: per. s angl. – M.: Izd. dom «Vil'yams», 2016 – 1104 s.
11. Golovko V.A., Krasnoproschin V.V. Nejrosetevye tekhnologii obrabotki dannyh: ucheb. posobie. – Minsk: BGU, 2017. – 263 s.

А. Б. Құсайынов¹, К. Ж. Раимбеков¹, С. Е. Ералина², Н. Қ. Қайыргелді¹

¹Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы,
Көкшетау, Қазақстан

²Қазақстан Республикасы ІІМ Б. Бейсенов атындағы Қарағанды академиясы,
Қарағанды, Қазақстан

ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР АРҚЫЛЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ БОЛЖАУ

Аңдатпа. Жұмыста Қазақстан Республикасының мысалында төтенше жағдайларды болжау үшін жасанды нейрондық желілерді қолдану мүмкіндігін зерттеудің алдын ала нәтижелері ұсынылған. Болжау модельдері әзірленді және төтенше жағдайлар санын азайту бойынша басқарушылық шешімдерді әзірлеу үшін модельдерді қолдану тиімділігіне бағалау жүргізілді.

Түйінді сөздер: болжау, нейрондық желілер, төтенше жағдайлар.

A. B. Kussainov¹, K. J. Raimbekov¹, S. Y. Eralina², N. K. Kaiyrgeldy¹

¹*Civil Defence Academy named after Malik Gabdullin MES of the Republik of Kazakhstan,
Kokshetau, Kazakhstan*

²*Karaganda Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan named
after B. Beisenov, Karaganda, Kazakhstan*

PREDICTING EMERGENCIES USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract. The paper presents the preliminary results of a study of the possibility of using artificial neural networks for predicting emergency situations using the example of the Republic of Kazakhstan. Forecasting models have been developed and the effectiveness of using models to develop management solutions to reduce the number of emergencies has been assessed.

Keywords: forecasting, neural networks, emergencies.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кусаинов Арман Булатович – кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), начальник факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: arman_1703@mail.ru

Раимбеков Кендебай Жанабилевич – кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор (доцент), доцент кафедры общетехнических дисциплин, информационных систем и технологий Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: kendeбай_63@mail.ru

Ералина Саида Ермагамбетовна – кандидат юридических наук, доцент, заместитель начальника Карагандинской академии МВД РК имени Б. Бейсенова, Караганда, Казахстан. E-mail: Saida22011974@mail.ru

Каиргельды Нурислам Куанышевич – старший преподаватель-методист факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: nurislam.kayyrgeldin@bk.ru

Arman B. Kussainov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: arman_1703@mail.ru

Kendebay J. Raimbekov – candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines, Information Systems and Technologies of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kendeбай_63@mail.ru

Saida Y. Eralina – Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Karaganda Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan named after B. Beisenov, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: Saida22011974@mail.ru

Nurislam K. Kaiyrgeldy – Senior lecturer and methodologist at the Faculty of Distance Learning at the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: nurislam.kayyrgeldin@bk.ru

УДК 351.862

K. K. Kairbekov, A. S. Bulat, R. D. Osipov, T. K. Akzhanov, N. J. Baizhienov

*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the
Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

TRAINING THE POPULATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN EMERGENCY SITUATIONS USING A MOBILE APPLICATION

Abstract. The article examines the importance of using a mobile application for training the population of the Republic of Kazakhstan in protective measures in the event of natural and man-made emergencies. The author emphasizes the advantages of mobile applications against the backdrop of rapid digital development and the growing number of mobile device users. The article highlights the strengths and weaknesses of population training through mobile devices. As an example, the author presents the developed mobile application «Civil Defense of Kazakhstan». The application contains educational materials, tests, and video instructions on actions in various emergency situations. The article concludes that the active integration of mobile technologies into the civil protection system is essential for enhancing public awareness and preparedness for emergencies.

Keywords: civil protection, public training, mobile application, mobile device, emergency situation.

Every day, emergency situations occur around the world. The extensive development of infrastructure in developed countries and the increasing number of industrial enterprises lead to a rise in the number of man-made emergencies. The main causes include the insufficient level of training among personnel at hazardous industrial facilities and the deterioration of equipment, which may result in large-scale emergency situations. Thus, the root cause of such disasters is human activity. Examples of major accidents include the Bhopal disaster (India, where 4,035 people died) and the Seveso incident in Italy (where more than 1,000 people were affected) [1].

One should not forget the destructive power of natural emergency situations. As a result of the devastating earthquake in Türkiye, more than 50,090 people died, and in Syria, 8,476 people lost their lives, with tens of thousands more injured [2].

The infectious disease «COVID-19» became a real challenge for humanity. The coronavirus pandemic introduced significant adjustments to the education systems of many countries. The offline education in universities, colleges and schools changed to a distance-learning format [3].

One of the main tasks of civil protection is to prepare the population for actions in emergency situations and to teach self-protection skills [4]. To achieve this goal, annual training programs for managers, specialized personnel, and various population groups are developed in the Republic of Kazakhstan [5]. Public training in Kazakhstan is organized according to specific categories and groups. For non-working population, a format of independent learning is provided, which includes listening to radio broadcasts, watching TV programs, studying online information resources, as well as reading magazines, brochures, and leaflets. Knowledge consolidation takes place during drills and training exercises [6, 7].

However, in the modern world the popularity of printed magazines and newspapers is steadily declining—most information in developed countries is obtained from the internet or social networks using mobile devices.

Today it is difficult to imagine everyday life without internet and smartphones. Millions of people use smartphones and tablets every day to solve various tasks. The main difference between a mobile device and a desktop computer lies in convenience and portability: the keypad has been replaced by a touch screen, and high-resolution cameras are built in. As a result, smartphones have become an integral part of modern life. The rapid growth of technology and the increasing number of mobile device users have also influenced the educational process.

Smartphones make it easy to organize video conferences, record audio and video materials, watch video courses, and listen to audiobooks. To simplify these processes, specialized mobile applications have been created, becoming an important tool in education. They provide flexibility, accessibility, and a variety of learning methods. This article explores how mobile applications affect learning quality and what benefits they offer both learners and educational institutions [8, 9].

One of the main advantages of mobile applications is their accessibility. With a smartphone, a person can study necessary materials anywhere and at any convenient time. This is especially important for individuals who cannot regularly attend educational institutions or have limited time.

Mobile applications make it possible to take tests, listen to lectures, and complete exercises in a flexible mode, significantly simplifying the learning process. For example, language-learning services allow users to practice even for just a few minutes a day, which is ideal for those with busy schedules. Additionally, applications provide broad content options, including audiobooks, articles, video tutorials, and online courses. Unlike traditional educational publications, applications are regularly updated with the latest materials. Many of them include multimedia elements, which help to visualize complex concepts. For example, chemistry or physics applications may contain 3D models demonstrating various processes, improving the clarity of learning.

With built-in algorithms, mobile applications can adapt the learning process to the user's level and abilities. By analyzing performance, the system selects appropriate tasks and content complexity. Learning begins with simple tasks and gradually transitions to more advanced ones as the user progresses. When errors occur, the application can provide explanations or recommendations, facilitating problem resolution. This personalized approach makes learning more effective.

Mobile applications increasingly use interactive learning formats: video lessons, quizzes, gamification elements, and simulators. Such methods make the process more engaging and encourage active participation. Gamified content—awarding points or achievements for completing tasks—supports healthy competition and enhances motivation.

An important advantage of mobile applications is the ability to instantly receive feedback on completed tasks, which accelerates the learning process. Learners immediately see test results and receive suggestions on how to improve. Some applications also allow interaction with mentors or other students, contributing to motivation and mutual support, especially when distance learning limits direct teacher contact.

In many cases, mobile learning is cost-effective and convenient compared to classical methods. Many services offer free access to basic educational materials, while paid subscriptions unlock advanced features. Users also do not need to commute to educational centers, which is especially beneficial for those living far from urban areas. Such applications allow people to continuously improve their skills-highly relevant today, when knowledge must be constantly updated. For professionals unable to attend traditional courses, mobile applications for professional development help maintain competence and remain in demand.

Like any innovation, the introduction of mobile applications comes with certain disadvantages:

- Low internet speed or lack of connectivity in remote regions.
- Small smartphone screen size complicating work with certain types of content.
- Some users lack modern devices capable of supporting new applications.
- Games and social networks on the device may distract users, lowering concentration.

Nevertheless, mobile applications have significantly transformed the learning sector, expanding opportunities for people of different ages and professions.

In a number of developed countries, mobile applications created by emergency services already operate successfully, helping people act in emergency situations. In Kazakhstan, the Ministry of Emergency Situations developed the “Darmen” application [10]. It promptly informs citizens and entrepreneurs about suspension of classes, road closures, and other hazardous natural phenomena, sending notifications faster than conventional SMS.

To train the population in civil defense, the author developed the mobile application «Civil Defense of Kazakhstan» for the Android platform (Figure 1). It contains educational presentations and guidelines on actions in various emergencies. After completing the materials, the user may take a test to assess the level of knowledge retention. Results are calculated automatically and displayed using a four-point evaluation scale. The interface is designed so that no special skills are required. If desired, users can retake the test to reinforce their knowledge [11].



Figure 1 - «Civil Defense of Kazakhstan» mobile application

An important feature of this application is access to educational videos demonstrating step-by-step actions in emergencies. For convenience, the application includes embedded links to videos showing practical techniques -for example, what to do in case of fire, how to administer first aid, or how to stop bleeding. This "better to see once than hear or read a hundred times» format helps users learn the material more effectively and locate the necessary instructions quickly. The application also includes content on preventing carbon monoxide poisoning and household fires during the heating season (Figure 2).

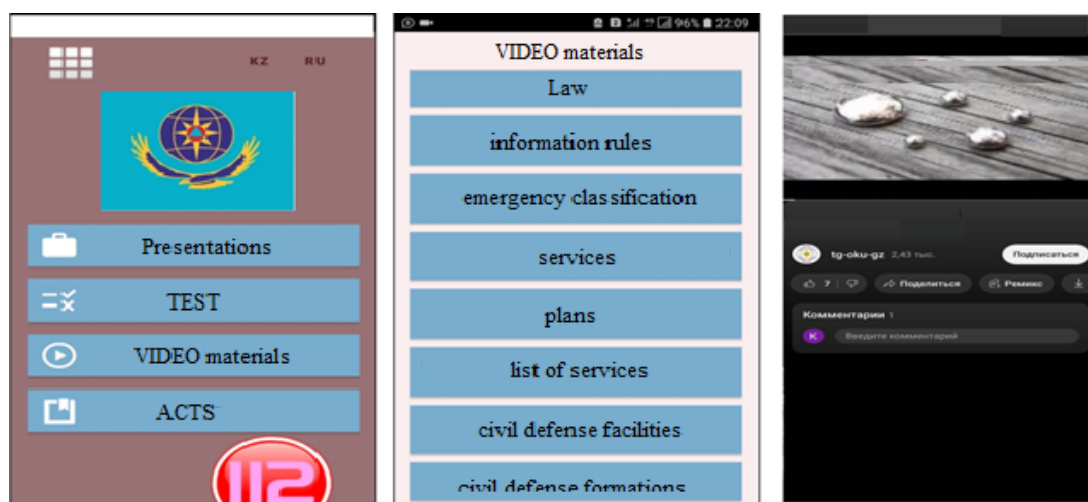


Figure 2 – Video materials

It is evident that mobile applications are becoming an integral part of the educational process. As the demand for fast access to information is growing constantly, it is crucial to develop and introduce mobile services as educational tools for training the population. With a mobile application, users can study theoretical materials and watch instructional videos on emergency situation without leaving home.

Thus, mobile applications already play a significant role in education, improving the effectiveness of civil protection training and providing a modern format for delivering essential knowledge and skills. Despite certain limitations, the development of digital technologies opens new horizons for public education in civil protection.

References

1. The 8 most dangerous chemical accidents in the history of mankind. [Electronic resource]. – Access mode: <https://infourok.ru/user/barkovskaya-darya-vladimirovna/blog/samih-opasnih-himicheskikh-avariy-za-vsyu-istoriyu-chelovechestva-53895.html>
2. Earthquake in Turkey and Syria in 2023 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.worldvision.org/disaster-relief-news-stories/2023-turkey-and-syria-earthquake-faqs>
3. International research experience during the coronavirus pandemic. [Electronic resource]. – Access mode: <https://psy.su/feed/8378/>
4. Law of the Republic of Kazakhstan. On civil protection: approved. April 11, 2014 No. 188-V ЗРК [Electronic resource] // Information and legal system of regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan Adilet [Electronic resource]. – Access mode: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (date of access: 21.01.2025).

5 Order of the Minister of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. On approval of the curriculum for training managers, specialists of management bodies and civil protection forces, teaching the population how to protect themselves and act in case of emergencies and military conflicts or as a result of these conflicts: approved on May 20, 2014 No. 235 [Electronic resource] // Information and legal system of regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. – Access mode: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1400009509> (date of access: 21.01.2025).

6. Order of the Minister of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan. On the approval of the Rules for Informing, Promoting Knowledge, and Educating the Public and Specialists in the field of civil protection: approved by July 2, 2020 No. 494 [Electronic resource] // Information and legal system of regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan Adilet [website]. – Access mode: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000020990> (date of access: 21.01.2025).

7. Shayahmetov A.T., Bulegenov E.P., Sagimbaj A.S., Osobennosti podgotovki, obucheniya naseleniya i specialistov v oblasti grazhdanskoj zashchity // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2022. – № 1 (45). – P.92-96.

8. Molochkovskaya I.N. The impact of a cell phone on human health. [Electronic resource] // Website Administration of the Moskovsky district of Minsk. – Access mode: <https://mosk.minsk.gov.by/useful/7179-vliyanie-sotovogo-telefona-na-zdorove-cheloveka> (date of access: 02.15.2025).

9. Research paper "Harm and benefit of mobile phones" [Electronic resource]. Access mode: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2020/02/15/issledovatel'skaya-rabota-vred-i-polza-mobilnyh-telefonov> (date of access: 22.02.2025).

10. Darmen - learn easily about important things [Electronic resource]. <http://darmen.app/> (accessed: 22.02.2025).

11. Edgar Dale. Audiovisual Methods in Teaching. Dryden Press. 1996. – 731 p.

К. Қ. Қаирбеков, А. С. Булат, Р. Д. Осипов, Т. Қ. Ақжанов, Н. Ж. Байжиенов

*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы,
Көкшетау, Қазақстан*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ХАЛҚЫН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАНЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДАҒЫ ІС-ҚИМЫЛДАРҒА ОҚЫТУ

Аңдатпа. Мақалада табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлар туындаған кезде Қазақстан Республикасының халқын қорғау тәсілдеріне оқыту мақсатында мобильдік қосымшаны пайдаланудың маңыздылығы қарастырылады. Автор цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы мен мобильді құрылғыларды пайдаланушылар санының өсуі аясында мобильді қосымшалардың артықшылықтарын атап көрсетеді. Мақалада мобильді құрылғыларды қолдана отырып, халықты оқыту процесінің оң және теріс жақтары ашылады. Мысал ретінде автор әзірлеген «Қазақстанның Азаматтық қорғанысы» мобильді қосымшасы сипатталған. Әзірленген қосымшада әртүрлі төтенше жағдайлардағы іс-әрекеттерге арналған Оқу материалдары, тесттер мен бейнероликтер бар. Халықтың хабардар болу деңгейін және төтенше жағдайларда іс-қимылға дайындығын арттыру үшін азаматтық қорғау саласына мобильді технологияларды белсенді енгізу қажеттілігі туралы қорытынды жасалады.

Түйінді сөздер: азаматтық қорғау, халықты оқыту, мобильді қосымша, мобильді құрылғы, төтенше жағдай.

К. К. Каирбеков, А. С. Булат, Р. Д. Осипов, Т. К. Акжанов, Н. Ж. Байжиенов

*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается значимость использования мобильного приложения в целях обучения населения Республики Казахстан способам защиты при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Автор подчёркивает преимущества мобильных приложений на фоне стремительного развития цифровых технологий и роста числа пользователей мобильных устройств. В статье раскрыты положительные и отрицательные стороны процесса обучения населения с использованием мобильных устройств. В качестве примера описано разработанное автором мобильное приложение «Гражданская оборона Казахстана». Разработанное приложение содержит обучающие материалы, тесты и видеоролики по действиям в различных чрезвычайных ситуациях. Делается вывод о необходимости активного внедрения мобильных технологий в сферу гражданской защиты для повышения уровня информированности и готовности населения к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: гражданская защита, обучение населения, мобильное приложение, мобильное устройство, чрезвычайная ситуация.

Information about the authors / Авторлар туралы мәлімет

Kenessary K. Kairbekov – candidate of Military Sciences, Head of the Department of Protection in Emergency Situations of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kenesar25.07@mail.ru

Bulat S. Abylai – is an associate Professor at the Department of Operational and Tactical Disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

Rustam D. Osipov – is an associate at the Department of Protection in Emergency Situations of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

Turlybek K. Akzhanov – professor of the Department of operational and tactical disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: akzhanovt@yandex.kz

Nurlan J. Bayzhienov – is a Professor at the Department of General Technical Disciplines, Information Systems and Technologies of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

Кенесары Қалейаскарұлы Қайырбеков – әскери ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы төтенше жағдайларда қорғау кафедрасының бастығы, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: kenesar25.07@mail.ru

Абылай Серікұлы Болат – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жедел тактикалық пәндер кафедрасының доценті, Көкшетау, Қазақстан

Рустам Дүкенбайұлы Осипов – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы төтенше жағдайларда қорғау кафедрасының доценті, Көкшетау, Қазақстан

Тұрлыбек Қазбекұлы Ақжанов – Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жедел-тактикалық пәндер кафедрасының профессоры, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: akzhanovt@yandex.kz

Нұрлан Жанайдарұлы Байжиенов – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жалпы техникалық пәндер, ақпараттық жүйелер мен технологиялар кафедрасының профессоры, Көкшетау, Қазақстан

УДК 614.84; 627; 621.22; 519.8

Г. А. Шарипов

*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С РАЗРУШЕНИЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматривается проблема оптимизации применения группировки сил государственной системы гражданской защиты при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением зданий и сооружений. Установлено, что снижение эффективности действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций обусловлено временными задержками, ограниченностью ресурсов и сложными условиями проведения аварийно-спасательных работ. Предложен методический подход, основанный на системном анализе и моделировании, обеспечивающий рациональное распределение сил по участкам работ с учётом временных параметров, производительности подразделений и вероятности спасения пострадавших. Реализация данного подхода направлена на повышение результативности аварийно-спасательных работ и снижение риска гибели людей при разрушении зданий и сооружений.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, группировка сил, силы ликвидации, рациональный вариант, анализ, разрушение зданий и сооружений.

Актуальность системного анализа применения группировки сил для ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) обусловлена тем, что ранее разработанные методики и модели преимущественно концентрировались на технологиях проведения деблокирования пострадавших. Основное внимание уделялось расчистке значительных объёмов строительных обломков и выполнению работ по разбору завалов с использованием тяжёлой инженерной техники и средств механизации, применяемых в гражданском строительстве [1- 3].

В соответствии с Законом Республики Казахстан «О гражданской защите» [4] задачи ликвидации ЧС возложены на государственную систему гражданской защиты (ГСГЗ). Данная система объединяет воинские части гражданской обороны, аварийно-спасательные службы и формирования, подразделения государственной, профессиональной и отраслевой противопожарных служб, формирования гражданской защиты, авиация и морская организация уполномоченного органа в сфере гражданской защиты, службы наблюдения, контроля обстановки и прогнозирования.

Поэтому задача ликвидации ЧС, связанная с разрушением зданий и сооружений, должна быть ориентирована на формирование такого варианта применения группировки сил, привлекаемых для ликвидации ЧС, которая обеспечивает спасение максимально возможного числа пострадавших при соблюдении следующих ограничений. Во-первых, состав сил, выделяемый для ликвидации последствий ЧС, является фиксированным и не превышает

установленной штатной численности. Во-вторых, продолжительность выполнения работ на всех участках ограничена расчетным временем выживания пострадавших в завалах с учётом воздействующих факторов.

Учитывая сложность задач ликвидации ЧС и разнородность подразделений, входящих в состав группировки сил, привлекаемой для устранения последствий разрушений зданий и сооружений, оценка качества их применения должна основываться на принципах системного анализа. Под системным анализом применения группировки сил следует понимать разложение общей задачи, решаемой группировкой, на совокупность взаимосвязанных и согласованных подзадач, объединение которых обеспечивает получение целостного и оптимального решения.

Одним из ключевых негативных последствий неэффективного применения сил при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, является увеличение времени реагирования группировки. Применение сил в подобных условиях представляет собой сложный и многофакторный процесс, осуществляемый, как правило, в крайне неблагоприятной оперативной обстановке, в ограниченные сроки, при высокой интенсивности работ и ограничениях людских, материальных и финансовых ресурсов.

Примером такого происшествия является ЧС, произошедшая в 4 часа 7 минут 31 декабря 2018 в городе Магнитогорск, по адресу: проспект Карла Маркса 164. Произошло обрушение перекрытий с 1 по 10 этаж седьмого подъезда, пострадали 52 квартиры, 25 полностью разрушены.

В составе группировки по ликвидации последствий ЧС вошли: силы Челябинской подсистемы РСЧС, ГУ МЧС России по Челябинской области, по Республике Башкортостан, НЦУКС, ЦПСООР «Лидер», ГЦАСО «Центроспас», подразделения МВД и Росгвардии, оперативные службы города. На рисунке 1 представлен анализ динамики ведения спасательной операции с применением группировки сил.

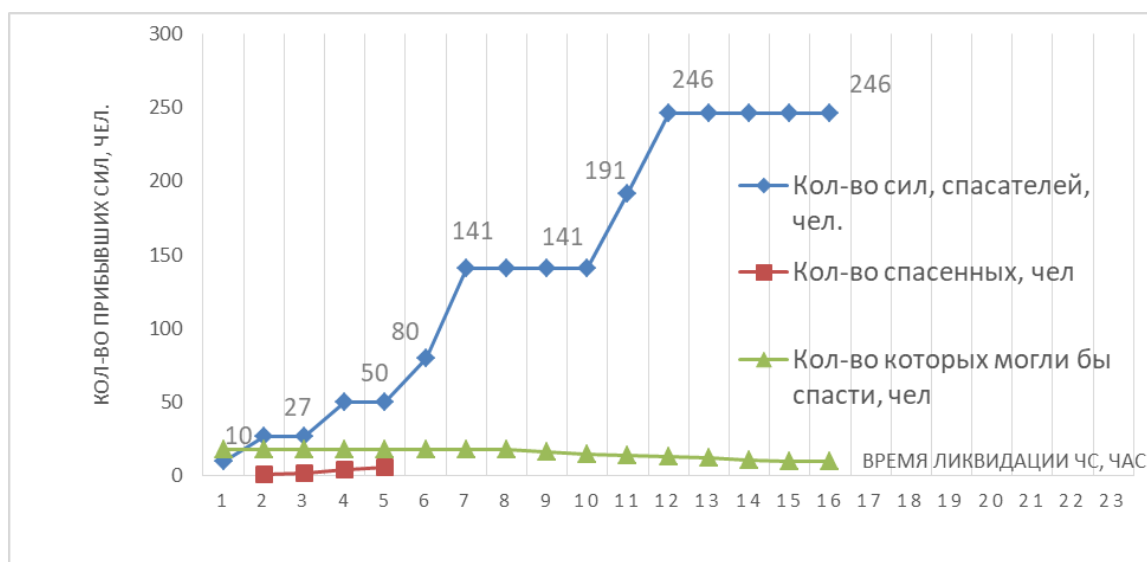


Рисунок 1 – Динамика ведения спасательной операции

Анализ динамики проведения спасательной операции показал, что, согласно нормативным расчётам, максимально возможный уровень спасения мог составить около 40 % от общего числа пострадавших. На практике же удалось спасти, извлечь и оказать помощь только шести пострадавшим.

С учётом погодных условий, физических, физиологических и иных факторов, влияющих на состояние людей, было установлено, что период эффективных действий по спасению пострадавших составлял не более 23 часов с момента возникновения ЧС. Число погибших, обнаруженных в завалах разрушенного здания, составило 39 человек.

Сложившаяся обстановка привела к увеличению продолжительности спасательной операции, что, в свою очередь, повлияло на рост числа погибших. Проведённый анализ мероприятий при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений на данном примере, позволил выявить проблемную ситуацию – низкую эффективность применения группировки сил.

Рассмотрены возможные направления решения выявленной проблемной ситуации. К ним относятся:

- увеличение штатной численности подразделений различных ведомств и оперативных служб, привлекаемых для ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений;
- оснащение сил совместной группировки современными высокопроизводительными образцами аварийно-спасательных средств и специальной техники;
- расширение времени, предусмотренного для совместной профессиональной подготовки подразделений различных ведомств и оперативных служб, участвующих в ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений.

Данная проблемная ситуация формирует противоречие в практической деятельности по применению сил, привлекаемых для ликвидации ЧС. С одной стороны, реализация перечисленных направлений действительно способна повысить результативность аварийно-спасательных работ (АСР) и увеличить число спасённых пострадавших при разрушениях зданий и сооружений. С другой стороны, существующие материальные, кадровые и временные ограничения не позволяют заблаговременно формировать усиленные группировки сил, что делает перечисленные меры трудно реализуемыми в реальных условиях.

Разрешение данного противоречия требует значительных финансовых, временных и организационных ресурсов, объём которых ограничен.

Анализ существующих моделей [8-11] показал, что повышение эффективности ликвидации ЧС достигается за счёт грамотного манёвра силами и средствами, при котором обеспечивается выполнение поставленных задач и оптимальное использование группировки сил, привлекаемых к АСР. Для обоснования эффективности применения сил ликвидации ЧС на отдельных участках необходимо выполнить последовательный комплекс действий, который можно представить в виде оптимизационной модели ликвидации последствий разрушения зданий и сооружений.

Первым этапом реализации данной модели является оценка обстановки в зоне ЧС. На этом этапе определяется характер и объём работ, подлежащих выполнению

каждым подразделением группировки сил по их предназначению в условиях проведения АСР, а также осуществляется прогнозирование возможного количества пострадавших, оказавшихся в завалах.

Второй этап предусматривает оценку возможностей сил, привлекаемых для проведения АСР. Она включает анализ укомплектованности подразделений специалистами, оценку применяемой технологии ликвидации ЧС, уровень профессиональной подготовки, наличие оснащения, а также время, необходимое для развертывания соответствующих сил и средств.

На третьем этапе проводится оценка факторов, влияющих на эффективность выполнения персонализированных работ подразделениями группировки сил ликвидации ЧС. К таким факторам относятся метеорологические условия, температурный режим, наличие вторичных поражающих факторов, время суток и другие параметры, определяющие условия проведения АСР.

Для проведения системного анализа применения группировки сил при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, требуется комплексно оценить деятельность подразделений различных ведомств и оперативных служб, их функции, технологическую структуру выполняемых мероприятий и временные параметры действий. При этом необходимо исследовать наличие утверждённых норм времени на выполнение мероприятий, а также установить соответствие привлекаемых сил их предназначению с учётом погодных, технических и технологических условий.

Важно определить сложность и динамику применяемых технологий проведения АСР, а также степень согласованности совместных действий подразделений, входящих в общую группировку. Существенным элементом анализа является оценка эффективности применения каждого подразделения, привлекаемого для спасения максимального числа пострадавших, и определение потребности в силах в зависимости от характера обстановки.

Необходимо сопоставить нормативные временные показатели с фактическим временем выполнения мероприятий, выявить расхождения и причины их возникновения. Требуется установить последовательность и границы действий сил гражданской обороны, аварийно-спасательных служб и формирований как в отдельности, так и в составе единой группировки. Следует также рассчитать распределение сил различных ведомств и оперативных служб по участкам работ при ликвидации ЧС, связанной с разрушением зданий и сооружений.

Анализ влияния ключевых факторов на применение сил в условиях разрушений позволяет обосновать решения, направленные на обеспечение максимального количества спасённых пострадавших. Эффективность проводимых работ может оцениваться по отношению числа спасённых к общему количеству пострадавших, что отражает взаимосвязь между временем ликвидации ЧС и достигнутым результатом.

Управление ликвидацией ЧС требует многовариантного принятия решений, связанных с распределением и манёвром сил, привлекаемых к выполнению АСР. Под группировкой сил ликвидации ЧС понимается совокупность сил и средств, сведённых в определённую систему и развернутых для обеспечения организационного проведения работ. Координацию действий и взаимодействие этих сил осуществляют органы управления ГСГЗ, создаваемые на каждом уровне функционирования [4].

В процессе ликвидации ЧС объём необходимых мероприятий может увеличиваться по сравнению с исходным замыслом, а развитие разрушений зданий и сооружений создаёт дополнительные угрозы для пострадавших. Наибольшую опасность представляют завалы, образующиеся при обрушении конструкций, усложняющие проведение АСР.

На практике совместные действия всех подразделений, привлекаемых для ликвидации ЧС, направлены на своевременное реагирование, изменение масштаба и характера последствий путём выполнения комплекса организационно-распорядительных мероприятий. Реализация этих мероприятий обеспечивает выполнение ключевых функций группировки сил гражданской обороны и аварийно-спасательных формирований при проведении спасательных работ [5-6].

Рассматривая задачу применения группировки сил для сокращения общего времени выполнения АСР, следует отметить, что оперативный штаб обеспечивает организацию и координацию всего комплекса взаимосвязанных мероприятий. Продолжительность выполнения отдельных действий определяется временем реализации смежных операций подразделениями различных ведомств, действующих в пределах имеющегося ресурса сил и средств.

Для решения данной научной задачи воспользуемся теорией «Исследования операций» [12], позволяющей формализовать процесс распределения сил ликвидации ЧС и определить оптимальный вариант их применения.

Мероприятия, выполняемые при ликвидации ЧС, можно представить в виде множества видов работ, осуществляемых оперативным штабом совместной группировки подразделений различных ведомств и оперативных служб в виде [12]:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\} \quad (1)$$

где A – множество видов работ;

a_i – отдельное действие из множества работ A ;

n – количество работ.

Эти множества становятся исходной точкой для дальнейшего построения модели.

В данном случае, каждый элемент a_i описывает конкретное действие выполнения работ: от разбора завала и эвакуации пострадавших до подачи воды или установки временных конструкций. Такое представление позволяет применять методы комбинаторной оптимизации и рассматривать действия как дискретные единицы анализа.

Реальные процессы ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений всегда имеют структуру предшествования: одни действия не могут быть начаты до завершения других. Это отражается через отношение частичного порядка [12]:

$$a_i < a_j, \quad i \neq j \quad (2)$$

где $<$ – выполнение работ (операций) a_i должно завершиться раньше, чем начнется a_j ;

j – индекс действия i не равен индексу j .

Таким образом, проведение работ при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, a_i должно завершиться до начала a_j . Например, установка опорных конструкций должна предшествовать входу привлекаемых сил ликвидации ЧС в разрушенное здание (сооружение). Подобные зависимости часто визуализируются в виде сетевых графиков, где вершины соответствуют действиям, а дуги – ограничениям [10].

При ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, выполнение каждой работы является составным и включает несколько подготовительных операций. Декомпозиция каждой работы выглядит следующим образом [12]:

$$a_i = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im_i}\} \quad (3)$$

где r_{ik} – выполнение подготовительной работы;

k -я – подготовительная операция внутри работы a_i ;

m_i – количество подготовительных действий в работе a_i .

Например, «разбор завала» можно разбить на три подготовительных этапа: подъем плит с использованием крана, вывоз и сортировка обломков, расчистка проходов. Такой подход соответствует моделям и методикам, которые применяются в управлении проектами для повышения точности временных оценок и снижения неопределенности. Такая логическая структура предшествования формирует скелет будущей сетевой модели и обеспечивает корректность построения последовательности действий.

Процесс проведения мероприятий по ликвидации последствий ЧС определяется продолжительностью устранения разрушений зданий и сооружений [12]:

$$\tau(a_i) \geq 0 \quad (4)$$

где $\tau(a_i)$ – длительность выполнения действия. Если действие состоит из подготовительных работ, его длительность вычисляется как сумма длительностей АСР [12]:

$$\tau(a_i) = \sum_{k=1}^{m_i} \tau(r_{ik}) \quad (5)$$

где $\tau(r_{ik})$ – длительность подготовительных работ r_{ik} .

Данная модель близка к актуальным методам, где длительность ликвидации ЧС, представляется как случайная величина с учетом оптимистичных, пессимистичных и наиболее вероятных сценариев [11]. В условиях ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, важно учитывать различные неблагоприятные факторы, например, такие как: погодные и климатические условия; уровень повреждений зданий и сооружений; техническое обеспечение привлекаемых сил ликвидации ЧС, которые могут существенно влиять на фактическое время. На этом этапе модель связывается с методами, которые позволяют учитывать вероятностный характер длительностей и анализировать риски задержек.

То есть условие начала выполнения последующей работы a_j может начаться только после завершения a_i .

Формально [12]:

$$t_{\text{нач}}(a_j) \geq t_{\text{оконч}}(a_i) \quad (6)$$

где $t_{\text{нач}}(a_j)$ – время начала работы a_j ;

$t_{\text{оконч}}(a_i)$ – время завершения работы a_i .

Необходимо определить условие завершения работы, где время завершения действия определяется как [12]:

$$t_{\text{оконч}}(a_i) = t_{\text{нач}}(a_i) + \tau(a_i) \quad (7)$$

В терминах сетевых диаграмм это эквивалентно дуге, связывающей два события. В рамках ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений примером может служить: разбор завала должен завершиться до начала эвакуации, а эвакуация должна завершиться до транспортировки пострадавших. Допускается и параллельное выполнение независимых работ. Необходимо определить такой вариант применения привлекаемых сил, при котором общее время T ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений будет минимальным с учетом ограничений на состав сил и средств [12]:

$$T = \max_{a_i \in A} t_{\text{оконч}}(a_i) \quad (8)$$

где T – общее время ликвидации ЧС;

$\max_{a_i \in A} t_{\text{оконч}}(a_i)$ – время завершения работ a_i ;

A – множество видов работ.

Оптимальное значение [12]:

$$T^* = \min_{\{a_i\}} T, \quad (9)$$

где T^* – минимальное время ликвидации ЧС при всех ограничениях.

Формализованное представление зависимостей следует задать в виде матрицы зависимостей между работами [12]:

$$E = [e_{ij}] = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & e_{13} & \cdots & e_{1n} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} & \cdots & e_{2n} \\ e_{31} & e_{32} & e_{33} & \cdots & e_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{n1} & e_{n2} & e_{n3} & \cdots & e_{nn} \end{bmatrix}, \quad (10)$$

Элемент $e_{ij} = 1$, если выполнение работы a_i должно предшествовать a_j , и $e_{ij} = 0$, если зависимости нет.

Выполнение работы имеет следующую матрицу из трех действий [12]:

$$E = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (11)$$

где $a_1 \rightarrow a_2, a_2 \rightarrow a_3$,

при следующих ограничениях и допущениях [12]:

$$\begin{cases} t_{\text{нач}}(a_j) \geq t_{\text{оконч}}(a_i) \\ t_{\text{нач}}(a_k) \geq t_{\text{оконч}}(a_l), \\ \sum_{a_i \in A_{\text{одновр.}}} r(a_i). \end{cases} \quad (12)$$

ограничение последовательности: $t_{\text{нач}}(a_j) \geq t_{\text{оконч}}(a_i), \quad e_{ij} = 1$

невозможность одновременного выполнения одним подразделением работ:

$t_{\text{нач}}(a_k) \geq t_{\text{оконч}}(a_l), \quad a_k, a_l$ выполняются одной службой ограниченность ресурсов:

$$\sum_{a_i \in A_{\text{одновр.}}} r(a_i) \leq R$$

где $r(a_i)$ – объем ресурсов для a_i ;

R – общий доступный объем.

Эти ограничения напрямую связаны с задачами оптимального распределения ресурсов, широко описанными в теории логистического исследований [3].

Все вышеописанные шаги объединяются в одну цель – минимизацию времени ликвидации [12]:

$$\min T. \quad (13)$$

Данная целевая функция завершает логическую цепочку: от формализации множества работ и их зависимостей, через ограничения и длительности, к поиску оптимального плана ликвидации ЧС.

Эта цель согласуется с практикой применения многокритериальных моделей, где приоритетом выступает сокращение длительности реагирования [8].

Таким образом, задача оптимизации применения группировки сил ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, заключается в определении такой последовательности a_i , которая удовлетворяет всем ограничениям и минимизирует итоговое время ликвидации [12]:

$$T^* = \min_{\{a_i\}} T \quad (14)$$

Анализ научных публикаций [7, 8] показывает, что перспективными направлениями являются:

- использование симуляционных подходов для повышения устойчивости решений [7];
- интеграция критериальных моделей (учет времени, затрат и рисков) [8];

– внедрение эвристических алгоритмов для решения задач большого масштаба [8].

Отообразим в табличной форме (Таблица 1), виды работ, проводимые при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений.

Таблица 1 – Виды работ при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений

№ п/п	Номер меропр.	Наименование работ	Силы	Время выполнения, мин.	Очередн. выполн.
1	M_1	Общая и специальная разведка ЧС и объекта работ.	Штаб группировки	$t_1 = 30$	1
2	M_2	Локализация пожара. Ликвидация пожаров на маршрутах выдвижения и на объектах работ.	МЧС	$t_2 = 60$	2
3	M_3	Оцепление района, зоны ЧС (оцепление района, посты на дорогах).	МВД	$t_3 = 1880$	3
4	M_4	Подготовительные работы: поисково-спасательные работы.	МЧС, МВД	$t_4 = 60$	3
5	M_5	Укрепление конструкций. Инженерно-технические работы на маршрутах выдвижения и ввода сил и средств.	Инженерная служба, МЧС	$t_5 = 90$	4
6	M_6	Ликвидация аварий на системах газоснабжения и электроснабжения.	оперативные службы	$t_6 = 60$	5
7	M_7	Разбор завалов.	Инженерная служба, МЧС	$t_5 = 1440$	6
8	M_8	Инженерные работы по обеспечению доступа к пострадавшим, их деблокированию и спасение.	МЧС, МВД Нацгвардия	$t_7 = 320$	7
9	M_9	Эвакуация пострадавших, транспортировка пострадавших в лечебные учреждения.	МЧС, Скорая помощь	$t_8 = 440$	8

Для большей наглядности зависимости представим в виде сетевого графа, где вершины обозначают действия, а дуги – последовательность их выполнения. На рисунке 2 представлена концептуальная модель сетевого графа ликвидации ЧС при разрушении здания, отражающая логическую структуру операций аварийно-спасательных и неотложных работ (АСНР) и их технологическую взаимосвязь. Такой граф позволяет наглядно выделить критический путь, от которой зависит общее время T .

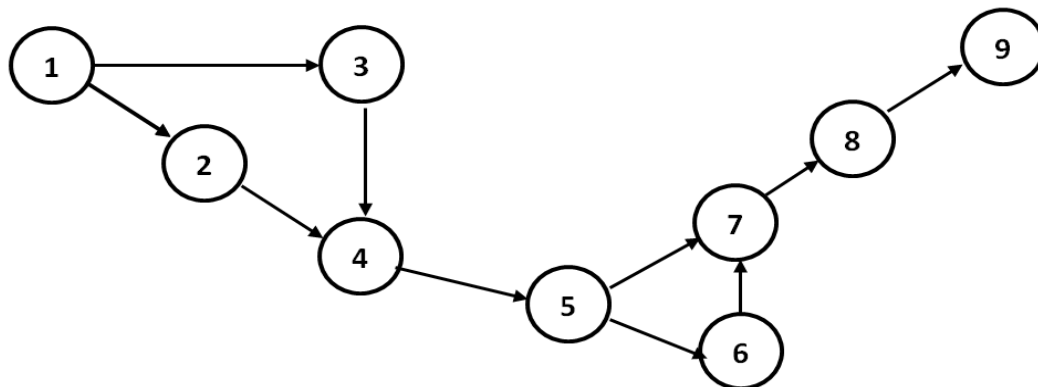


Рисунок 2 – Сетевой граф зависимостей действий при ликвидации ЧС, где: 1 – Общая и специальная разведка ЧС и объекта работ; 2 – Локализация пожара; 3 – Оцепление района, зоны ЧС; 4 – Подготовительные работы: поисково-спасательные работы; 5 – Укрепление конструкций; 6 – Ликвидация аварий на системах газоснабжения и электроснабжения; 7 – Разбор завалов; 8 – Инженерные работы по обеспечению доступа к пострадавшим, их деблокированию и спасение; 9 – Эвакуация пострадавших.

На рисунке 3 приведена концептуальная модель сетевого графа ликвидации ЧС, связанная с разрушением здания, с выделением критического пути выполнения АСНР, отражающая структурную взаимосвязь технологических операций и их влияния на общее время проведения работ.

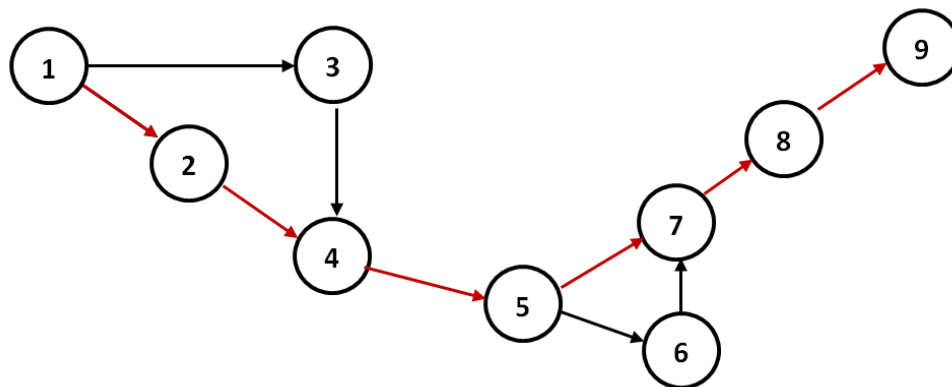


Рисунок 3 – Сетевой граф с выделенным критическим путем действий

В данном графе красным цветом выделена цепочка $A1 \rightarrow A2 \rightarrow A4 \rightarrow A5 \rightarrow A7 \rightarrow A8 \rightarrow A9$, которая представляет собой критический путь. Именно эта последовательность определяет общее время ликвидации ЧС, и задержка на любом ее этапе приведет к увеличению суммарной продолжительности работ. Подобный подход соответствует методологии, широко используемой в управлении проектами и планировании ликвидации ЧС [9].

Для решения задачи формирования рационального варианта применения сил при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, целесообразно

выполнять расчёты, основанные не на фактическом объёме спасённых пострадавших, а на прогнозируемом количестве людей, которые потенциально могут быть спасены из завалов. Такой подход предусматривает оценку персонального выполнения работ по их предназначению, включая определение производительности на отдельных участках работ. Указанное положение является исходным, поскольку позволяет объективно оценить эффективность привлекаемых сил при ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений. Кроме того, данный метод обеспечивает учёт состава и структуры сил, а также позволяет определить, как их распределение влияет на количество спасённых в каждом конкретно заданном временном интервале, что создаёт основу для эффективного управления группировкой.

Преимуществом рассматриваемого подхода является возможность предварительного проведения расчётов по вариативному изменению порядка применения сил, привлекаемых для ликвидации ЧС. Это позволяет заблаговременно установить направления сосредоточения основных усилий совместной группировки различных ведомств и оперативных служб с обоснованием целесообразных показателей эффективности. В научных исследованиях [10, 13] рассматриваются вопросы максимизации эффективности выполнения задач силами, привлекаемыми для ликвидации ЧС. Однако остаётся недостаточно изученным вопрос применения сил ликвидации ЧС, связанных с разрушением зданий и сооружений, до момента времени T , а также в условиях возникновения дополнительных объёмов мероприятий. Указанные аспекты могут быть решены путём использования целевой функции, направленной на минимизацию человеческих жертв [14].

Таким образом, выполнение системного анализа применения группировки сил создаёт предпосылки для разработки методического подхода, обеспечивающего рациональный вариант распределения сил, привлекаемых к проведению АСР, что способствует увеличению числа спасённых пострадавших.

Выводы

Исследования показали, что результаты ликвидации ЧС, связанные с разрушением зданий и сооружений, определяются не количеством привлекаемых сил, а качеством их применения. На эффективность АСР решающее влияние оказывают согласованность действий, временные ограничения, условия выживаемости пострадавших и технологическая последовательность выполнения работ. Установлено, что задержки при развёртывании подразделений, нерациональное распределение ресурсов и отсутствие учёта динамики обстановки приводят к снижению числа спасённых.

Предложенный методический подход основан на системном анализе структуры аварийно-спасательных мероприятий и моделировании их последовательности с учётом реальных ограничений. Модель обеспечивает выбор такого порядка выполнения работ, при котором исключаются неэффективные задержки, учитываются особенности объекта, а распределение сил определяется прогнозируемой результативностью их действий. Применение данного подхода создаёт возможность заранее оценивать ожидаемый эффект от применения каждого подразделения и целесообразность его присутствия на конкретном участке работ.

Результаты исследования могут использоваться для обоснования решений оперативных штабов, планирования применения сил гражданской защиты и корректировки нормативов проведения АСР. Модель формирует основу для разработки практических регламентов и позволяет повысить результативность спасательных операций без увеличения численности подразделений, что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов.

Список литературы

1. Menshih V., Avsentev O., Samorokovskiy A. Models of resource allocation optimization when solving the control problems in organizational systems // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 973. – Conference 1, 012040. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.semanticscholar.org/> (дата обращения: 22.02.2025). – Текст: электронный.
2. Рыбаков А.В. и др. Методический подход к формированию модели оценки эффективности проведения аварийно-спасательных работ при разрушении зданий // Сб. и тр. Технологии гражданской безопасности. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС, 2023. – № 2 (76). – С. 57-66.
3. Бондар Е.А. [и др.] Организация и проведение аварийно-спасательных и других неотложных мероприятий при ликвидации последствий разрушения зданий и сооружений // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39218526> (дата обращения: 6.02.2025). – Текст: электронный.
4. Закон Республики Казахстан. О гражданской защите: принят 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК. [Электронный ресурс] – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (дата обращения: 05.02.2025). – Текст: электронный.
5. Об утверждении положений о ведомствах и территориальных подразделениях Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан: утв. Приказом Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 30 октября 2020 года № 16. [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G20O0000016> (дата обращения: 14.03.2025). – Текст: электронный.
6. Самороковский А.Ф. Модель оптимального распределения ресурса оперативным штабом при проведениях эвакуации в условиях возникновения чрезвычайной ситуации // Вестник Воронежского института МВД России. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2021. – № 1. – С. 122-130.
7. Pu, Fan, et al. Operations Research Methods for Emergency Response: A Review [Электронный ресурс] // arXiv preprint. – 2025. – Режим доступа: <https://arxiv.org/html/2505.03979v1> (дата обращения: 08.06.2025).
8. Li, Linwei, et al. A Multi-Objective Emergency Vehicle Dispatching Model Considering Fairness and Risk // Applied Sciences. – 2024. – Т. 14, № 17. – С. 7433. – DOI: 10.3390/app14177433. (дата обращения: 20.02.2025). – Текст: электронный.
9. Kelley, J. E., Walker, M. R. Critical-Path Planning and Scheduling // Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference. – 1959. (дата обращения: 20.02.2025). – Текст: электронный.
10. Рыбаков А. В. и др. Методический подход к рациональному распределению сил и средств для проведения работ на маршрутах эвакуации населения // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2020. – № 4 (47). – С. 86-95.

11. Пархомчик Э.А. и др. Методический подход по обоснованию рациональной группировки сил и средств, привлекаемой для ликвидации чрезвычайной ситуации в военное время // Сб. н. тр. Моделирование сложных процессов и систем. XXIX МНПК. – Химки: АГЗ МЧС России, 2019. – С. 99-106.
12. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Наука, 1980. – 528 с.
13. Хидирлясов Т.М. и др. О методике обоснования рационального варианта распределения сил гражданской обороны для проведения аварийно-спасательных работ при разрушении зданий / А.В. Рыбаков, Е.В. Иванов [и др.] // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 4(78). – С. 16-25.
14. Шарипов Г.А. Обоснование методического подхода применения сил, привлекаемых к ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушением зданий и сооружений // «Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития Государственной системы гражданской защиты»: сборник тезисов и докладов МНПК. 13 марта 2025 г. – Кокшетау: ГУ «Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан», 2025. – С. 341-345. [Электронный ресурс] – URL: https://agz.edu.kz/public/uploads/2024/NIC/sbornik_2025_red+.pdf (дата обращения: 16.06.2025).

References

1. Menshih V., Avsentev O., Samorokovskiy A. Models of resource allocation optimization when solving the control problems in organizational systems // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 973. – Conference 1, 012040. [Elektronnyj resurs] – URL: <https://www.semanticscholar.org/> (data obrashhenija: 22.02.2025). – Tekst: jelektronnyj.
2. Rybakov A.V. i dr. Metodicheskiy podhod k formirovaniyu modeli ocenki jeffektivnosti provedenija avarijno-spasatel'nyh rabot pri razrushenii zdaniy // Sb. i. tr. Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti. – М.: FGBU VNII GOChS, 2023. – № 2 (76). – S. 57-66.
3. Bondar E.A. [i dr.] Organizacija i provedenie avarijno-spasatel'nyh i drugih neotlozhnyh meroprijatij pri likvidacii posledstvij razrushenija zdaniy i sooruzhenij // Pozharnaja i tehnosfernaja bezopasnost': problemy i puti sovershenstvovaniya. [Elektronnyj resurs] – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39218526> (data obrashhenija: 6.02.2025). – Tekst: jelektronnyj.
4. Zakon Respubliki Kazahstan. O grazhdanskoj zashhite: prinjat 11 aprelja 2014 goda № 188-V ЗРК. [Elektronnyj resurs] – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (data obrashhenija: 05.02.2025). – Tekst: jelektronnyj.
5. Prikaz Ministra po chrezvychajnym situacijam Respubliki Kazahstan ot 30 oktjabrja 2020 goda № 16. «Ob utverzhdenii polozhenij o vedomstvah i territorial'nyh podrazdelenijah Ministerstva po chrezvychajnym situacijam Respubliki Kazahstan». [Elektronnyj resurs] – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G20O0000016> (data obrashhenija: 14.03.2025). – Tekst: jelektronnyj.
6. Samorokovskij A.F. Model' optimal'nogo raspredelenija resursa operativnym shtabom pri provedenijah jevakuacii v uslovijah vozniknovenija chrezvychajnoj situacii // Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii. – Voronezh: Voronezhskij institut MVD Rossii, 2021. – № 1. – S. 122-130.
7. Pu, Fan, et al. Operations Research Methods for Emergency Response: A Review [Elektronnyj resurs] // arXiv preprint. – 2025. – Rezhim dostupa: <https://arxiv.org/html/2505.03979v1> (data obrashhenija: 08.06.2025).

8. Li, Linwei, et al. A Multi-Objective Emergency Vehicle Dispatching Model Considering Fairness and Risk // Applied Sciences. – 2024. – Т. 14, № 17. – С. 7433. – DOI: 10.3390/app14177433. (data obrashheniya: 20.02.2025). – Текст: elektronnyj.
9. Kelley, J. E., Walker, M. R. Critical-Path Planning and Scheduling // Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference. – 1959. (data obrashheniya: 20.02.2025). – Текст: elektronnyj.
10. A.V. Rybakov i dr. Metodicheskij podhod k racional'nomu raspredeleniju sil i sredstv dlja provedenija rabot na marshrutah jevakuacii naselenija // Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashhity. – Himki: Akademija grazhdanskoj zashhity MChS Rossii, 2020. – № 4 (47). – С. 86-95.
11. Parhomchik Je.A. i dr. Metodicheskij podhod po obosnovaniju racional'noj gruppirovki sil i sredstv, privlekaemoj dlja likvidacii chrezvychajnoj situacii v voennoe vremja // Sb. n. tr. Modelirovanie slozhnyh processov i sistem. HHIX MNPK. – Himki: AGZ MChS Rossii, 2019. – С. 99-106.
12. Ventcel' E.S. Issledovanie operacij. – M.: Nauka, 1980. – 528 s.
13. Hidirljasov T.M. i dr. O metodike obosnovanija racional'nogo varianta raspredelenija sil grazhdanskoj oborony dlja provedenija avarijno-spasatel'nyh rabot pri razrushenii zdaniy / A.V. Rybakov, E.V. Ivanov [i dr.] // Tehnologii grazhdanskoj bezopasnosti. – 2023. – Т. 20, № 4(78). – С. 16-25.
14. Sharipov G.A. Obosnovanie metodicheskogo podhoda primenenija sil, privlekaemyh k likvidacii chrezvychajnyh situacij, svjazannyh s razrusheniem zdaniy i sooruzhenij // «Istoricheskie aspekty, aktual'nye problemy i perspektivy razvitija Gosudarstvennoj sistemy grazhdanskoj zashhity». Sbornik tezisov i dokladov MNPK. 13 marta 2025 g. – Kokshetau: GU «Akademija grazhdanskoj zashhity imeni Malika Gabdullina MChS Respubliki Kazahstan», 2025. – С. 341 – 345. [Elektronnyj resurs] – URL: [https:// agz.edu.kz/public/uploads/2024/NIC/sbornik_2025_red+.pdf](https://agz.edu.kz/public/uploads/2024/NIC/sbornik_2025_red+.pdf) (data obrashheniya: 16.06.2025).

Ғ. А. Шәріпов

*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы,
Көкшетау, Қазақстан*

ҒИМАРАТТАР МЕН ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ҚИРАУЫМЕН БАЙЛАНЫСТЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ЖОЮ КЕЗІНДЕ АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАУ КҮШТЕРІН БӨЛУ ҮДЕРІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Мақалада ғимараттар мен құрылыстардың қирауымен байланысты төтенше жағдайларды жою кезінде азаматтық қорғаудың мемлекеттік жүйесі күштерінің топтастырылуын (топтасуын) қолдануды оңтайландыру мәселелері қарастырылады. Төтенше жағдайларды жою күштерін қолданудың жеткіліксіз тиімділігі уақытша кідірістермен, ресурстардың шектеулілігімен және жұмыстарды жүргізудің қолайсыз жағдайларымен негізделетіні анықталды. Уақыт факторы, өнімділік және зардап шеккендерді құтқару ықтималдығы ескеріліп, күштерді жұмыстар учаскелері бойынша ұтымды бөлуге мүмкіндік беретін жүйелік талдау мен үлгілеуге негізделген әдістемелік тәсіл ұсынылған. Ұсынылған шешімдерді іске асыру авариялық-құтқару жұмыстарының нәтижелілігін арттыруға және ғимараттар мен құрылыстардың қирауы кезінде адам шығынын азайтуға бағытталған.

Түйінді сөздер: төтенше жағдай, күштер топтастырылуы, төтенше жағдайларды жою күштері, ұтымды нұсқа, талдау, ғимараттар мен құрылыстардың қирауы.

G. A. Sharipov

*Malik Gabdullin Civil Protection Academy of the MES of the Republic of Kazakhstan,
Kokshetau, Kazakhstan*

OPTIMIZATION OF CIVIL PROTECTION FORCE ALLOCATION IN THE ELIMINATION OF EMERGENCIES ASSOCIATED WITH THE COLLAPSE OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Abstract. This paper examines approaches to optimizing the deployment of force groupings within the national civil protection system during the response to emergencies caused by the collapse of buildings and structures. The study identifies that the limited effectiveness of emergency response forces is primarily due to time delays, resource constraints, and adverse operational conditions. A methodological framework is proposed, grounded in systems analysis and modeling, which enables the rational allocation of forces across operational sites, considering factors such as time, performance, and the probability of victim rescue. The implementation of the proposed solutions is directed towards enhancing the effectiveness of emergency rescue operations and reducing human losses in the event of building and structural failures.

Keywords: emergency, force grouping, response forces, optimal allocation, systems analysis, building and structural collapse.

Сведения об авторах / Information about the authors

Шарипов Габит Аубакирович – Доктор PhD, ассоциированный профессор (доцент), профессор кафедры гражданской обороны и военной подготовки Академии гражданской защиты имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: agz.sharipov@mail.ru

Gabit A. Sharipov – Doctor of PhD, Associate Professor, Professor of the Department of Civil Defense and Military Training at the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: agz.sharipov@mail.ru

УДК 351.862

А. Т. Шаяхметов¹, В. В. Голев¹, Е. П. Булегенов², Д. Аманкешұлы³

*¹Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

²Национальный университет обороны Республики Казахстан, Астана, Казахстан

*³Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова,
Актау, Казахстан*

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПО ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИВЛЕЧЕНИЯ ГРУППИРОВКИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация. В статье предлагается методический подход к обоснованию рационального привлечения группировки Вооруженных Сил Республики Казахстан для ликвидации чрезвычайных ситуаций. Методика включает два этапа: определение приоритетности проведения аварийно-спасательных и неотложных работ с применением экспертных оценок и выбор оптимального варианта привлечения сил с использованием методов линейного программирования. Критерием эффективности выступает минимизация времени прибытия сил в зону чрезвычайной ситуации, что позволяет увеличить количество спасенного населения. Представленный подход способствует обоснованному и эффективному планированию действий военных формирований при ликвидации последствий разрушений.

Ключевые слова: аварийно-спасательные и неотложные работы, метод экспертных оценок, зоны разрушения, время прибытия, оптимизация ресурсов.

Опыт проведения аварийно-спасательных и неотложных работ (АСНР) при ликвидации наиболее крупных чрезвычайных ситуаций (ЧС) последних лет показывает, что их выполнение не всегда осуществлялось с достаточной эффективностью и вследствие несвоевременного начала работ существенно увеличивались людские потери и материальный ущерб. Анализ выполнения АСНР в ходе ликвидации последствий Спитакского землетрясения, проведенный в исследованиях, показал, что до 40 % людей из числа погибших были живы в первые часы после землетрясения и могли быть спасены. Сокращение времени начала работ с 6 часов до 2 часов привело бы к уменьшению потерь на 30 % [1].

В первую очередь за работу взялись пожарные. Из-за толчков загорелась нефтебаза в Ленинкане. Огонь удалось погасить. В нескольких районах республики началась настоящая гуманитарная катастрофа.

Ликвидацией последствий и спасением людей занялась вся огромная страна. В район разрушений направили всё, что имелось под рукой, — военных, строителей, грузовики, медикаменты. Первые 100 грузовиков с лекарствами и палатками прибыли из соседней Грузии уже 7 декабря. Тысячи добровольцев со всего Союза искали людей под завалами. Из Москвы в Армению в тот же день вылетела бригада медиков во главе с министром здравоохранения СССР Евгением Чазовым. Только за первые сутки работы военные врачи спасли 1,2 тыс. пострадавших [2].

Для достижения поставленных целей в кратчайшие сроки требовалась чёткая организация сил и средств, их рациональное распределение и централизованное управление. В этих условиях становится очевидной необходимость системного привлечения соединений и частей вооружённых сил, дислоцированных в различных регионах, для проведения АСНР, а при необходимости — и мобилизации «резервистов».

Обоснование рационального варианта привлечения сил и средств группировки вооруженных сил Республики Казахстан (ВС РК), привлекаемой для ликвидации ЧС, должен осуществляться на основе последовательного решения следующих частных задач:

- определение приоритетности проведения АСНР в зоне ЧС;
- выбор и обоснование рационального варианта привлечения группировки ВСРК, привлекаемой для ликвидации ЧС.

Рассмотрим наиболее приемлемые подходы к решению данных задач.

Частная задача № 1

При выборе и обосновании рационального варианта привлечения сил и средств группировки ВС РК необходимо определить приоритетность проведения АСНР в зоне ЧС, с учетом значимости пострадавших объектов.

Для определения приоритетности проведения АСНР при возникновении ЧС необходимо определить объем завалов и количество пострадавшего населения.

Определение приоритетности объектов для проведения АСНР является важным фактором при ликвидации ЧС, так как это позволит выявить объекты, на которых требуется первоочередное проведение АСНР и в дальнейшем приведет к увеличению количества спасенного населения.

Следует отметить, что при возникновении ЧС в зонах разрушения может попасть различное количество объектов и населения. Как правило, при возникновении ЧС сил и средств для проведения АСНР на всех пораженных объектах недостаточно. В связи с этим необходимо определить очередность проведения АСНР на объектах, которые позволят снизить потери среди пострадавшего населения.

Анализ процедуры ранжирования, показал, что задача определения приоритетности мест проведения АСНР в зонах разрушения не поддается эффективной формализации и велика роль опыта и интуиции. В связи с этим целесообразно применить метод экспертных оценок.

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов [3].

Метод экспертных оценок подразделяется на две группы: индивидуальные и коллективные экспертные оценки.

К основным видам экспертных оценок относятся: анкетирование и интервьюирование; мозговой штурм; дискуссия; совещание; деловая игра; сценарий. Каждый из этих видов экспертного оценивания обладает своими преимуществами и недостатками, определяющими рациональную область применения. Во многих случаях наибольший эффект дает комплексное применение нескольких видов экспертизы. Анкетирование и сценарий предполагают индивидуальную работу эксперта. Интервьюирование может осуществляться как индивидуально, так и с

группой экспертов. Остальные виды экспертизы предполагают коллективное участие экспертов в работе.

Независимо от индивидуального или группового участия экспертов в работе целесообразно получать информацию от множества экспертов. Это позволяет получить на основе обработки данных более достоверные результаты, а также новую информацию о зависимости явлений, событий, фактов, суждений экспертов, не содержащуюся в явном виде в высказываниях экспертов [3].

При использовании метода экспертных оценок возникают свои проблемы. Основными из них являются: подбор экспертов, проведение опроса экспертов, обработка результатов опроса, организация процедур экспертизы [3].

Получаемое в результате обработки обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы. Комплексное использование интуиции, логического мышления и количественных оценок с их формальной обработкой позволяет получить эффективное решение проблемы.

При выполнении своей роли в процессе управления эксперты производят следующие основные функции: определяют зоны разрушения (полные, сильные, средние, слабые) и производят ранжирование зон разрушений по приоритетности проведения АСНР. Определение приоритетности АСНР осуществляется экспертами на основе знаний и опыта эксперта.

Частная задача № 2

В условиях крупномасштабных разрушений эффективность АСНР в значительной степени определяется рациональным распределением спасательных формирований между зонами завалов и разрушений. Для формализации процесса распределения предлагается математическая модель, по структуре относящаяся к классу транспортных задач линейного программирования.

Для решения частной задачи необходимо использовать следующие множества и параметры [4]:

I – множество спасательных формирований (источников), $i \in I$;

J – множество завалов и разрушений (потребителей), $j \in J$;

a_i – доступный ресурс формирования A_i ;

b_j – количество пострадавших в зоне B_j ;

$t_{(ij)}$ – расчётное время прибытия A_i в B_j ;

$\beta_{(ij)}$ – коэффициент выживаемости (доля спасаемых при $t_{(ij)}$);

$x_{(ij)}$ – число спасённых в зоне j силами i (переменная).

В качестве критерия эффективности принимается общее число спасённых людей:

$$\max Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \beta_{ij} x_{ij}$$

Ограничения:

- по ресурсам формирований:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq a_i, \forall i \in I;$$

- по числу пострадавших в зонах:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq b_i, \forall i \in I;$$

- неотрицательность:

$$x_{ij} \geq 0, \forall i \in I, \forall j \in J.$$

Для применения классических алгоритмов транспортной задачи модель удобно привести к виду минимизации, введя «стоимость»:

$$c_{ij} = 1 - \beta_{ij},$$

и минимизируя суммарные потери:

$$\min Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij}.$$

При необходимости баланс $\sum_i a_i = \sum_j b_j$ обеспечивается введением фиктивного источника или фиктивного потребителя с нулевым коэффициентом выживаемости.

Для решения задачи распределения необходимо:

1. Построение опорного плана (методом северо-западного угла, минимального элемента либо методом Фогеля). На этом шаге формируется допустимый план x_{ij} , удовлетворяющий всем ограничениям, с числом базисных клеток $m + n - 1$.

2. Вычисление потенциалов строк u_i (потенциал i -го источника (поставщика) и столбцов v_j (потенциал j -го пункта назначения (потребителя) по условию:

$$u_i + v_j = c_{ij} \text{ для всех базисных клеток.}$$

3. Определение оценок оптимальности для свободных клеток:

$$\Delta_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j),$$

где c_{ij} — удельные затраты (или иные оптимизируемые показатели) на перевозку из i -го источника в j -й пункт назначения. Если для всех свободных клеток $\Delta_{ij} \geq 0$, текущий план является оптимальным. При наличии $\Delta_{ij} < 0$ выполняется улучшение плана.

4. Улучшение плана заключается в построении замкнутого цикла через выбранную небазисную клетку, чередовании знаков «+» и «-» и перераспределении объёмов x_{ij} на величину θ (минимальное значение в клетках со знаком «-»). Далее процедура повторяется с шага 2 до выполнения критерия оптимальности.

Рассмотрим пример с тремя подразделениями и тремя зонами завалов. Доступные ресурсы и потребности заданы:

$a_1=30$	$a_2=25$	$a_3=20$
$b_1=20$	$b_2=25$	$b_3=30$

Суммарные ресурсы и потребности совпадают ($30+25+20=20+25+30=75$), задача является «закрытой».

Предположим, что по результатам расчёта времени прибытия t_{ij} получены коэффициенты выживаемости β_{ij} , приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты выживаемости β_{ij}

Формирование/ Зона	B_1	B_2	B_3
A_1	0,90	0,80	0,70
A_2	0,80	0,90	0,60
A_3	0,70	0,80	0,80

Соответствующие «стоимости» (потери) определяются как:

$$c_{ij} = 1 - \beta_{ij}.$$

Получаем матрицу c_{ij}

Таблица 2 – Матрица стоимостей c_{ij}

Формирование / Зона	B_1	B_2	B_3	Запас a_i
A_1	0,10	0,20	0,30	30
A_2	0,20	0,10	0,40	25
A_3	0,30	0,20	0,20	20
Потребность b_j	25	25	30	

Для построения исходного опорного плана используем метод северо-западного угла и результаты вносим в итоговый опорный план (таблица 3):

Таблица 3 – Опорный план перевозок x_{ij}

Формирование / Зона	B_1	B_2	B_3	Сумма по строке
A_1	20	10	0	30
A_2	0	15	10	25
A_3	0	0	20	20
Сумма по столбцу	20	25	30	

Число базисных клеток равно $3+3-1=5$, условие невырожденности выполняется.

Произведем вычисление потенциалов и введём u_i для строк и v_j для столбцов, получаем:

$$u_1 = 0, \quad u_2 = -0,10, \quad u_3 = -0,30;$$

$$v_1 = 0,10, \quad v_2 = 0,20, \quad v_3 = 0,50.$$

Далее переходим к оценке оптимальности плана, для этого необходимо рассчитать $\Delta_{ij} = c_{ij} - (u_i + v_j)$ для свободных клеток:

$$\Delta_{21} = c_{21} - (u_2 + v_1) = 0,20 - (-0,10 + 0,10) = 0,20 \geq 0;$$

$$\Delta_{31} = c_{31} - (u_3 + v_1) = 0,30 - (-0,30 + 0,10) = 0,50 \geq 0;$$

$$\Delta_{32} = c_{32} - (u_3 + v_2) = 0,20 - (-0,30 + 0,20) = 0,50 \geq 0.$$

Все оценки $\Delta_{ij} \geq 0$, следовательно, полученный план является оптимальным.

Вернемся к исходной постановке максимизации по β_{ij} :

$$Z = \sum_{ij} \beta_{ij} x_{ij} = 0,90 \cdot 20 + 0,80 \cdot 10 + 0,90 \cdot 15 + 0,60 \cdot 10 + 0,80 \cdot 20 = 61,5$$

Таким образом, оптимальное привлечение сил и средств (рисунок 1) обеспечивает максимизацию числа спасённых при имеющихся ресурсных ограничениях и заданных временных параметрах прибытия формирований в зоне ЧС.

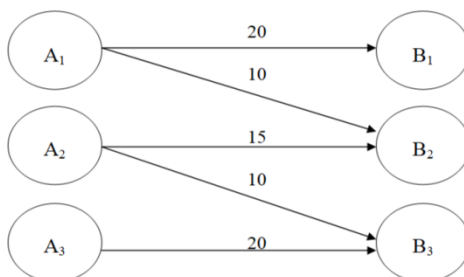


Рисунок 1 - Оптимальный план привлечения подразделений ВС РК между зонами завалов

Немаловажным остается рациональный подход к выявлению мест дислокации сил и средств, что позволит повысить эффективность реагирования и проведения спасательных работ при разрушительных землетрясениях [5].

В результате проведённого исследования обоснован методический подход к оптимизации привлечения сил и средств группировки ВС РК при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в условиях завалов и массовых разрушений на основе применения математической модели транспортного типа. Предложенная модель позволяет учитывать ресурсные ограничения подразделений, пространственно-временные параметры их прибытия в зоны разрушений, а также коэффициенты выживаемости пострадавших, что обеспечивает формализованное обоснование управленческих решений при организации АСНР.

Показано, что использование классического алгоритма решения транспортной задачи обеспечивает получение оптимального плана распределения спасательных ресурсов, направленного на максимизацию количества спасённых. Проведённый численный эксперимент подтверждает корректность математической постановки задачи, устойчивость алгоритма к изменению исходных параметров и его применимость для практических расчётов в системе управления гражданской защитой.

Полученные результаты обладают практической значимостью и могут быть использованы при разработке и совершенствовании автоматизированных систем поддержки принятия решений органов управления гражданской защиты, а также в целях повышения оперативности и обоснованности планирования аварийно-спасательных мероприятий.

Список литературы

1. Сукиасян С.Г. Психопатология Спитакского землетрясения 1988 года: статика и динамика. – 2016. – Ч. 2.
2. Гражданская оборона в чрезвычайных ситуациях / под ред. И. И. Иванова. – М.: Наука, 2010. – 320 с.
3. Методы анализа иерархий в планировании эвакуации / А. П. Кузнецов. — СПб.: Техника, 2015. – 215 с.
4. Кусаинов А.Б. Практические аспекты принятия управленческих решений в гражданской защите математическим методом: учебное пособие. – Кокшетау: Академия гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2025. – 112 с.
5. Савазов И.Х., Хасенов Ж.Х. Методология определения мест дислокации сил и средств формирований гражданской защиты для проведения спасательных работ при разрушительных землетрясениях // Наука и образования в гражданской защите. – 2024. – № 4(56). – С. 33-42.

References

1. Sukiasjan S. G. Psihopatologija Spitakskogo zemletrjasenija 1988 goda: statika i dinamika. – 2016. – Ch. 2.
2. Grazhdanskaja oborona v chrezvychajnyh situacijah / pod red. I. I. Ivanova. – M.: Nauka, 2010. – 320 s.
3. Metody analiza ierarhij v planirovanii jevakuacii / A. P. Kuznecov. — SPb.: Tehnika, 2015. – 215 s.
4. Kusainov A.B. Prakticheskie aspekty prinjatija upravlencheskih reshenij v grazhdanskoj zashhite matematicheskim metodom: uchebnoe posobie. – Kokshetau: Akademija grazhdanskoj zashhity im. M. Gabdullina MChS Respubliki Kazahstan, 2025. – 112 s.
5. Savazov I. H., Hasenov Zh. H. Metodologija opredelenija mest dislokacii sil i sredstv formirovanij grazhdanskoj zashhity dlja provedenija spasatel'nyh rabot pri razrushitel'nyh zemletrjasenijah // Nauka i obrazovaniya v grazhdanskoj zashhite. – 2024. – № 4(56). – S. 33-42.

А. Т. Шаяхметов¹, В. В. Голев¹, Е. П. Бөлегенов², Д. Аманкешұлы³

¹Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы,
Көкшетау, Қазақстан

²Ұлттық қорғаныс университеті, Астана, Қазақстан

³Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті,
Ақтау, Қазақстан

**ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ЖОЮ ҮШІН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҚАРУЛЫ
КҮШТЕРІНІҢ ТОПТАРЫН ҰТЫМДЫ ТАРТУДЫ НЕГІЗДЕУ ЖӨНІНДЕГІ
ӘДІСТЕМЕЛІК ТӘСІЛ**

Аңдатпа. Мақалада төтенше жағдайларды жою үшін тартылатын Қазақстан Республикасы Қарулы күштері тобын ұтымды бөлуді негіздеуге әдістемелік тәсіл ұсынылады. Әдістеме екі кезеңнен тұрады: сараптамалық бағалауды қолдана отырып, авариялық-құтқару және шұғыл жұмыстардың басымдылығын анықтау және сызықтық бағдарламалау әдістерін қолдана отырып, күштерді бөлудің оңтайлы нұсқасын таңдау. Тиімділік критерийі төтенше жағдай аймағына күштердің келу уақытын азайту болып табылады, бұл құтқарылған халықтың санын көбейтуге мүмкіндік береді. Ұсынылған тәсіл жойылу салдарын жою кезінде әскери құрылымдардың іс қимылдарын негізделген және тиімді жоспарлауға ықпал етеді.

Түйінді сөздер: авариялық-құтқару және шұғыл жұмыстар, сараптамалық бағалау әдісі, қирау аймақтары, келу уақыты, ресурстарды оңтайландыру.

A. T. Shayakhmetov¹, V. V. Golev¹, Y. P. Bulegenov², D. Amankeshyly³

¹*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

²*National Defense University of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan*

³*Caspian University of Technology and Engineering named after Sh.Yessenov, Aktau, Kazakhstan*

A METHODOLOGICAL APPROACH TO SUBSTANTIATE THE RATIONAL INVOLVEMENT OF THE ARMED FORCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN TO ELIMINATE EMERGENCIES

Abstract. The article presents a particular methodological approach to assessing citizens undergoing training in the field of civil defense to act in response to emergency situations of various types. Within the framework of the proposed methodology: a list of initial data necessary for the conducted research is determined; a method is proposed that evaluates the indicator of residual knowledge, skills of citizens, as well as an increase in the level of training of personnel during their training process. To solve the formulated particular problems, the method of correlation and regression analysis is applied. The implementation of the presented stages will make it possible to determine the direction for priority training in the field of civil defense.

Keywords: emergency and emergency operations, expert assessment method, destruction zones, arrival time, resource optimization.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Шаяхметов Асхат Талгатович – доцент кафедры защиты в чрезвычайных ситуациях Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: askhat08@bk.ru

Голев Владимир Владимирович – старший преподаватель кафедры оперативно-тактических дисциплин Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау Казахстан. E-mail: golevv@mail.ru

Бulegenov Ернар Пернебаевич – кандидат военных наук, доцент Национального университета обороны, Астана, Казахстан. E-mail: yernaray789@mail.ru

Амankeshyly Дастан – кандидат технических наук. Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан

Askhat T. Shayakhmetov – associate Professor of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: askhat08@bk.ru

Vladimir V. Golev – Senior lecturer at the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: golevv@mail.ru

Yernar P. Bulegenov – candidate of Military Sciences, associate Professor at the National Defense University, Astana, Kazakhstan. E-mail: yernaray789@mail.ru

Amankeshyly Dastan – Candidate of Technical Sciences, Caspian University of Technologies and Engineering named after Sh. Yesenov, Aktau, Kazakhstan

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ӨОК 614:835.875

Н. Б. Ермуханова¹, Д. Б. Нуржанова¹, З. М. Шаймерденова²

¹*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан*

²*Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан*

МҰНАЙ АПАТТАРЫН БОЛЖАУДА ЖЫЛУ СӘУЛЕЛЕРІНІҢ АДАМҒА ӘСЕРІ

Аңдатпа. Мақалада мұнай-газ нысандарындағы төтенше жағдайдан туындайтын мұнай өнімдерінің шығарылу салдарының апаттық қойылымдары, олардың өрттік-апаттық жағдай туғызуы баяндалады. Жарылыс кезіндегі жылулық сәулелену, соққы толқын мен артық қысымның әсерінен технологиялық құрал-жабдықтардың бүліну дәрежесі болжанады. Адамның жылулық сәулеленуге төзімділік дәрежесі жылу радиациясының қарқындылығы 14 кВт/м^2 болғанда нашарлап, ол ортада болуы 1-5 секундқа дейін қысқарады. Өрттен шығатын жылу сәулесінің адамға физиологиялық әсерін ескере отырып, өрт аймағында жылу сәулесі $7,0 \text{ кВт/м}^2$ жоғарылаған кезінде жылу шағылыстырғыш киіммен бүркілетін су ағыны астында болумен алмастыру қарастырылғанымен, теріге жылу әсерінің ауру сезімі жоғарылауына байланысты жылу ағыны $2,5 \text{ кВт/м}^2$ жоғары болғанда жеке құрамның жылу шағылыстырғыш киім қолдануы қарастырылуы тиіс.

Түйінді сөздер: мұнай, авария қойылымы, өрт, артық қысым, соққы толқын, жылулық сәуле, отты шар, жылу шағылыстырғыш өрттен қорғау киімі.

Кіріспе. Дүние жүзілік тәжірибе мен статистика көрсеткендей, мұнай-газ кен орындары объектілеріндегі ТЖ қауіптілігінің негізгі көзі жабдықтар мен құбырлардың герметикаланбауы болып табылады. Бұл өрттермен, жарылыстармен, қоршаған ортаның ластануымен қатар жүретін тұтанғыш және улы газдар мен сұйықтықтардың шығарылуына (ағып кетуіне) әкеп соғады. Бұл апаттардың ең жоғары жиілігі әлемдегі мұнай және газ өнеркәсібінің мәліметтеріне сәйкес, байланыстырушы құбырларда, клапандарда және тығыздағыш қосылыстарда орын алады.

Авариялардың даму жағдайларына әсер ететін факторлар:

- аймақтық жағдайлар: жер бедері, оның ландшафты, жыл мезгілі, метеорологиялық жағдайлар және т. б.;
- өнімдерді өңдеу және тасымалдау процесін басқарудың заманауи құралдарының және технологиялық процестің барысын бақылау жүйелерінің болуы;
- авариялық - қалпына келтіру және өрт сөндіру бригадаларының іс-қимылдарының жарақтандырылуы мен тиімділігі;
- жекелеген қондырғыларда жұмыс істейтін персоналдың, мұнай кен орнының жекелеген учаскелерінің операторларының, персонал ретінде төтенше жағдайға ден қойып, әрекет ету уақыты;

- аппараттар мен құбырлардың герметикалығын жоғалтудың себептері. Сондай-ақ мұнай-газ өндірісінің қарқын алуына байланысты мұнай-химия процестері күрделене түсті, бұл қауіпті өндіріс орындарының ауқымын ұлғайтып кездейсоқ жарылыстардың пайда болу қаупін арттырады.

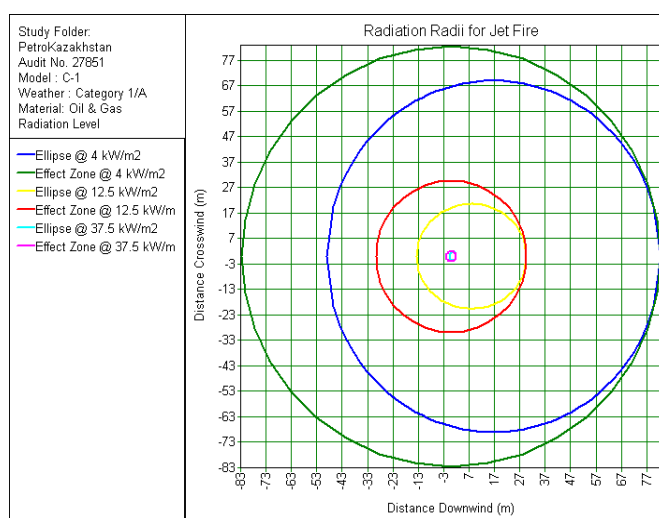
Әдістер мен материалдар. Барлық декларацияланатын өндірістер қауіпті аймақтарға жатады. Себебі, тұтану көзінен тұтануға және оны алып тастағаннан кейін өздігінен жануға қабілетті қауіпті, жанғыш зат (мұнай газ) пайдаланылады, өңделеді, түзіледі, сақталады және тасымалданады. Олардың қауіпсіздігін сақтамаған жағдайда бірнеше секундтар ішінде өрт тұтану қаупі жоғары болып келеді. Мұнай саласында қауіпті өндірістік объектілерді пайдалану отын-ауа қоспасының жарылуымен авариялардың туындау қаупімен қатар жүреді. Мұндай авариялар объектінің персоналы, халқы үшін қауіп төндіреді, сондай-ақ елеулі материалдық шығындарға әкеп соғады [1].

Мұнай құрылғыларындағы әр түрлі модельденген салдарлардағы максималды қашықтық келесі апаттар үшін есептелді:

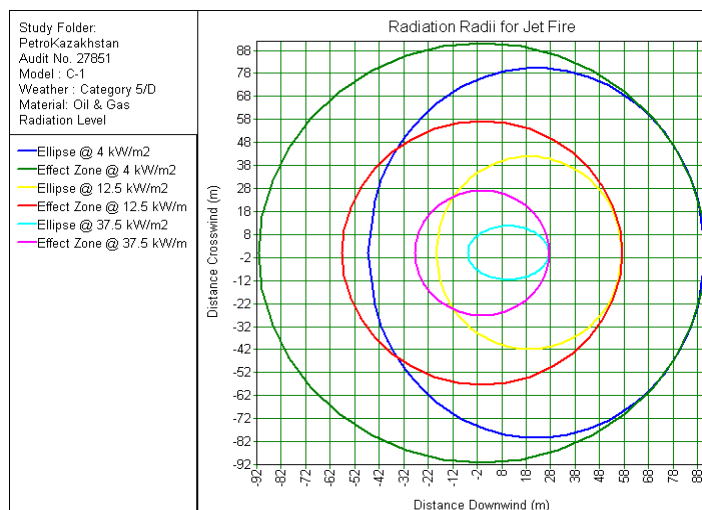
- өрт кезінде – сәулелену деңгейі үшін максималды қашықтық $37,5 \text{ кВ/м}^2$;
- газды-ауа қоспасының бұлтының қопарылыс жасауы кезінде – соққы толқынының қысымы үшін қашықтық 35 кПа ;
- төгілген заттардың уытты әсері – максималды әсер ету деңгейіне дейінгі қашықтықпен анықталады.

Жанғыш газ бен жоғары қысымды бу шығарындыларының бірден жануы алау өрті ретінде модельденген. Алау өртінің параметрлері (алау бетінің қуатын шығаратын алаудың ұзындығы мен пішіні) 4 , $12,5$ және $37,5 \text{ кВ/м}^2$ жылулық сәулелену аймақтары үшін есептеледі.

Ауа райы санаты $1/A$ (1 м/сек) жағдайында ұңғымадан шыққан өрт $37,5 \text{ кВ/м}^2$ жылулық әсер ету аймағы эллипсіне дәл сәйкес келеді, соның салдарынан зақымдану жоғары болады (1-сурет), ал ауа райы санаты $5/D$ (5 м/сек) жағдайында $37,5 \text{ кВ/м}^2$ жылулық әсер ету аймағы эллипс сызығынан алшақтайды (2-сурет), сондықтан зақымдану бәсеңдейді.



1 сурет - Ауа райы санаты $1/A$ (1 м/сек) жағдайында жарылыс өртінің ұңғымадан көлденең шығарылу кезіндегі 4 кВ/м^2 , 12 кВ/м^2 , $37,5 \text{ кВ/м}^2$ жылу сәулесі эллипстерінің графигі



2 сурет - Ауа райы санаты 5/D (5 м/сек) жағдайында жарылыс өртінің ұңғымадан көлденең шығарылу кезіндегі 4 кВ/м², 12 кВ/м², 37,5 кВ/м² жылу сәулесі эллипстерінің графигі

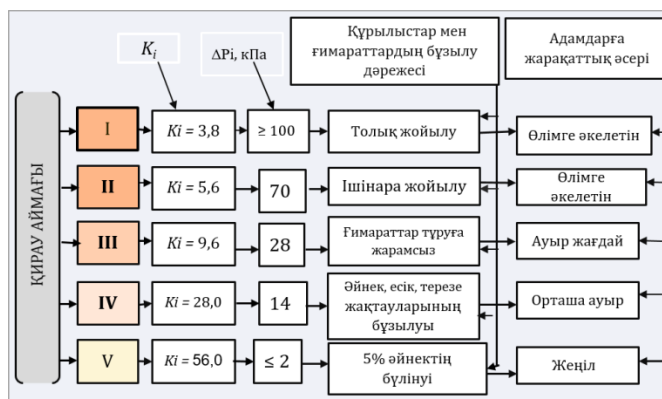
Нәтижелер және оларды талқылау. Сұйық тұтанғыш өнімдерінің апаттық сценарийлерінде жалыннан шығатын сәулелену деңгейінің тығыздығы 4 кВт/м² болғанда жылу сәулесі әсері 1 минутқа дейін созылса, арнайы киіммен, бет-ауызға қорғаныс құралдарын кимеген адамдарды екінші дәрежелі күйік шалады. 12,5 кВт/м² ұзақ жанған жалын әсерінен 1 % адамдар қайтыс болады. Жылу сәулесі 37,5 кВт/м² болғанда, технологиялық құрал-жабдықтарды қорғау жүргізілмесе, оның зақымдануы күшейіп, бірнеше минут ішінде «экскалация» жағдайында болады. Сондықтан 1 минут ішінде адамдардың 100 % қайтыс болады [2].

1. *Жылу радиациясының қарқындылығы* (жылу ағынының беткі тығыздығы) 0,56 кВм² болғанда жылу әсері ұзақ уақыт байқалмайды (1-кесте). Адамның жылулық сәулеленуге төзімділік дәрежесі жылу қарқындылығы неғұрлым артқан сайын азая түседі. 2,1 кВт/м² болғанда төзімділігі – 40-60 сек болса, 7,0 кВт/м² болғанда – 5-11 сек., 14,0 кВт/м² жеткенде төзімділік нашарлап, 1-5 сек. дейін қысқарады.

1 кесте - Адамның жылулық сәулеленуге төзімділік дәрежесі

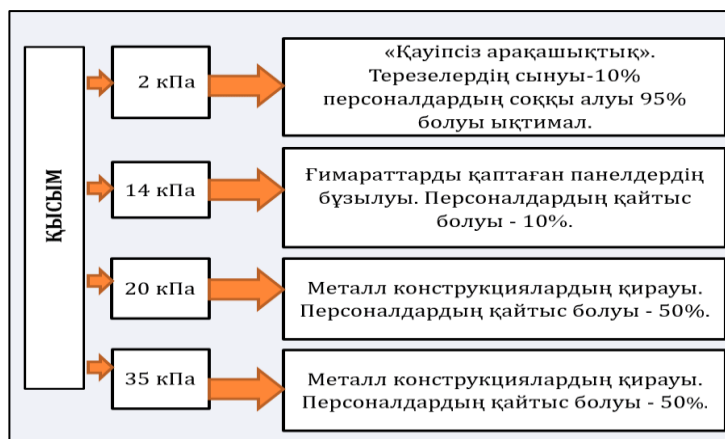
Жылу радиациясының қарқындылығы(жылу ағынының беткі тығыздығы)		Төзімділігі (уақыт), сек	Төзімділік кезінде берілетін жылу мөлшері	
кВт/м ⁻²	Кал/см ⁻² . мин ⁻¹		Дж	кал
0,56	0,8 дейін	Ұзақ уақыт байқалмайды	-	-
0,84	1,2	360 дейін	-	-
1,4	2,0	150-300	33,4	8,0
2,1	3,0	40-60	10,5	2,5
2,8	4,0	30-40	9,6	2,3
3,5	5,0	10-30	7,1	1,7
7,0	10,0	5-11	5,85	1,4
8,7	12,5	3-8	5,22	1,85
10,5	15,0	3-7	5,00	1,2
14,0	20,0	1-5	2,5	0,5

2. Соққы толқын алдындағы артық қысым ғимараттың бұзылу дәрежесін бағалайды. Жарылыстың соққы толқынынан қирау аймағы – шекаралары R_i радиустарымен анықталатын аумақ, оның орталығы қарастырылатын технологиялық блок немесе технологиялық жүйенің қысымын төмендетудің ең ықтимал орны болып табылады. Әрбір аймақтың шекаралары соққы толқынының алдыңғы жағындағы артық қысым ΔP_i және сәйкесінше, жарылыстың объектіге әсерін сипаттайтын және берілген қирау аймағына сәйкес келетін пропорционалдылықтың өлшемсіз K_i коэффициенті мәндерімен сипатталады (3-сурет) [3].



3 сурет – Соққы толқынының қирау аймақтары бойынша әсері

3. Жарылыс кезіндегі артық қысымның адамдар мен құрал-жабдықтарға әсерін 4-суретте кПа есептелген. Бар, өлшем бірлігі бойынша 2 кПа = 0,02 бар, 14 кПа 0,14 барға тең.



4 сурет – Жарылыс кезіндегі артық қысымның адамдар мен құрал-жабдықтарға әсері

Істен шығудың ықтималдығын бағалауға зақым ошағындағы қайтыс болғандармен жарақаттанған адамдардың санымен зақым ошағына ұшыраған аудан көлемі алынады. Аварияның негізгі зақымдаушы факторларына өрттік факторлар – ашық жалын, жылу сәулесі және соққы толқын жатады. Соққы толқын әсерінен ғимараттардың бөлініп құлауы, конструкциясының бұзылуы, зақымданған құрал-жабдықтардан жарықшақтардың ұшуы орын алуы мүмкін [4].

Жылу сәулеленуінің қарқындылығы өрттің екі жағдайы үшін анықталады (немесе олардың осы технологиялық қондырғыда жүзеге асырылатындардың біреуі үшін):

- тез тұтанатын сұйықтықтар үшін;
- тез ағатын сұйықтықтар үшін (шаңның жануын қоса алғанда).

Резервуардағы тез тұтанатын сұйықтықтардың тұтануымен қысым әсерінен жанудан «отты шар» пайда болады. «Отты шар» - ірі көлемді диффузиялық жануды пайда етеді. Өрт қауіптілігінің критерийлерін бағалау кезінде жылу сәулесінің қарқындылығының ең үлкен шамасы алынады. Жанғыш сұйықтықтың жану нүктесі неғұрлым төмен болса, соғұрлым оның өрт қауіптілігі жоғары болады. Сұйықтықтардың көпшілігі жоғары қысымды ыдыстарға сығымдалып құйылады, ал ол сыртқа шықса бу болып қонады. Сондықтан жоғары қысымды сұйық көмірсутегінің тасталуынан үлкен өрт пайда бола алмайды. Себебі, сұйықтық буға айналып кетеді. Сұйықтықтар шығарылған кезде қайта құйылмайды, ол буланып ұшады, оның сұйық түрінде қалуы өрт қаупін тудырады.

1. Жылу сәулесінің қарқындылығы (кВт/м^2) сұйықтық ағуы нәтижесінде пайда болатын өрттен туындайтын қатты материалдардың жануы кезіндегі сәулеленудің бұрыштық коэффициенті есептеледі [5]:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot t \quad (1)$$

мұнда, E_f - жылу сәулеленуінен шығатын жалынның орташа сәулелену деңгейінің тығыздығы, кВт/м^2 ;

F_q - сәулеленудің бұрыштық коэффициенті;

t – атмосфералық өткізу коэффициенті.

E_f мәні бар эксперименттік деректер негізінде қабылданады. Кейбір сұйық көмірсутекті отындар үшін жылу сәулеленуінен шығатын жалынның орташа беттік тығыздығы, кВт/м^2 2-кестеде келтірілген.

2 кесте – Жылу сәулеленуінен шығатын жалынның орташа сәулелену деңгейінің тығыздығы (кВт/м^2) E_f , кейбір көмірсутекті отындар үшін [6]

Отын	$E_f, \text{кВт/м}^2$					$M \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$
	$d=10 \text{ м}$	$d=20 \text{ м}$	$d=30 \text{ м}$	$d=40 \text{ м}$	$d=50 \text{ м}$	
СПГ (Метан)	220	180	150	130	120	0,08
СКГ (Пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,1
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельді отын	40	32	25	21	18	0,04
Мұнай	25	19	15	12	10	0,04

F_q – сәулеленудің бұрыштық коэффициенті, мына формула бойынша анықталады [5]:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_H^2} \quad (2)$$

Атмосфералық өткізу коэффициенті [5]:

$$t = \exp [- 7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5d)] \quad (3)$$

2. «Отты шар» үшін q жылу сәулесінің қарқындылығы есептеледі [5]:

$$q = E_f \cdot E_q \cdot t \quad (4)$$

E_f - жылулық сәулеленуден шығатын жалынның орташа сәулелену деңгейінің тығыздығы, кВт/м², экспериментальды деректер негізінде анықталады. E_f шамасы «отты шар» үшін - 450 кВт/м² деп қабылдануға рұқсат етіледі.

F_q - мына формула бойынша есептеледі [5]:

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4[(H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2]^{1,5}} \quad (5)$$

мұнда, H – «отты шар» ортасының биіктігі, м;

D_s – «отты шар» тиімді диаметрі, м;

r - сәулеленетін объектіден «отты шар» ортасының астындағы жердің бетіндегі нүктесіне дейінгі арақашықтығы, м.

«Отты шар» тиімді D_s диаметрі анықталады [5]

$$D_s = 5,33 m^{0,327} \quad (6)$$

мұнда, m - жанатын заттың салмағы, кг.

H шамасы арнайы зерттеу барысында анықталады. H шамасын $D_s / 2$ тең деп қабылдауға рұқсат етіледі. «Отты шардың» болу уақыты i , мына формула бойынша анықталады [5]:

$$t_s = 0,92 m^{0,303} \quad (7)$$

Атмосфераның өткізу коэффициенті t мына формула бойынша есептеледі[5]:

$$t = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - D_s / 2)\right] \quad (8)$$

Өртті туғызатын апат салдары мынадай көріністе болады:

- алаулы өрттің пайда болуы;
- газды ауақоспасының бұлтының қопарылыс жасауы;
- төгілген мұнай өнімдерінің (бензин) жануы (тек төменгі қысыммен шығарылғанда);

- уытты бұлттардың пайда болуы (тек мұнайгаз қоспасына қатысты);

- сұйықтардың қайнап, бумен көтеріліп, жайылып, қопарылуы және екінші жағдайда «отты шар» пайда болуы [5-6].

Адам температурасы жоғары аймақта жылулық сәулемен ұзақ уақыт сәулеленуінен жылу соққысын алады.

Жылу соққысы - қоршаған ортаның жоғары температурасының әсерінен дененің қызып кетуінен туындаған ауыр жағдай. Жеңіл формасында бас ауру, әлсіздік, құсу, тыныс алумен тамыр соғуы жиілеуі, көз қарашығы үлкеюі байқалады. Ауыр формасында тері қызарып, дене температурасы 39-40°C қа дейін көтеріліп, есін жоғалтуы мүмкін. Өрттен шығатын жылу сәулесінің адамға физиологиялық әсерін болдырмас үшін ұзақ уақыт сәулеленуден қорғану үшін қорғаныс киімдері өртке төзімді материалдардан жасалуы тиіс. Өрттен шыққан жылу сәулесі (3-кестеде және 5-суретте) қауіпті аймақ түзе отырып, адамға әсері етеді.

3 кесте – Өрттен шығатын жылу сәулесінің адамға физиологиялық әсері

Аймақ	Жылу ағынының тығыздығы, кВт/м ²	Адамдардың болу уақытының шегі, сек	Адамды қорғау құралдарын қолдану	Теріге жылу әсерінің әсер ету дәрежесі
1	1,8 - 4,2	Шектеусіз	Өрт сөндіру киімінде	Ауру сезімі 40 секундтан соң
2	4,2 - 7,0	300	Өрт сөндіру киімі, каска, қорғаныш әйнегімен	Төзгісіз ауру сезімі
3	7,0 - 10,5	300	Жылу шағылыстырғыш киімінде, бүркілетін су ағыны астында	Бірден күйіп қалу, 40 сек соң, өліммен аяқталуы ықтимал
4	10,5-тен жоғары	300	Жылу шағылыстыратын киімінде	Өліммен аяқталуы ықтимал

Өрт сөндірушілердің тыныс алу мүшелерін жеке қорғану құралдарына: оттегілік окшаулағыш газқағарлар (шаңтұтқыштар), сығылған ауасы бар тыныс алу аппараттары мен беттік бөліктері, өрт каскасы жатады.

Тұлғаны қорғайтын өрт сөндіру киімдеріне:

1. Өрт сөндірушілердің жауынгерлік киімі;
2. Өрт сөндірушілердің арнайы қорғану киімдеріне: жоғарғы жылу әсерінен қорғайтын және окшаулауыш типті киімдері жатады.
3. Өрт сөндірушілерге арналған арнайы қорғаныш аяқ киімімен қолға арналған киімдері жылу өткізбейтін материалдан жасалады.

5-суретте өрттен шығатын жылу сәулесінің таралу қуатына қарай жеке қорғаныс құралдарының қорғау қасиеті анықталады. Желдің жылдамдығы секундына 3 метр болған кезде жалынның көлбеу бұрышы - 45°, ал жел жылдамдығы секундына 5 метрден асқан кезде жалынның көлбеу бұрышы 60°- қа жетеді.

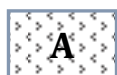
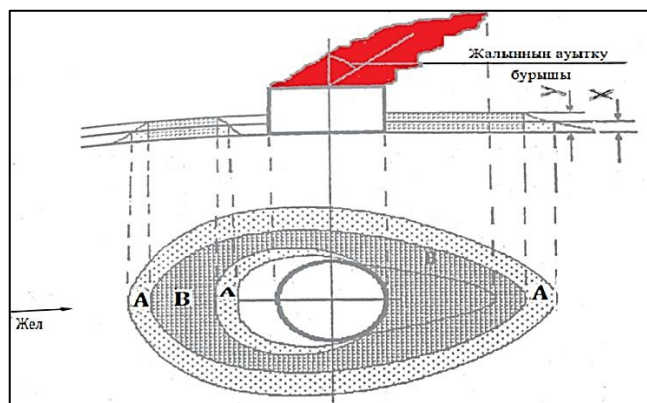
Х – әскери қорғаныс киімімен жұмыс атқару;

У - жылу шағылыстырғыш киіммен жұмыс атқару.

Қорытынды. Өрттен шығатын жылу сәулесінің адамға физиологиялық әсерін ескере отырып, үшінші жылу сәулесі өрт аймағында (3-кесте) өрт сөндіруге арналған арнайы киімдер жылу сәулесі 7,0 кВт/м² жоғарылағанда кезінде жылу шағылыстырғыш киіммен алмастыру қарастырылады. Жылу шағылыстырғыш әскери қорғаныс киімін өрт сөндірушілер дененің жылулық сәулеленуге төзімділік дәрежесін төмендетіп алмас үшін, жылу радиациясының қарқындылығы 2,5 кВт/м² жылу жүктемесінен бастап қолдануы тиіс.

Мұнай кен орнының өндірістік объектілерінің өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін міндетті жұмыс түрлері мен іс шаралар кешені жүзеге асырылады:

- жарылыстар мен өрттердің пайда болу мүмкіндігін болдырмау;
- өрттің таралуына жол бермеу;
- адамдарды қауіпсіз эвакуациялауды және жабдықты қорғауды қамтамасыз ету;
- өртті окшаулау және сөндіру үшін жағдай жасау [7-8].



- Оқшаулағыш жауынгерлік қорғаныс киімімен жұмыс атқаратын қауіпті жылу аймағы;



- Жылу шағылыстырғыш әскери қорғаныс киімімен жұмыс атқаратын қауіпті жылу аймағы.

5 сурет – Резервуардағы өрт кезінде жылу аймақтарын бөлу

Өрт-жарылыс қаупі бар мұнай-газ өнеркәсіп нысандарының қауіптілік деңгейін жоғарлату бойынша ұсынылатын шаралар:

- мұнай, газ, конденсатты жинау және дайындау герметизацияланған жүйелерін пайдалану, жобалық нормалар мен технологиялық режимін ескере отырып, технологиялық аппараттардың, арматураның, құбырөткізгіштердің мықтылығын, герметикалық талаптарына сай келуін қамтамасыз ету;

- мұнай және газ кен орындарын барлау, жобалау, ұңғымаларды бұрғылау, өндіру, мұнай және газды тасымалдау кезіндегі технологиялық параметрлерінің өнеркәсіптік қауіпсіздік талаптарына сәйкестігіне өндірістік бақылауды және қадағалауды ұйымдастыру.

Әдебиеттер тізімі

1. Тулегенов Б.С. Мұнай-газ кешенінінде жөндеу жұмыстары кезінде өрт тәуекелдерін бағалау негізінде өрт қауіпсіздігі // Азаматтық қорғаудағы ғылым мен білім. – 2023. – № 1(49). – Б. 40-47.
2. Ermukhanova N.B., Nurzhanova D.B., Tashimova A.A., Aliyaskar S.E. Analysis modeling of the hazardous substances impact affecting the shift town of the Kumkol field // Горный журнал Казахстана. – 2023. – № 3(215). – С.51-56.
3. Крайнов А.С., Нзерибе Ф.С., Кострюков А.С. Определение риска аварийных ситуаций на нефтедобывающем производстве // E-Scio. – 2021. – С.1-13.
4. Невская Е.Е. Ударно-волновое воздействие взрыва облаков топливно-воздушных смесей // Научные труды КубГТУ. – 2017. – № 7. – С. 319-324.
5. Өрт қауіпсіздігіне қойылатын жалпы талаптар» техникалық регламентін бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Төтенше жағдайлар министрінің 2021 жылғы 17 тамыздағы № 405 бұйрығы.
6. Бабайцев И.В., Корукова В.М., Толешов А.К. Обеспечение пожаро-взрывобезопасности технологических процессов и производств: практикум. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 116 с.

7. Закиров, А.М. Количественная оценка опасности поражения человека тепловым излучением при пожарах на химических и нефтехимических предприятиях: диссертация на соискание ученой степени к.т.н.: 05.26.03 / Казанский государственный технологический университет. – Казань, 2011. – 107 с.

8. Пат. № 2330698 С2 РФ, МПК А62В 17/00. Способ защиты кожного покрова человека от кратковременного воздействия инфракрасного излучения повышенной мощности / Н. А. Миненко, П. Б. Панов, В. А. Майдан [и др.]; заявитель ГОУ ВПО Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова: № 2004131885/12; заявл. 01.11.2004; опубл. 10.08.2008, Бюл. № 22 (II ч.). – 5 с.

References

1. Tulegenov B.S. Munai-gas kesheninde zhondeu zhumystary kezinde ort tauekelderin bagalau negizinde ort kauipsizdigi // Azamattyk korgaudagi gylym men bilim. – 2023. – № 1(49). – В. 40-47.

2. Ermukhanova N.B., Nurzhanova D.B., Tashimova A.A., Aliyaskar S.E. Analysis modeling of the hazardous substances impact affecting the shift town of the Kumkol field // Gornyi zhurnal Kazakhstan. – 2023. – № 3(215). – S.51-56.

3. Krainov A.S., Nzeribe F.S., Kostyukov A.S. Opredelenie riska avariinykh situatsii na neftedobyvayushchem proizvodstve // E-Scio. - 2021. – S.1-13.

4. Nevskaya E.E. Udarno-volnovoe vozdejstvie vzryva oblakov toplivno-vozdushnyh smesey // Nauchnye trudy KubGTU. – 2017. – № 7. – S. 319-324.

5. Ob utverzhdenii tekhnicheskogo reglamenta. Obshchie trebovaniya k pozharnoi bezopasnosti. Prikaz Ministra po chrezvychainym situatsiyam Respubliki Kazakhstan ot 17 avgusta 2021 goda, № 405.

6. Babaitsev I.V., Korukova V.M., Toleshov A.K. Obespechenie pozharo-vzryvobezopasnosti tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv: praktikum. – M.: Izd. Dom NITU «MISiS», 2018. –116 s.

7. Zakirov, A.M. Kolichestvennaya ocenka opasnosti porazheniya cheloveka teplovym izlucheniem pri pozharah na himicheskikh i neftehimicheskikh predpriyatiyah: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni k.t.n.: 05.26.03 / Kazanskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet. – Kazan, 2011. – 107 s.

8. Pat. № 2330698 C2 RF, МПК А62В 17/00. Sposob zashchity kozhnogo pokrova cheloveka ot kratkovremennogo vozdeistviya infrakrasnogo izlucheniya povyshennoi moshchnosti / N.A. Minenko, P.B. Panov, V.A. Maidan [i dr.]; zayavitel' GOU VPO Voenno-meditsinskaya akademiya im. S.M. Kirova: № 2004131885/12; zayavl. 01.11.2004: opubl. 10.08.2008, Byul. № 22 (II ch.). – 5 s.

Н. Б. Ермуханова¹, Д. Б. Нуржанова¹, З. М. Шаймерденова²

¹Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

²Кокшетауский университет им. Абая Мырзахметова, Кокшетау, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЛУЧЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ НЕФТЯНЫХ АВАРИЙ

Аннотация. В статье излагаются катастрофические последствия выброса нефтепродуктов, возникающие в результате чрезвычайной ситуации на нефтегазовых объектах, их пожарно-аварийное состояние. Предполагается степень повреждения технологического оборудования тепловым излучением при взрыве, ударной волной и избыточным давлением. Степень

устойчивости человека к тепловому излучению ухудшается при интенсивности теплового излучения 14 кВт/м^2 , а его пребывание в среде сокращается до 1-5 секунд. Учитывая физиологическое воздействие теплового излучения от пожара на человека, при увеличении теплового излучения в зоне пожара на $7,0 \text{ кВт/м}^2$ предусматривается замена под струей воды, распыляемой теплоотражающей одеждой, но при увеличении теплового воздействия на кожу при тепловом потоке выше $2,5 \text{ кВт/м}^2$ должно предусматриваться применение личным составом теплоотражающей одежды.

Ключевые слова: нефть, сценарий аварии, пожар, избыточное давление, ударная волна, тепловое излучение, огненный шар, теплоотражающая противопожарная одежда.

N. B. Yermukhanova¹, D. B. Nurzhanova¹, Z. M. Shaimerdenova²

¹*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

²*Abai Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan*

THE EFFECT OF HEAT RAYS ON HUMANS IN PREDICTING OIL ACCIDENTS

Abstract. The article describes the catastrophic consequences of the release of petroleum products resulting from an emergency situation at oil and gas facilities, their fire-emergency condition. The degree of damage to technological equipment by thermal radiation during an explosion, shockwave and overpressure is assumed. The degree of human resistance to thermal radiation worsens at a thermal radiation intensity of 14 kW/m^2 , and his stay in the environment is reduced to 1-5 seconds. Taking into account the physiological effect of thermal radiation from a fire on a person, with an increase in thermal radiation in the fire zone by 7.0 kW/m^2 , it is envisaged to replace heat-reflecting clothing under a stream of water sprayed with heat-reflecting clothing, but with an increase in thermal exposure to the skin with a heat flux above 2.5 kW/m^2 , the use of heat-reflecting clothing by personnel should be provided.

Keywords: oil, accident scenario, fire, overpressure, shock wave, thermal radiation, fireball, heat-reflecting fire-fighting clothing.

Авторлар туралы мәлімет / Information about the authors

Нұржамал Бахытжанқызы Ермұханова – PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» БББ-ның аға оқытушысы, Қызылорда Қазақстан. E-mail: nurzhamal77@mail.ru

Диляра Бекмуратқызы Нуржанова – магистр, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» БББ-ның аға оқытушысы, Қызылорда, Қазақстан. E-mail: divadan2017@mail.ru

Зинеп Маманқызы Шаймерденова – магистр, Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті «Экология және өмір тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» кафедрасының аға оқытушысы, Көкшетау Қазақстан. E-mail: zinka_1991@inbox.ru

Nurzhamal B. Yermukhanova – PhD, Senior lecturer of the educational program "Electric Power Industry, Technosphere Safety and Ecology" of the Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan. E-mail: nurzhamal77@mail.ru, PhD,

Dilyara B. Nurzhanova – Master's degree, senior lecturer of the educational program "Electric Power Industry, Technosphere safety and Ecology" of the Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan. E-mail: divadan2017@mail.ru

Zinep M. Shaimerdenova – Master's degree, Senior lecturer at the Department of Ecology and Life Safety and Environmental Protection of the Abai Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: zinka_1991@inbox.ru

УДК 614.8

А. Б. Кусаинов¹, С. Е. Ералина², Ж. К. Шаяхимов¹, Д. Ж. Солтанбек¹

¹*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

²*Карагандинская академия МВД Республики Казахстан имени Б. Бейсенова, Караганда, Казахстан*

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАМЕНОЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. В данной работе проведен анализ сроков эксплуатации основной пожарной техники в противопожарном гарнизоне Департамента по чрезвычайным ситуациям Акмолинской области. Установлено, что из 74 основных пожарных автомобилей более 66 % эксплуатируются больше установленного нормативно-правовыми актами сроком. В целях рациональной замены основных пожарных автомобилей предложен алгоритм поддержки управления заменой пожарной техники. Данный алгоритм позволяет автоматизировать процесс принятия управленческого решения по замене пожарных автомобилей в гарнизонах противопожарной службы.

Ключевые слова: пожарные автомобили, противопожарные подразделения, алгоритм поддержки управленческого решения.

Готовность противопожарных подразделений к выполнению возложенных на них задач напрямую зависит не только от наличия подготовленного личного состава, но и от обеспеченности всеми видами необходимых материально-технических ресурсов, техническим состоянием пожарной и аварийно-спасательной техники, и в первую очередь основных пожарных автомобилей.

Перед должностными лицами территориальных подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, принимающими решения по техническому обеспечению в рамках обеспечения технической готовности противопожарных подразделений, нередко встает вопрос поиска новых научно-обоснованных подходов к обоснованию принимаемых решений.

Для этих целей предложен научно-обоснованный подход распределения пожарной техники в противопожарных гарнизонах на примере Акмолинской области.

На сегодняшний день в противопожарных подразделениях Департамента по чрезвычайным ситуациям Акмолинской области для обеспечения пожарной безопасности, оперативного реагирования и доставки личного состава в боевом расчете состоит 74 основных пожарных автомобиля (АЦ) [1].

От исправности АЦ зависит своевременность прибытия личного состава противопожарных подразделений к месту вызова для тушения пожаров или проведения аварийно-спасательных работ. В свою очередь исправность АЦ зависит от срока эксплуатации и своевременности прохождения технических осмотров [2].

Проведенный анализ показал, что 66,7 % АЦ, имеющих в боевом расчете противопожарных подразделений Акмолинской области, эксплуатируется более 10 лет (рисунок 1) [3].

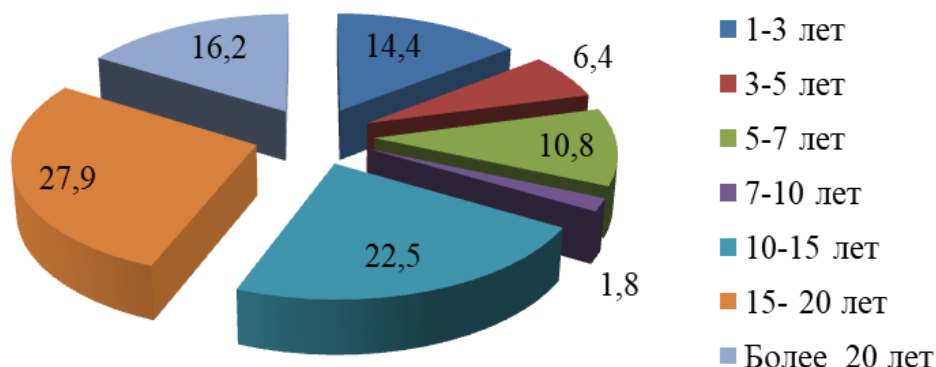


Рисунок 1 – Распределение срока эксплуатации основных пожарных автомобилей в противопожарном гарнизоне Акимовской области

Основным показателем технической готовности АЦ территориальных противопожарных подразделений Акимовской области является коэффициент технической готовности ($K_{ТГ}$).

Для оценки состояния парка АЦ воспользуемся $K_{ТГ}$, который определяется отношением количества АЦ со сроком эксплуатации, не превышающим нормативного значения к количественному составу АЦ ($N_{АЦ}$) [3]:

$$K_{ТГ} = \sum \frac{N_{АЦЭНЗ}}{N_{АЦ}} \quad (1)$$

где $N_{АЦЭНЗ}$ – количество АЦ со сроком эксплуатации, не превышающим нормативного значения.

Оценка технической готовности АЦ в противопожарных подразделениях определяется по балльной шкале, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Балльная шкала оценки коэффициента технической готовности основных пожарных автомобилей

Значение	Балльная шкала
≥ 90	отлично
$70 \leq 90$	хорошо
$50 \leq 70$	удовлетворительно
≤ 50	неудовлетворительно

Согласно балльной шкале, уровень технической готовности АЦ в территориальных подразделениях Акимовской области оценивается как неудовлетворительный.

Результаты расчета уровня технической готовности АЦ в разрезе административно-территориальных единиц Акимовской области представлены на рисунке 2.

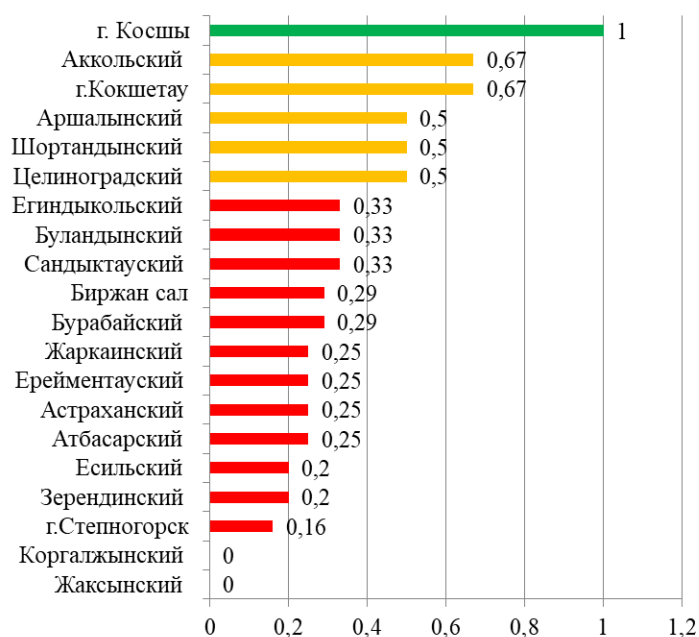


Рисунок 2 – Уровень технической готовности АЦ в разрезе административно-территориальных единиц Акмолинской области

Из рисунка 2 видно, что уровень технической готовности АЦ только в г. Косшы соответствует оценке отлично, удовлетворительно в г. Кокшетау, Аккольском, Аршалынском, Шортандынском и Целиноградском районах. В остальных регионах Акмолинской области определен как неудовлетворительный.

В целях рационального распределения АЦ, необходимых в территориальных противопожарных подразделениях Акмолинской области, с учетом сроков их эксплуатации разработан соответствующий алгоритм (рисунок 3) [4].

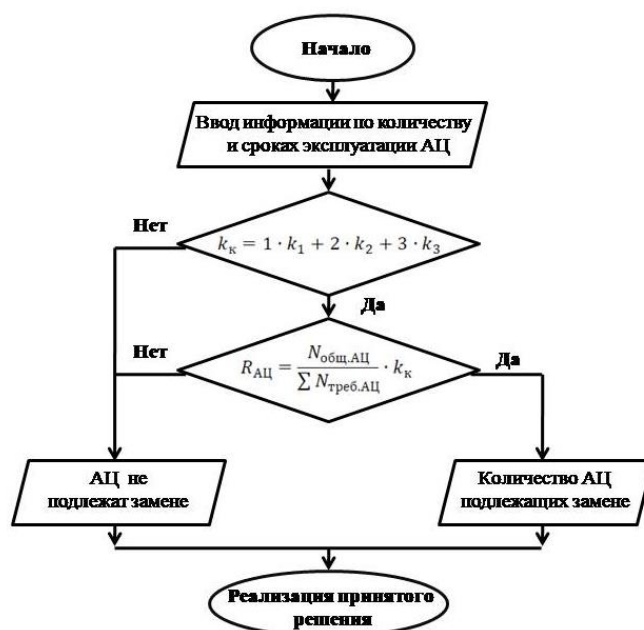


Рисунок 3 – Алгоритм поддержки управления заменой пожарной техники

Алгоритм поддержки управления заменой пожарной техники выполняется в несколько этапов.

На начальном этапе проводится анализ по количеству и срокам эксплуатации АЦ в территориальных подразделениях гарнизона (области, города).

Затем определяется коэффициент катастрофичности k_k , определяемый как сумма критериев k_1, k_2, k_3 с учетом сроков эксплуатации АЦ. Коэффициент k_k измеряется от 1 (наименьшая катастрофичность) до 3 (наибольшая катастрофичность) [5]:

$$k_k = 1 \cdot k_1 + 2 \cdot k_2 + 3 \cdot k_3 \quad (2)$$

где k_1 – количество АЦ со сроком эксплуатации от 10 до 15 лет;

k_2 - количество АЦ со сроком эксплуатации от 15 до 20 лет;

k_3 - количество АЦ со сроком эксплуатации более 20 лет.

Далее рассчитывается количество АЦ, которое необходимо заменить в территориальных подразделениях гарнизона по формуле:

$$R_{\text{АЦ}} = \frac{N_{\text{общ.АЦ}}}{\sum N_{\text{треб.АЦ}}} \cdot k_k \quad (3)$$

где $N_{\text{общ.АЦ}}$ – общее количество закупаемых АЦ;

$\sum N_{\text{треб.АЦ}}$ – суммарная потребность закупки АЦ по всем территориальным подразделениям.

В завершение лицом, принимающим решение (ЛПР), принимается соответствующее решение.

На примере гарнизона противопожарной службы Департамента по чрезвычайным ситуациям Акмолинской области рассмотрим работоспособность предложенного алгоритма [6].

Допустим, Департаментом по чрезвычайным ситуациям планируется закупить 60 ед. АЦ. При этом установлено, что в противопожарных подразделениях Акмолинской области 74 ед. АЦ эксплуатируются более 10 лет и подлежат замене. Необходимо рационально распределить АЦ между территориальными противопожарными подразделениями с учетом сроков эксплуатации АЦ. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты моделирования распределения АЦ, необходимых в территориальных противопожарных подразделениях Акмолинской области

№	Наименование	10-15 лет	15-20 лет	Более 20 лет	k_1	k_2	k_3	k_k	$N_{\text{треб.АЦ}}$	$R_{\text{АЦ}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	г. Кокшетау	2	1	1	2	2	3	7	4	3
2.	г. Косшы	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	г. Степногорск	1	3	1	1	6	3	10	5	4
4.	Атбасарский	0	1	2	0	2	6	8	3	2
5.	Аккольский	0	1	0	0	2	0	2	1	1
6.	Аршалынский	1	0	1	1	0	3	4	2	2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7.	Астраханский	1	2	0	1	4	0	5	3	2
8.	Буландынский	1	1	0	1	2	0	3	2	2
9.	Бурабайский	7	5	3	7	10	9	26	15	12
10.	Биржан сал	0	3	2	0	6	6	12	5	4
11.	Егиндыкольский	0	1	1	0	2	3	5	2	2
12.	Есильский	1	2	1	1	4	3	8	4	3
13.	Ерейментауский	2	1	0	2	2	0	4	3	2
14.	Жаксынський	1	3	3	1	6	9	16	7	5
15.	Жаркаинский	0	1	1	0	2	3	5	2	2
16.	Зерендинский	3	1	0	3	2	0	5	4	3
17.	Коргалжынский	2	0	0	2	0	0	2	2	2
18.	Сандыктауский	2	0	0	2	0	0	2	2	2
19.	Целиноградский	1	4	1	1	8	3	12	6	5
20.	Шортандынский	0	1	1	0	2	3	5	2	2
	Итого	25	31	18	25	62	54	141	74	60

Проведенные расчеты показали, что предложенный алгоритм позволил провести распределение вновь закупаемых АЦ между территориальными противопожарными подразделениями Акмолинской области с учетом сроков их эксплуатации [7].

Таким образом, можно сделать вывод, что предлагаемый алгоритм рационального распределения пожарных автомобилей в противопожарных подразделениях позволит ЛПР выбрать наиболее рациональное управленческое решение при распределении АЦ и сократить время на принятие решения.

Список литературы

1. Brushlinsky N.N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World Fire Statistics. Report № 20. – Moscow, AGPS Emercom of Russia, 2015, 63 p.
2. Брушлинский Н.Н., Костюченко Д.А., Лупанов С.А., Соколов С.В. Фактор времени // Пожарное дело. – 2012. – № 4. – С. 26–29.
3. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World Fire Statistics. Report № 21. – Moscow, AGPS Emercom of Russia, 2016, 60 p.
4. Кусаинов, А.Б. Анализ обстановки с пожарами в городах Республики Казахстан [Текст] / А.Б. Кусаинов // Пожары и чрезвычайные ситуаций: предотвращение и ликвидация. – 2016. – № 2. – С. 54–57.
5. Брушлинский, Н.Н. Организация пожарно-спасательных служб в городах мира [Текст] / Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, М.П. Григорьева // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. – № 1. – С. 49–55.
6. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Вагнер П. Безопасность городов: имитационное моделирование городских процессов и систем. – М.: ФАЗИС, 2004. – 172 с.
7. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. О нормировании времени прибытия пожарных подразделений к месту пожара // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Том 20. – № 9. – С. 42–48.

References

1. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World Fire Statistics. Report № 20. – Moscow, AGPS Emercom of Russia, 2015, 63 p.
2. Brushlinskij N. N., Kostyuchenko D. A., Lupanov S. A., Sokolov S. V. Faktor vremeni // Pozharnoe delo. – 2012. – № 4. – S. 26-29.
3. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S.V., Wagner P. World Fire Statistics. Report № 21. – Moscow, AGPS Emercom of Russia, 2016, 60 p.
4. Kussainov, A.B. Analiz obstanovki s pozharami v gorodah Respubliki Kazahstan [Tekst] / A.B. Kussainov // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie i likvidaciya. – 2016. – № 2. – S. 54–57.
5. Brushlinskij, N.N. Organizaciya pozharno-spasatel'nyh sluzhb v gorodah mira [Tekst] / N.N. Brushlinskij, S.V. Sokolov, M.P. Grigor'eva // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya. – 2017. – № 1. – S. 49–55.
6. Brushlinskij N. N., Sokolov S. V., Vagner P. Bezopasnost' gorodov: imitacionnoe modelirovanie gorodskih processov i sistem. – M.: FAZIS, 2004. – 172 s.
7. Brushlinskij N. N., Sokolov S. V. O normirovanii vremeni pribytiya pozharnyh podrazdelenij k mestu pozhara // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2011. – Tom 20. – № 9. – С. 42-48.

А. Б. Құсайынов, С. Е. Ералина², Ж. К. Шаяхимов¹, Д. Ж. Солтанбек¹

¹Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы,
Көкшетау, Қазақстан

²Қазақстан Республикасы ІІМ Б. Бейсенов атындағы Қарағанды академиясы,
Қарағанды, Қазақстан

ӨРТ СӨНДІРУ ТЕХНИКАСЫН АУЫСТЫРУДЫ БАСҚАРУДЫ ҚОЛДАУ АЛГОРИТМІ

Аңдатпа. Бұл жұмыста Ақмола облысы Төтенше жағдайлар департаментінің өртке қарсы гарнизонында негізгі өрт сөндіру техникасының пайдалану мерзімі бойынша талдау жүргізілді. 74 негізгі өрт сөндіру техникасының 66 %-дан астамының нормативтік-құқықтық актілермен белгіленген пайдалану мерзімінен асып кеткені анықталды. Негізгі өрт сөндіру техникаларын ұтымды ауыстыру мақсатында өрт сөндіру техникасын ауыстыруды басқаруды қолдау алгоритмі ұсынылады. Бұл алгоритм өртке қарсы қызмет гарнизондарындағы өрт сөндіру машиналарын ауыстыру бойынша басқарушылық шешім қабылдау үдерісін автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: өрт сөндіру машиналары, өртке қарсы бөлімшелер, басқарушылық шешімді қолдау алгоритмі.

A. B. Kussainov¹, S. Y. Eralina², Zh. K. Shayahimov¹, D. Zh. Soltanbek¹

¹*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

²*Karaganda Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan named after B. Beisenov, Karaganda, Kazakhstan*

ALGORITHM FOR SUPPORTING THE MANAGEMENT OF FIRE EQUIPMENT REPLACEMENT

Abstract. This paper presents an analysis of the operational lifespan of primary fire equipment in the fire garrison of the Department for Emergency Situations of the Akmola Region. It was established that out of 74 main fire engines, more than 66% have been in operation longer than the period established by regulatory legal acts. In order to rationally replace the main fire engines, an algorithm for supporting the management of fire equipment replacement is proposed. This algorithm allows the automation of the decision-making process for replacing fire engines in fire service garrisons.

Keywords: fire engines, fire departments, decision support algorithm

Сведения об авторах / Information about the authors

Кусаинов Арман Булатович – кандидат технических наук, асс. профессор (доцент), начальник факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты им. Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау Казахстан. E-mail: arman_1703@mail.ru

Ералина Саида Ермагамбетовна — кандидат юридических наук, доцент, заместитель начальника Карагандинской академии МВД РК имени Б. Бейсенова, Караганда, Казахстан. E-mail: Saida22011974@mail.ru

Шаяхимов Жаркын Куандыкович – магистрант Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау Казахстан

Солтанбек Диас Жұмабекұлы – преподаватель-методист факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты им. Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан. E-mail: Diassultanbekov@mail.ru

Arman B. Kussainov – Candidate of Technical Sciences, Associate professor, Head of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: arman_1703@mail.ru

Saida Y. Eralina – Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Karaganda Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan named after B. Beisenov, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: Saida22011974@mail.ru

Zharkyn K. Shayahimov – Master's student of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

Dias Zh. Soltanbek – teacher-methodologist of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: Diassultanbekov@mail.ru

УДК 614.842.81

Ж. Қ. Қаирдосов¹, М. М. Данилов², А. Н. Денисов², Д. Аманкешұлы³

¹*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан*

²*Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы, Мәскеу, Ресей*

³*Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан*

ОҢТАЙЛЫЛЫҚТЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТІРЕК ШЕШІМДЕРДІ ҚАБЫЛДАУДАҒЫ ЖЕДЕЛ БАСҚАРУ МОДЕЛІ

Аңдатпа. Мақалада қазіргі заманғы жағдайларда өртті сөндірудің күрделілігі және осы процесте басқару шешімдерін қабылдаудың ерекше маңызы ашылады. Өрт сөндіру басшысының алдында тұрған шешімдердің баламаларын таңдаудағы негізгі қиындықтарды, ақпараттың толық еместігі мен белгісіздігін, сондай-ақ шешім қабылдаудағы уақыт тапшылығын жан-жақты талданады. Өртүрлі балама шешімдердің ішінен ең оңтайлысын таңдаудың ғылыми негізделген тәсілдері ұсынылады, оның ішінде тактикалық және ресурстық әлеуетті бағалау әдістері сипатталады. Өрт сөндіру тәжірибесін ескере отырып, басқарушылық шешімдерді қабылдау жеделдігінің көрсеткіші анықталды, басқару органдары лауазымды адамдарының қызметінің нәтижелілігі көрсетілді. Сондай-ақ, ресурстармен қамтамасыз етілуіне, өрт сөндіру бөлімшелері мен өртті сөндіруге қатысушылардың мүмкіндіктеріне сүйене отырып, өртті сөндіру басшысының қызметін бағалауды модернизациялаудың заманауи тәсілі сипатталған.

Түйінді сөздер: басқару, өрт сөндіру бөлімшелері, тактикалық мүмкіндіктер, ресурстармен қамтамасыз етілуі, шешім сапасы.

Өртті сөндіру басшысының (ӨСБ) шешім қабылдау міндетінде қалаған нәтижеге жету үшін бірнеше іс-әрекет нұсқалары (немесе баламалар) болады, өйткені ӨСБ өрт сөндіру бөлімшелерін басқару барысында күрделі жағдайда шешім қабылдауға мәжбүр [1]. Барлық қолжетімді баламалар арасынан шешім қабылдау үшін ең жақсысын таңдау қажет, өйткені ӨСБ шешім қабылдау барысында өрт жағдайлары туралы ақпараттың белгісіздігіне тап болады. Баламаны таңдаудың тағы бір тәсілі – критерийлердің маңыздылығы ұғымына негізделген.

Қазіргі заманғы жағдайларда өрт сөндіру бөлімшелерін басқару тәсілдерін жаңғырту аясында ӨСБ-нің оңтайлылықты ескере отырып, негізделген шешімдер қабылдауына арналған жағдайлар мен критерийлерді қалыптастыру барған сайын маңызды бола түсуде.

Ірі өрттерден кейін (соның ішінде пікірталастар аясында) өрт сөндіруге қатысушыларға қойылатын сұрақтар түрлі ғылыми салалардағы ғалымдар мен мамандар тарапынан талқыланады, бұл келесі мүмкіндік беретін тұжырымдамалық шешім қабылдауды қалыптастыруды көздейді:

- өртті сөндіру кезінде қолданыстағы шешімдерді дайындау барысында проблемалық жағдайды объективті бағалау;
- шешімдердің баламалы нұсқаларын талдау;

– оперативті-тактикалық іс-қимылдар барысында олардың іске асырылуының ықтимал салдарын болжай отырып, неғұрлым оңтайлы шешімдерді таңдауды жүзеге асыру [2].

Өрт сөндіру бөлімшелерінің мұндай іс-қимылдарын бағалау тактикалық әлеуеттің есептік көрсеткіштері мен бөлімшелердің өртті сөндіру кезіндегі тактикалық мүмкіндіктерін іске асыруды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Осылайша, өрт сөндіру бөлімшелерінің іс-қимылдарын бағалау басқарудың оңтайлылығын ескере отырып, ӨСБ-ның жеделдігін талдауды қамтиды, ол бірнеше блоктан тұрады:

- ұйымдастырушылық (ұйымдастырушылық-тәжірибелік);
- орындаушылық;
- бақылаушылық.

Бақылау блогында өртке қарсы бөлімшелердің тактикалық мүмкіндіктерін іске асыруын ескере отырып, олардың әрекеттері талданады. Баламаларды бағалау немесе салыстыру, сондай-ақ математикалық модельдерді қолдану арқылы таңдау міндеттері орындалады, бұл қабылданған шешім циклының кері байланысын пайдалана отырып, деректер құрылымын олардың мақсатты пайдаланылуына бейімдеуге мүмкіндік береді [3].

Ұйымдастырушылық блокта өрт сөндіру бөлімшелерінің құрылымы көрсетіліп, дайындық деңгейі қарастырылады, өртті сөндіру және қорғалатын аумақта өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі негізгі тапсырманы орындауға қойылатын критерийлер жан-жақты әзірленеді.

Бақылаушылық блок өртті сөндіруді ұйымдастыру және авариялық-құтқару жұмыстарын жүргізу кезінде негізделген шешімдерді жедел басқарудың негізгі шарттарының бірі болып табылады, өрт сөндіру бөлімшелерінің дайындық деңгейін жетілдіру және жеке құрамның кәсіби даярлығын арттыруға бағытталған.

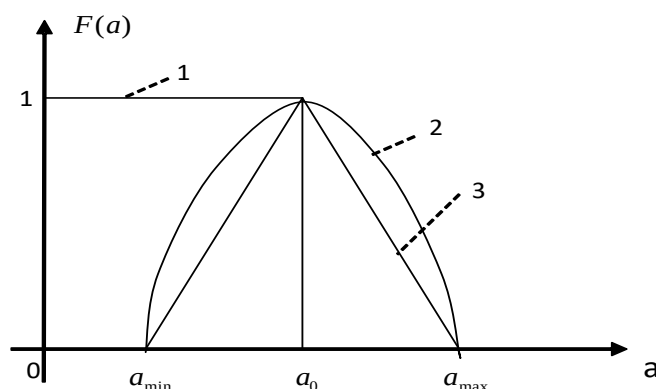
Өрт сөндіруге қатысушылардың басқару және өзара әрекеттесу мәселелері, өртке қарсы бөлімшелердің әрекеттерін бағалау кезінде қарастырылатын, өрт сөндіруді басқару – күрделі, көпқырлы процесс екенін көрсетеді, ол ӨСБ әрекеттерімен қатар, проблемалық жағдайларды шешу дағдыларына, біліміне және тәжірибесіне негізделеді, бұл ретте пайдалылық теориясына негізделген аксиоматикалық тәсілді бағалау үшін қолдану орынды. Өртті сөндіру және қорғалатын аумақтағы өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша негізгі міндеттің орындалу критерийлерінің сипаттамаларынан туындайтын пайдалылық функциясына сүйене отырып, пайдалылық функциясының түрін қандай факторлар анықтайтынын қарастыруға болады, ол көптеген бастапқы нәтижелерге тәуелді болып, аддитивтілік қасиетіне ие (мысалы, өртті сөндіру кезінде барлау бағыттарында алынған ақпарат). Мұндай формаға қазіргі заманғы модельдерде, соның ішінде Диксит-Стиглиц моделінен бастау алатын үлгілерде қолданылатын пайдалылық функциясы ие [4].

Оперативтік басқарудың тірек шешімдерінің оңтайлылығы нәтижелер жиынындағы пайдалылық функциясының математикалық күтімі арқылы анықталады, мұнда ӨСБ-нің қалаулары негізінде векторлық критерийдің компоненттері пайдалылық функциясына түрлендіріледі, ал оңтайлылық критерийі баламалардың артықшылықтарын айқындауға арналған, бұл ретте операция нәтижесінің пайдалылығы – бұл операция нәтижесіне берілетін нақты сан, ол оны басқа

нәтижелермен салыстырғанда мақсатқа қатысты артықшылық деңгейін сипаттайды және баламалар жиынында өсу сызықтық түрлендіру дәлдігімен аралық шкалада анықталады. Пайдалылық функциясын анықтау реттілігі келесідей:

- көрсеткіштерді анықтау;
- рұқсат етілген нәтижелер жиынын белгілеу;
- пайдалылық көрсеткіштерін анықтау.

Пайдалылықты тірек шешімдерді қабылдаудағы басқарудың жеделдігін бағалау өлшемі ретінде анықтау – күрделі міндет болып табылады, оның анықтау әдістері жуықтау сипатына ие. Мұндай әдістерге сараптамалық бағалау және аппроксимация әдістері жатады. Өртке қарсы бөлімшелердің іс-тәжірибесінде көбінесе пайдалылық функциясының бірсатылы, косинусоидалық және үшбұрышты көріністері қолданылады (сурет 1).



Сурет 1 – Пайдалылықты аппроксимациялау түрлері:
1 – бірсатылы; 2 – косинусоидалық; 3 – үшбұрышты

Пайдалылық функциясының бірсатылы көрінісі жұмыстарды орындау мерзімі нәтижелік көрсеткіш болып табылатын операциялар үшін қолайлы болуы мүмкін, мысалы, өртке қарсы бөлімшелердің қанат жайуын жүзеге асыру. Бұл жағдайда a_i нәтижелері ретінде өрт сөндіру затының берілу уақытының нақты мәні түсініледі. Егер, $a_i < a_0$ болса, жүйенің пайдалылығы 1-ге тең, ал егер $a_i > a_0$ болса, 0-ге тең.

Косинусоидалық және үшбұрышты көріністер пайдалылық функциясын өрт кезінде жүргізілетін іс-әрекеттерге қолдануға мүмкіндік береді, мұнда нәтиже көрсеткіштері уақыт аралығы болып табылады, бұл ретте пайдалылық функциясы не косинусоида бөлігі, не үшбұрыш түрінде ұсынылуы мүмкін [5].

Өртке қарсы бөлімшелерді басқару жүйесінің жеделдігі ықтимал іс-қимылдар жағдайында нәтижелер жиынындағы пайдалылық функциясының математикалық күтімі арқылы анықталады $K(a) = M_a[F(y)]$.

$y_k (k = \overline{1, m})$ нәтижелері дискретті мәндерге ие болған жағдайда, олардың әрқайсысы белгілі бір шартты ықтималдықпен пайда болады $P\left(\frac{y_k}{a_i}\right)$ және пайдалылыққа ие болады $F(y_k)$, онда пайдалылық функциясының математикалық күтімін анықтау өрнегі келесі түрде жазылады: $K(a_i) = \sum_{k=1}^m P\left(\frac{y_k}{a_i}\right) F(y_k), i = \overline{1, n}$.

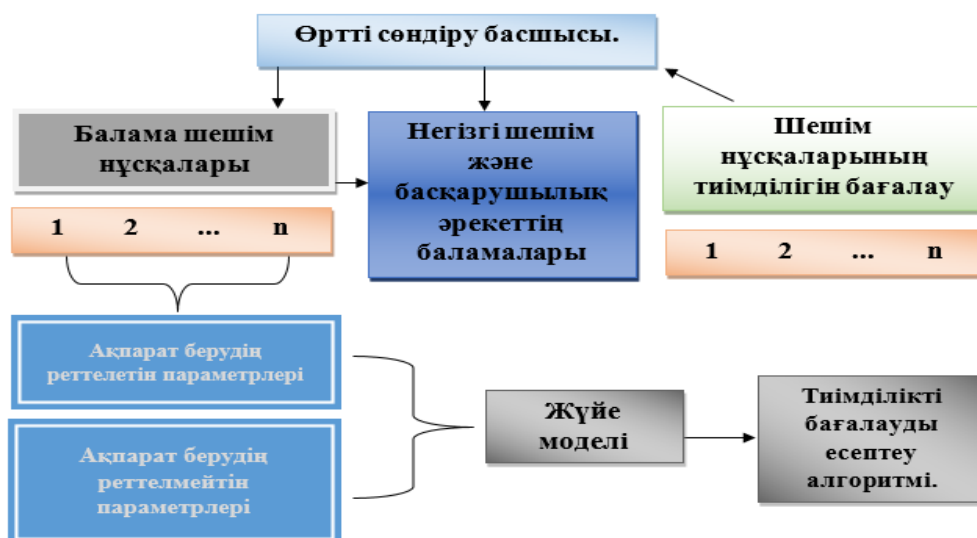
Үзіліссіз мәндері бар нәтижелер үшін математикалық күтудің көрсеткіштері бойынша пайдалық функциясы келесі түрде анықталады $K(a_i) = \int_{R_g} f\left(\frac{y}{a_i}\right) F(y) dy$, мұнда $f\left(\frac{y}{a_i}\right)$ – нәтижелердің ықтималдық тығыздығы; R_g – нәтижелер векторлық кеңістігінің рұқсат етілген аймағы.

Өрт кезінде жүргізілетін ықтималдық операциялар үшін оңтайлылық критерийі келесі түрде болады $K(a_i) = \max_{a_i} M_{a_i}[F(y)]$.

Осы критерийге сәйкес, өрт сөндіру жағдайларындағы оңтайлы басқару жүйесі өрт кезінде жүргізілетін операциялар нәтижелерінің жиынында пайдалық функциясының ең жоғары мәніне ие жүйе болып саналады.

Басқарудың жеделдігін анықтау үшін көп өлшемді статистикалық талдау әдістерін пайдалануға болады, олардың көмегімен ақпаратты жүйелеу және өңдеу, зерттелетін объектінің жекелеген құрамдас бөліктері арасындағы өзара байланыстардың сипаты мен құрылымын анықтау жүзеге асырылады, барлық деректер жиынтығы аясында қабылданатын шешімдер бойынша ақпараттың шектеулілігі немесе толық еместігі ескеріледі [6].

Егер өртке қатысты жағдайды табиғи немесе техногендік сипаттағы шеңберінде басқарудың жеделдігі тұрғысынан қарастыратын болсақ, өрт сөндіру кезінде негізгі мақсатқа жету үшін әртүрлі құралдарды қолдану бойынша жедел жағдайда ақпаратты уақтылы беру дайындығы үлкен маңызға ие [7]. Осылайша, қазіргі уақытта және жақын болашақта өрт сөндіру жөніндегі жедел топ жауынгерлік қимылдары жағдайында өрттерде робототехникалық кешендерді қолданудың оңтайлылығын анықтайтын критерийлерді пайдалана алады. Алайда, ОСБ мен өрт сөндіру штабының штаттан тыс лауазымды тұлғалары, негізгі шешім сценарийлері мен басқарушылық баламаларымен жұмыс істейтіндер, тактикалық әлеуеттің жеделдігін бағалау бойынша реттелетін алгоритмді білуі қажет (сурет 2).



Сурет 2 – Тактикалық әлеуеттің жеделдігін бағалау схемасы

Қабылданған негізгі шешімдер мен басқарушылық әрекет баламаларын бағалаудың негізгі түрлері:

1. Хабарлама (хабарларды қабылдау және беру үшін).
2. Жеделдік (қабылданған бұйрықтарды жеткізу үшін).
3. Өрт сөндіру бөлімшелері арасындағы байланыс (күштер мен құралдарды шоғырландыру кезінде).
4. Әкімшілендіру (құрылымдарды реттеу сипаты).
5. Басқару (өрт кезіндегі лауазымды тұлғалар арасындағы).
6. Өзара әрекеттесу (өрт сөндіру учаскелері арасында).
7. Ақпарат (өрт сөндіру жөніндегі жедел штаб пен күнделікті басқару органдары арасында).

Өрт сөндіру бөлімшелерін басқару және өзара әрекеттесетін құрылымдар тәжірибесіне негізделе отырып, экономикалық нысандардағы өрттерді жою модельдерін әзірлеуге басшылық құжаттардың талаптарын қолдануға қатысты әдістемелік қамтамасыз етудің негізгі ережелері қалыптастырылады.

Өртті сөндіру басшысы жедел басқару әдістемесі мен қағидаттарын өрт сөндіруге қатысушыларға қолданған кезде, ұйымдастыру жұмыстарының жүргізілуінің, өзара әрекеттесудің, өрттің даму үдерісінің және өзара әрекеттесу мәнінің тәуелділік механизмін түсіну маңызды. Бұл өзара әрекеттесу қабылданатын шешімнің басқарушылық қызметінің мақсатты моделінде көрініс табады (сурет 3).

Шешім қабылдаудың жалпы міндеті үшін бастапқы деректер детерминирленген, ықтималдық және белгісіз ақпаратты қамтуы мүмкін. Осылайша, өрт сөндіру штабы әзірлеген шешім нұсқаларының тиімділігін бағалау бойынша жедел қызметтің әрекеті ұйымдастырушылық құрылым болып табылады және зерттелетін процестің жеделдік көрсеткіштерін бағалауда тиісті модельдер жүйесінің болуын көздейді.

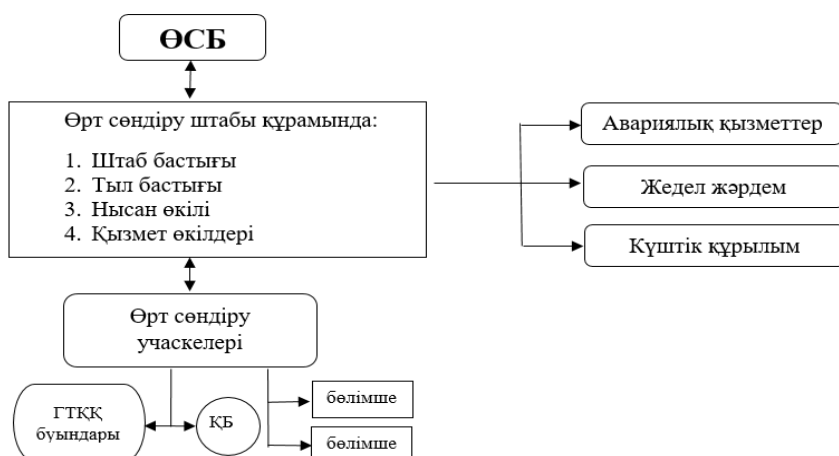


Сурет 3 – Өрт сөндіру процесінде ӨСБ шешімдер моделі

Тірек шешім қабылдаудың бір тәсілі басқару құрылымы нұсқасын негіздеу болып табылады, ол оңтайлы жұмыс алгоритмдерін талдау және синтездеу арқылы жүзеге асырылады, бұл өз кезегінде өрт сөндіру штабының штаттан тыс лауазымды тұлғаларының (өрт сөндіру штабы) зерттелетін жұмыс процестерінің сапасын бағалауға арналған тиісті құралдары мен әдістерінің болуын талап етеді, олар жеделдіктің көрсеткіші болып табылады.

Тірек шешім қабылдаудың бір тәсілі – басқару құрылымының нұсқасын негіздеу, ол оңтайлы жұмыс істеу алгоритмдерін талдау және синтездеу арқылы жүзеге асырылады. Бұл алгоритмдер өрт сөндіру штабының штаттан тыс лауазымды тұлғаларында тиісті құралдар мен әдістердің болуын талап етеді, олар зерттелетін жұмыс процестерінің сапасын бағалау үшін қолданылады және жеделдіктің көрсеткіші болып табылады.

Жеделдіктің көрсеткіш сапасы шешім айналымының ұзақтығы болып табылады (сурет 3). Осы көрсеткіштің формализациясы – өртке қарсы қызмет бөлімшелерінің күштері мен құралдарын орналастыру критерийі болып табылатын жедел-тактикалық (жауынгерлік) жағдай, ол өзара ақпарат алмасу циклі жүйесінде нақты уақыт режимінде шешім қабылдауға мүмкіндік беретін сценарийлерді қамтиды (сурет 4).



Сурет 4 – Өзара ақпарат алмасу жүйесі

Мұндай циклдегі жеделдіктің көрсеткіші ретінде байланыс айналым циклының ұзақтығы алынады, ол бөлінген уақыт ресурсын аспауы тиіс $T_{б.а.} \leq T_{б.а.}^{қос}$, мұнда $T_{б.а.}, T_{б.а.}^{қос}$ – басқарудың нақты тапсырмаларын шешуге жұмсалатын шешім айналымының байланыс циклы уақыты. Нақты уақыт режимінде жеделдіктің критерийі осы көрсеткіштің мәнін барынша азайту болып табылады.

Алдын ала жоспарлау процестеріне қатысты басқарудың жеделдігі – бұл қолданылатын шешімдердің сапасы. Осылайша, қабылданатын және әзірленетін шешімдердің жеделдік көрсеткіштері басқару жүйесінің нәтижелілігін сипаттай алады. Бұл жағдайда осы циклдің нәтижелілік көрсеткішін $R_H^I = F(K_{ш}, K_{ә})$ тәуелділігі ретінде көрсетуге болады, мұнда $K_{ш}, K_{ә}$ – жедел әзірленетін шешімдердің көрсеткіштері. Мұндай шешімдерді ақпараттық дайындық-негізділік тұрғысынан да, мазмұндық сапа – жеделдік тұрғысынан да қарастыру орынды.

Мұндай жеделдік көрсеткіші қабылданатын шешімдердің ақпараттық пысықталуын (дайындық деңгейін) сипаттай отырып, оны өрт сөндіру жағдайларымен негіздеуге мүмкіндік береді, мұнда шешімдердің негізділігі ӨСБ өрт сөндіру жағдайларын барынша толық болжау қабілетімен және осы негізде қажетті деңгейде модельдеу арқылы шешім нұсқаларының жеткілікті санын қарастыруымен анықталады. Бұл қасиет оңтайлы шешім қабылдау ықтималдығымен $P_{o.ш.}$ сипатталуы мүмкін. Шешім қабылдайтын тұлғалардың субъективті сипаттамаларын есепке алу әдістері әлі толық зерттелмегендіктен, бұл көрсеткішті қабылданатын шешімдерді негіздеу (немесе дайындау) кезеңіне қатысты қарастырған дұрыс. Бұл ретте аталған көрсеткіш тиісті коэффициент немесе бірқатар жеке функционалды түрде модельденген тәуелді көрсеткіштердің біріктірілген мәні түрінде ұсынылуы мүмкін. Қабылданатын шешімдердің негізділігіне қойылатын талаптар оңтайлы шешім қабылдау ықтималдығының $P_{o.ш.} \geq P_{o.ш.}^{қаж}$ немесе $P_{o.ш.} \rightarrow \max$ арақатынасынан анықталады, мұнда $P_{o.ш.}$ – оңтайлы шешім қабылдау ықтималдығы, $P_{o.ш.}^{қаж}$ – көрсеткіштің талап етілетін мәні.

Басқарудың жеделдігі тірек шешімдерді қабылдау барысында қалыптасқан немесе болжанатын жағдайға әзірленетін шешімдердің мазмұнының қажетті сәйкестігін анықтайтын семантикалық аспектіні сипаттайтын қасиет ретінде қарастырылуы мүмкін. Қабылданатын шешімдердің жеделдік дәрежесі (немесе жарамдылығы) $J_{ш}$ болжанатын нәтижелілік арқылы бағаланады: егер жоспарланған шешім әртүрлі жұмыс кезеңдерінде талап етілетін жеделдікті қамтамасыз ету міндеттерін сәтті шеше алса, онда шешімнің мазмұны жеделдік талаптарына сай келеді, егер сәйкес келмесе – басқа нұсқа немесе қарастырылып отырған шешімді түзету қажет.

Жоспарлау және жедел басқару кезеңдерінде қолданылатын көрсеткіш функционалдық тәуелділік түрінде ұсынылуы мүмкін, ол процестің соңғы кезеңінде қабылданатын шешімді бағалауға қатысты қолданылады: $J_{ш.} = F(D_n, C_n, I_k, R_{ш}, V_{ш}, M_{ш}, W_{ш})$ мұнда D_n және C_n – өңделетін ақпараттың шынайылығы мен толықтығы; I_k – ақпараттың құндылығы; $R_{ш}$ – шешімді орындауға арналған қолда бар күштер мен құралдар ресурсы; $V_{ш}$ – шешімнің жүзеге асырылуы; $M_{ш}$ – шешім мазмұнын анықтайтын факторлардың толық есепке алынуы; $W_{ш}$ – басқарылатын және басқарылмайтын модель сипаттамалары мен қоршаған орта құрамдастарын байланыстыратын функционал.

Жеделдік критеріі $J_{ш} \geq J_{ш}^{қаж}$ немесе $J_{ш} \rightarrow \max$ түрінде берілуі мүмкін, мұнда $J_{ш}^{қаж}$ – өрт сөндіру жағдайларында талап етілетін жеделдік, ол ресурс тұтынумен сипатталады.

Өрт сөндіру кезіндегі ресурс тұтыну негізделген шешімдерді уақтылы дайындау, сондай-ақ жоспарлау және жедел басқару кезеңдерін сапалы пысықтау арқылы қамтамасыз етіледі. Осы қасиеттің көрсеткіші ретінде қолда бар басқару ресурстарына қатысты нақты шығындарды ескеретін ресурс тұтыну коэффициенті қабылдануы мүмкін $K_{рт}$ ($K_{рт} \rightarrow \min$).

Осылайша, жедел басқарудың кешенді көрсеткішін келесі функционалдық тәуелділік түрінде көрсетуге болады: $K_{бас} = F(T_{бас}, C_{қш}, C_{эк}, K_{рт})$, мұнда $T_{бас}$ – басқару процестерінің жеделдігі; $C_{қш}$ – қабылданатын шешімдердің сапасы (жеделдіктің

негізділік параметрлерінің жиынтығын қамтитын көрсеткіш); $C_{\text{эк}}$ – әзірленетін құжаттардың сапасы; $K_{\text{рт}}$ – ресурс тұтыну.

Өйткені қабылданатын шешімдердің көрсеткіштері өз жиынтығында ӨСБ жұмысының нәтижелілігін сипаттайды $R_n^I = F(C_{\text{қш}}, C_{\text{эк}})$, басқару процесін жалпы түрде оңтайлылықты ескере отырып $K_{\text{бас}} = F(K_{\text{с.о.}}, R_n^I, K_{\text{рт}})$ ретінде көрсетуге болады.

Қойылатын талаптар нақты жағдайлармен анықталады және $K_{\text{бас}} \geq K_{\text{бас}}^{\text{қаж}}$ немесе $K_{\text{бас}} \rightarrow \max$) түріндегі критерийлер тұрғысынан қарастырылуы мүмкін, мұнда $K_{\text{бас}}^{\text{қаж}}$ – осы жағдайларда талап етілетін басқару деңгейі.

Қарастырылып отырған модель мен басқарушылық шешімдерді қабылдаудың кешенді тәсілі көрсетеді, осы көрсеткіштер негізінде жедел-тактикалық әрекеттердің шешім қабылдайтын тұлғаның қызметімен байланысын негіздеуге болады. Осылайша, ӨСБ жұмысының тиімділігі өрт сөндіру ұйымдастыру, өрт сөндіру құралдарын қолдану және таңдау, ресурс қамтамасыз ету және ресурс тұтыну, өрт сөндіруде тартылатын күштер мен құралдар сияқты құрамдас бөліктердің арақатынасын анықтайтын шешімдермен белгіленеді.

Орындаған жедел басқаруды бағалау өрт сөндіру аймақтары туралы алынған тәжірибе мен білімге негізделген (өрт сөндіру аймақтарының саны, қойылған міндеттер, өрт сөндіру жағдайлары, өрт сөндіру аймақтарына және өрт сөндіру бөлімдерінің күштеріне қойылатын талаптар), сондай-ақ жеделдікті талдауға мүмкіндік береді және оңтайлылықты ескере отырып, тірек шешімдерді қабылдауда жедел басқару моделіне кешенді тәсілді қолдануды қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, қазіргі өрт сөндіру құрылымында тірек шешімдерді қабылдауда оңтайлылықты ескере отырып, жедел басқару моделі күрделі иерархиялық жүйелерде шешім қабылдау әдісін және қажет болған жағдайда тірек шешімді бағалауға арналған көрсеткіштер кешенін анықтайды, олар тиісті жеделдік критерийлер ансамблімен толықтырылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Денисов, А.Н. Методика анализа показателей оперативного реагирования пожарно-спасательных подразделений [Электронный ресурс] / А.Н. Денисов, К.С. Власов // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – 2016. – № 3 (67). – С. 207-213.
2. Терещенко, О.В. Многомерный статистический анализ данных в социальных науках: учеб. пособие / О.В. Терещенко, Н.В. Курилович, Е.И. Князева. – Минск: БГУ, 2012. – 239 с.: ил. – (Классическое университетское издание).
3. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: статистический сборник / под общей редакцией Д. М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019. – 125 с.
4. Смирнова А.А., Талашова А.А. Система советского законодательства о пожарной безопасности (по материалам боевых уставов пожарной охраны 1937, 1940, 1953, 1970 гг.) // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2016. – № 1. – С. 17-18.
5. Степанов Р.А., Шелепенькин А.А., Белкин Д.С. Специфика подготовки кадров в системе Государственной противопожарной службы МЧС России // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2015. – № 1. – С. 52-55.
6. Григорьев А.Н., Гундар С.В. Управление силами и средствами при тушении пожаров (тушение лесных пожаров силами ФПС МЧС России): монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 151 с.

7. Сейдалин М.М., Әлібеков Е.Ә., Мадиев Т.С. Өрт сөндірушілердің жұмыс орындарының параметрлерін есептеу кезінде антрометриялық белгілері // Наука и образование в гражданской защите. – 2024. – № 1 (53). – С. 57.

References

1. Denisov, A.N. Metodika analiza pokazatelej operativnogo reagirovaniya pozharno-spasatel'nyh podrazdelenij [Elektronnyj resurs] / A.N. Denisov, K.S. Vlasov // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti: internet-zhurnal. – 2016. – № 3 (67). – S. 207-213.
2. Tereshchenko, O.V. Mnogomernyj statisticheskij analiz dannyh v social'nyh naukah: ucheb. posobie / O.V. Tereshchenko, N.V. Kurilovich, E.I. Knyazeva. – Minsk: BGU, 2012. – 239 s.: il. – (Klassicheskoe universitetskoe izdanie).
3. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2018 godu: statisticheskij sbornik / pod obshchej redakciej D.M. Gordienko. – M.: VNIPO, 2019. – 125 s.
4. Smirnova A.A., Talashova A.A. Sistema sovetskogo zakonodatel'stva o pozharnoj bezopasnosti (po materialam boevyh ustavov pozharnoj ohrany 1937, 1940, 1953, 1970 gg.) // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MChS Rossii. – 2016. – № 1. – S. 17-18.
5. Stepanov R.A., Shelepen'kin A.A., Belkin D.S. Specifika podgotovki kadrov v sisteme Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii. – 2015. – №1. – S. 52-55.
6. Grigor'ev A.N., Gundar S.V. Upravlenie silami i sredstvami pri tushenii pozharov (tushenie lesnyh pozharov silami FPS MChS Rossii): Monografiya. – M.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2015. – 151 s.
7. Sejdalin M. M., Alibekov E.A., Madiev T. S. Ort sondirushilerdin zhyмыs oryndarynyn parametrlerin esep-teu kezinde antrometriyalыk belgileri // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2024. – № 1 (53). – S. 57.

Ж. К. Каирдосов¹, М. М. Данилов², А. Н. Денисов², Д. Аманкешұлы³

¹Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан

²Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия

³Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан

МОДЕЛЬ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРИНЯТИИ ОПОРНЫХ РЕШЕНИЙ С УЧЕТОМ ОПТИМАЛЬНОСТИ

Аннотация. В статье раскрывается сложность тушения пожаров в современных условиях и особая значимость принятия управленческих решений в этом процессе. Подробно анализируются основные трудности, с которыми сталкивается руководитель тушения пожара (РТП) при выборе альтернативных решений, в том числе неполнота и неопределённость информации, а также дефицит времени на принятие решения. Предлагаются научно обоснованные методы выбора наиболее оптимального варианта из различных альтернатив, включая методы оценки тактического и ресурсного потенциала. С учётом опыта пожаротушения определяется показатель оперативности принятия управленческих решений, демонстрируется результативность деятельности должностных лиц органов управления. Также описывается современный подход к модернизации оценки деятельности руководителя тушения пожара, основанный на обеспеченности ресурсами и возможностях пожарных подразделений и участников тушения.

Ключевые слова: управление, подразделения пожарной охраны, тактические возможности, ресурсообеспеченность, качество решения.

Zh. K. Kairdosov¹, M. M. Danilov², A. N. Denisov², D. Amankeshyly³

¹*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

²*Academy of the State Fire Service of the MES of Russia, Moscow, Russia*

³*Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan*

THE OPERATIONAL MANAGEMENT MODEL IN MAKING SUPPORTING DECISIONS, TAKING INTO ACCOUNT OPTIMALITY

Abstract. The article reveals the complexity of firefighting in modern conditions and the particular importance of decision-making management processes in this context. It provides a comprehensive analysis of the main challenges faced by the incident commander (IC) when choosing between alternative solutions, including incomplete and uncertain information, as well as the lack of time for making decisions. Scientifically based methods for selecting the most optimal option from various alternatives are proposed, including approaches for assessing tactical and resource potential. Taking into account firefighting experience, an indicator of the efficiency of managerial decision-making is determined, and the effectiveness of the activities of management officials is demonstrated. The article also describes a modern approach to modernizing the assessment of the fire commander's performance, based on resource availability and the capabilities of fire departments and firefighting participants.

Keywords: management, fire protection units, tactical capabilities, resource availability, quality of solutions.

Сведения об авторах / Information about the authors

Жандос Қайратұлы Қайрдосов – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы өрттің алдын алу кафедрасының оқытушысы, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: kairdosovzhandos@gmail.com

Михаил Михайлович Данилов – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы өрт сөндіру ҰҒА құрамындағы өрт тактикасы және қызмет кафедрасының доценті, Мәскеу, Ресей. E-mail: mdagps@yandex.ru

Алексей Николаевич Денисов – техника ғылымдарының докторы, профессор, Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы өрт сөндіру ҰҒА құрамындағы өрт тактикасы және қызмет кафедрасының профессоры, Мәскеу, Ресей. E-mail: dan_aleks@mail.ru

Дастан Аманкешұлы – техника ғылымдарының кандидаты. Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан

Zhandos K. Kairdosov – is a lecturer at the Department of Fire Prevention at the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kairdosovzhandos@gmail.com

Mikhail M. Danilov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Fire Tactics and Service within the UNK Fire Extinguishing Academy of the State Fire Service of the MES of Russia, Moscow, Russia. E-mail: mdagps@yandex.ru

Alexey N. Denisov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Fire Tactics and Service within the UNK Fire Extinguishing Academy of the State Fire Service of the MES of Russia, Moscow, Russia. E-mail: dan_aleks@mail.ru

Dastan Amankeshyly – Candidate of Technical Sciences, Caspian University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ
для публикации в научном журнале
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЕ»

Научный журнал «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЕ» – периодическое издание, предназначенное для публикации актуальных проблемных вопросов, фундаментальных и прикладных исследований в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной и промышленной безопасности.

Периодичность издания – 4 выпуска в год.

Статья должна содержать результаты оригинальных научных исследований, ранее не опубликованных и не предназначенных к публикации в других изданиях. В научной статье должны быть изложены собственные выводы и промежуточные или окончательные результаты научного исследования, экспериментальной или аналитической деятельности. Статья должна содержать авторские разработки, выводы, рекомендации, ранее не опубликованные и обладающие новизной; или посвящена рассмотрению ранее опубликованных научных статей, связанных общей темой (систематический обзор). В содержании статьи должны быть обзоры научных трудов зарубежных исследователей по аналогичной проблеме.

Редакция принимает к рассмотрению статьи на казахском, русском и английском языках объемом до 10 страниц, включая библиографию, минимальный объем статьи - 5 страниц. Шрифт — Times New Roman, размер 13 pt, межстрочный интервал – одинарный, (Word-формат), отступ в начале абзаца – 1,25 см. Все поля – 2 см. В тексте статьи не должна использоваться автоматическая нумерация.

Материал статьи оформляется в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

Структура статьи включает следующие разделы:

- **Заголовок:** отдельной строкой слева индекс УДК. Инициалы и фамилия автора(ов) (не более 3-х авторов, более 3-х по согласованию с главным редактором). Название (заголовок) статьи (прописными буквами, полужирным шрифтом).

- **Аннотация** (*Аңдатпа, Abstract*): оформляется по ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования». Обязательные составляющие аннотации: информативность (объем аннотации – 150-200 слов); оригинальность (новизна статьи); содержательность (основное содержание статьи и результаты исследования); структурированность; выводы. В аннотации не используются аббревиатуры и сокращения. Аннотация приводится на английском, казахском и русском языках.

- **Ключевые слова** (*Түйінді сөздер, Keywords*): не менее 8 основных терминов или кратких словосочетаний, которые использованы в статье. Ключевые слова приводятся на английском, казахском и русском языках. Аннотация и ключевые слова на языке статьи предваряют основной текст статьи, аннотации и ключевые слова на других языках размещают после пристатейного библиографического списка.

- **Введение:** обоснование актуальности, степени разработанности темы (возможен краткий обзор научной литературы по теме исследования); формулировка проблемы исследования; описание объекта и предмета исследования, цели и задач статьи; краткая характеристика ее структуры.

- **Методы и материалы:** описание использованных в исследовании методов и материалов, в том числе методов сбора, обработки и анализа данных; характеристика выборки (в случае использования выборочного исследования);

- **Результаты и их обсуждение:** описание и интерпретация полученных результатов с цифрами, таблицами, графиками, рисунками.

- **Заключение:** формулировка выводов на основе полученных результатов; сопоставление полученных результатов с уже имеющимися результатами по данной теме; оценка научной новизны и практической ценности полученных результатов.

- при наличии источника финансирования исследования (гранты, госбюджетные программы) указывается информация о нем;
- Список литературы (*References*): пристатейный библиографический список оформляется дважды:

- «Список литературы» – на оригинальном языке источников (казахском, русском и английском языках) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Ссылки на источники на языке, использующем кириллический алфавит, необходимо транслитерировать латинскими буквами.

Транслитерация приводится с использованием онлайн переводчика по ссылке <http://translit.net> Данный онлайн переводчик не проводит транслитерацию специфических букв казахского алфавита. Здесь авторы после транслитерации казахского текста должны провести корректировку, руководствуясь следующими правилами:

Ә	Ғ	Ң	Ө	Ү	Ұ	Қ	І
a	g	n	o	u	u	k	i

- Ссылки в тексте на соответствующий источник из списка литературы оформляются в квадратных скобках, например, [1]. В основе списка должно быть наличие свежих и актуальных литературных источников (желательно, не позднее 20 лет с даты издания). Не допускаются ссылки на непубликуемые документы. В ссылках на патенты и авторские свидетельства обязательно указывать дату опубликования и номер бюллетеня. В ссылке на адрес сайта сети Интернет должно присутствовать: автор(ы) статьи, название статьи, дата публикации, название и адрес сайта. Самоцитирование автора допускается не более 20 % от количества источников в списке литературы. В «Списке литературы» научной статьи должно быть указано 5-15 и более литературных источников, обзорной статьи до 10.

- Сведения об авторах (на языке статьи и на английском языке): включают следующие элементы: имя, отчество и фамилия; ученое звание, ученую степень; должность или профессию; место работы (наименование учреждения или организации, населенного пункта); наименование страны; служебные адреса всех авторов публикаций; электронный адрес (e-mail).

Все аббревиатуры и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

В статье нумеруются лишь те формулы, на которые по тексту есть ссылки.

В таблицах, рисунках, формулах не должно быть разночтений в обозначении символов, знаков. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными. На рисунки и таблицы в тексте должны быть ссылки.

Перед отправкой статьи в журнал необходимо тщательно проверять общую орфографию материалов, правильность написания соответствующих терминов и оформления текста работы и ссылок.

На свое усмотрение редколлегия может предложить авторам перевести статью на английский язык, о чем авторы получают своевременное уведомление, а затем присылают в редакцию профессионально переведенные на английский язык статьи.

К статье прилагаются ДОКУМЕНТЫ:

экспертное заключение учреждения о возможности публикации статьи в открытой печати;

рецензия ведущего специалиста в отрасли, по которой представлена статья.

Журнал является рецензируемым. Все научные статьи подлежат экспертной оценке и направляются на рецензирование членам редакционного совета или внешним экспертам – специалистам в соответствующей области знания. После рекомендации экспертов статья публикуется в порядке очередности.

Издатель не берет на себя обязательства по срокам публикации. Если по заключению рецензента статья возвращается автору на доработку, датой поступления считается день получения редакцией ее окончательного варианта. В случае отклонения статьи материалы не возвращаются, редакция оставляет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Редакция оставляет за собой право, в необходимых случаях, проводить сокращения и редакторскую правку статей.

Каждый автор (авторы) может публиковать в одном выпуске не более двух материалов.

Редакция соблюдает редакционную этику и не раскрывает без согласия автора процесс работы над статьей в издательстве (не обсуждает с кем-либо достоинства или недостатки работы, замечания и исправления в них, не знакомит с внутренними рецензиями).

Статьи должны подаваться с учетом того, что они нигде не издавались, как и не должны находиться на рассмотрении в редакции другого журнала.

Перед отправлением текста статьи в издательство автор принимает на себя обязательства в том, что текст статьи является окончательным вариантом, содержит достоверные сведения, касающиеся результатов исследования, и не требует доработок.

Вся ответственность за подбор приведенных данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации, несут авторы опубликованных материалов.

Полное или частичное воспроизведение, или распространение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения редакции.

Электронный архив Журнала выкладывается в открытом доступе на официальном сайте: <http://agz.edu.kz>

Наш адрес: Республика Казахстан. Акмолинская область. 020000, г. Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан.

Контакты: Научно-исследовательский центр. Тел. (8 7162)25-58-95.

Материалы направляются на e-mail: nits.agz@mail.ru, academy@emer.kz

Научный журнал
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЕ»
№ 4 (60), 2025 г.

Редакция журнала:
Захаров И.А., Садвакасова С.К.

Адрес редакции:
Научно-исследовательский центр Академии гражданской защиты
имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан
Акмолинская область. 020000, Кокшетау, ул. Акан Серэ, 136.
Тел. 8(7162)25-58-95
вебсайт: http://agz.edu.kz/arxiv_nomerov.html
e-mail: nits.agz@mail.ru, academy@emer.kz

Подписано в печать 17.12.2025 г.
Формат 60х84/8 Объем 12,1 п.л.
Тираж 250 экз. Заказ № 360

Отпечатано в типографии
ИП Старков С.А.
Акмолинская область, г. Кокшетау,
ул. Ауельбекова, 98
тел.: 8 (7162) 25-14-90
e-mail: sks46@mail.ru