ISSN 3007-1674

АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАУДАҒЫ ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ

SCIENCE AND EDUCATION IN CIVIL PROTECTION

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЕ

№ 2 (54) / 2024

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

КӨКШЕТАУ 2024

«Азаматтық қорғаудағы ғылым мен білім» ғылыми журналы № 2 (54), 2024 ж., маусым.
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.

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 енгізілген (23.06.2023 ж. қбпұ № 316 бұйрығы).
«Ресейлік ғылыми дәйексөз индексі» (РҒДИ) ресейлік библиографиялық деректер базасына және Қазақстандық дәйексөздер базасына (ҚазДБ) енгізілген.

«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, сондай-ақ азаматтық қорғау органдарының мамандарын даярлау мәселелеріне арналған мерзімді басылым.

Scientific journal “Science and education in civil protection” No. 2 (54), 2024, June.
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.

Included in the List of publications recommended by the Committee for Quality Assurance in the Field of Science and Higher Education of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan for the publication of the main results of scientific activity (order No. 316 for administrative use, 06/23/2023).
Included in the Russian bibliographic database “Russian Science Citation Index” (RSCI) and in the Kazakhstan Citation Database (KazCD).

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, as well as issues of training specialists from civil protection agencies.

Научный журнал «Наука и образование в гражданской защите» № 2 (54), 2024 г., июнь.
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.

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 № 316 дсп от 23.06.2023 г.).
Включён в Российскую библиографическую базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ) и в Казахстанскую базу цитирования (КазБЦ).

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, а также вопросам подготовки специалистов органов гражданской защиты.

МАЗМҰНЫ – CONTENTS –СОДЕРЖАНИЕ

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

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

УДК 66.021.2.081.3: 66.099.74

О. Г. Горовых[1], Б. А. Альжанов[2]

[1]ООО «Белспецкомплект», Минский городской технопарк, Минск, Республика Беларусь
[2]Карагандинский индустриальный университет, Караганда, Казахстан

ЛИКВИДАЦИЯ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОСФОГИПСА

Аннотация. В статье рассмотрены используемые в настоящее время методы ликвидации аварийных разливов концентрированной серной кислоты; приведены примеры аварий с концентрированной серной кислотой; объемы ее производства в мире, в Казахстане и Беларуси. Обозначены проблемы, возникающие при использовании распространенных методов ликвидации разливов концентрированной серной кислоты (длительность проведения процесса ликвидации (ручной труд), использование нейтрализующих материалов, загрязнение окружающей среды жидкими и твердыми отходами). Показана возможность ликвидации разливов концентрированной серной кислоты с использованием много тоннажного отхода, имеющегося и в Казахстане, такого как фосфогипс; представлены результаты сорбционной емкости (авторская методика) фосфогипса по серной кислоте (1,67±0,11 $г_{сорбата}/г_{сорбента}$), в том числе в зависимости от ее плотности, которые показали, что чем больше плотность сорбента, тем ниже его сорбционная емкость. Приведены данные сорбционной емкости песка, в том числе с разливной дисперсностью, для сравнения используемого на сегодняшний день поглотителя (песка) с предлагаемым высушенным фосфогипсом. Предложен метод нанесения высушенного фосфогипса на поверхность разлива. Обосновано, что использование высушенного фосфогипса позволяет собрать разлившуюся концентрированную серную кислоту с твердых поверхностей с большей скоростью и меньшей массой сорбента, что экономически более выгодно, чем при применении иных сорбентов. Кроме того, использование фосфогипса снижает скорость фильтрации серной кислоты в нижние слои почвы, а это приводит к уменьшению объема снимаемого грунта при работах по ликвидации аварийного разлива концентрированной серной кислоты и работ по реанимации загрязненного земельного участка.

Ключевые слова: концентрированная серная кислота, сорбционная емкость, скорость сорбции, ликвидация разливов серной кислоты, высушенный фосфогипс, дисперсность, аварии с серной кислотой, методы нанесения сорбента.

Концентрированная серная кислота (КСК) – много-тоннажный продукт химической промышленности, которая высоко востребована, часто незаменима, поскольку обладает комплексом особых свойств, обеспечивающих ее широкое

технологическое использование и применение во многих отраслях промышленности, начиная от производства лекарственных препаратов, средств для очищения нефтепродуктов, осушения газов, производства пластмасс, изготовления красок, моющих средств, взрывчатых веществ, до удобрений и других материалов. КСК по [1] относится к высокоопасному веществу 2 класса опасности, а по классификации о перевозке опасных грузов к 8 классу опасности (едкие и коррозионные вещества).

Аварии с заливом КСК относятся к четвертому типу ($t_{кип}$ (H_2SO_4)= 337 °С [2]), т.е. должен возникать только разлив жидкости, однако, в некоторых случаях, возможно образование и первичного облака, но не паров жидкости в результате испарения с зеркала разлива, так как КСК является малолетучей жидкостью, и не создает поражающих концентраций пара в воздухе за счет естественного испарения, а первичное облако грубодисперсного аэрозоля в случае, если пролив произошел на твердую поверхность с большой высоты [3] или под давлением, например, из технологических трубопроводов, что и приводит к диспергированию серной кислоты. КСК обладает резко выраженным раздражающим и прижигающим действием, поэтому контакт с диспергированной серной кислотой может вызвать тяжелые химические ожоги кожных покровов, глаз и верхних дыхательных путей с возможным смертельным исходом среди лиц, попавших в зону воздействия аэрозольного облака. Однако наибольшую опасность при разливе серной кислоты представляет попадание ее в реки и водоёмы, особенно те, которые служат источниками питьевой воды для населения. Под воздействием кислоты в подземных водах резко повышается содержание тяжелых металлов − свинца, кадмия, цинка и особенно алюминия, который поступает через корневые системы в древесные ткани и оказывает токсическое или даже летальное действие на растения**.**

В Республике Беларусь производство серной кислоты составляет порядка 700 тыс. т/год, а мировые мощности по производству серной кислоты в 2020 г. оценивались более чем в 300 млн т. В Казахстане производство серной кислоты составляет около двух млн т/год [4].

При таком значительном количестве ее производства и, соответственно использования, аварии с серной кислотой продолжают проходить с печальной регулярностью, и количество их будет повышаться [5]. Несколько примеров:

7.07.2023 г. между селами Акбулак и Егиндыбулак Курчумского района Восточно-Казахстанской области перевернулся грузовой автомобиль с цистерной серной кислоты объемом 23 т, результате ДТП разлилось примерно 20−21 т серной кислоты. Расстояние розлива серной кислоты в почву составляет около 20−40 м.

9.04.2023 г. в Иллинойсе с рельсов сошел товарный поезд с КСК. Три из 20 вагонов перевернулись во время крушения. Этих примеров можно привести еще немало, что говорит об актуальности разработки новых способов и методов ликвидации розливов серной кислоты, которые обеспечат минимизацию воздействия на окружающую среду, безопасность спасателей и эффективность проведения работ.

Основная часть

Принятый в настоящее время порядок действий, предусмотренный руководящими документами следующий:

А. Локализация. Локализация разлива серной кислоты проводится методом обсыпки сухим сорбентом. Обсыпка начинается с учетом уклона местности, со

стороны поступательного движения пролива жидкости. На сегодняшний день специализированный сорбент для использования при розливе кислот и щелочей – «ПРОФСОРБ» предлагает только одна российская фирма ООО «Терра Экология инжиниринг», поэтому в качестве сорбента в большинстве нормативных документов, предусмотрено применять песок (редко кизельгур), который должен находиться на территории объекта

Б. Покрытие сорбентом площади разлива. Толщина насыпного слоя должна составлять не менее 15 см от зеркала пролива, что соответствует норме расхода 3–4 т песка на 1 т серной кислоты.

Б. Обеззараживание пролива производится нейтрализующим раствором после завершения засыпки сорбентом [6]. В качестве нейтрализующего вещества применяется 3 % раствор кальцинированной соды (Na_2CO_3), растворы извести ($Ca(OH)_2$), растворы карбоната кальция ($CaCO_3$) в различных формах (доломит, известняк и т.д.) Соотношение нейтрализующего раствора к серной кислоте равняется 1:2.

Реакции нейтрализации разливов серной кислоты протекают по следующим уравнениям:

$$2Na_2CO_3 + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + NaHSO_4 + NaHCO_3 + H_2O + CO_2 + 221\ кДж \quad (1)$$

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O + 92\ кДж \quad (2)$$

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O + 79\ кДж \quad (3)$$

Процессы, соответствующие реакциям (1) и (2) приводят к интенсивному выделению диоксида углерода, который способствует поступлению паров серной кислоты в воздушную среду и таким образом усложняет или делает крайне небезопасной работу спасателей по ликвидации аварийного разлива кислоты.

Наиболее энергетически безопасная реакция (3), т.к. протекает с наименьшим выделением энергии и не приводит к интенсивному нагреванию продуктов нейтрализации и их испарению, что положительно сказывается на работе спасателей, однако растворимость карбоната кальция невелика (1,8 г/дм^3), поэтому приходится работать с пульпами.

Предлагается нейтрализацию пролитой КСК проводить сухим порошком МЛ следующего состава: состава кальцинированная сода – 60 % + жидкое стекло 30 % и сульфанол 10 % [7].

В. После завершения работ по ликвидации аварийного разлива (ЛАР) КСК должна проводиться дегазация оборудования и техники. Дегазация проводится с использованием дегазационного комплекта ДК-4М и 0,075 % раствора моющего порошка СФ-2У в воде (летом), и в аммиачной воде (зимой).

Применяемая на сегодняшний день технология ликвидации аварийных разливов КСК имеет ряд недостатков, которые приводят к:

- длительности проведения процесса ликвидации (ручной труд),
- использованию нейтрализующих материалов,
- неизбежному последующему загрязнению окружающей среды.

Поэтому необходимо продолжать поиски новых материалов и технологий, которые позволят минимизировать указанные недостатки при ЛАР КСК.

Цель исследования. Определить возможность использования фосфогипса (много тоннажного отхода при ЛАР КСК, что позволит усовершенствовать технологию ЛАР КСК, снизить количество твердых и жидких отходов.

Материалы и методы исследования

В данной работе использовали отвальный фосфогипс Гомельского химического завода 10-ти летнего срока хранения. Отвальный фосфогипс (4 класс опасности) представляет собой смесь различных веществ, таких как: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (94–96 масс.%); $Ca_2(PO_4)_2$; CaF_2; SiO_2; P_2O_5; Fe_2O_3; Al_2O_3 – следовые количества тяжелых металлов: Ni, Cu, Zn, Pb, Hg и изотопы радиоактивных элементов: La, Po, Ce и др. По данным [8], радиоактивность фосфогипса составляет 47 Бк/кг. При этом лимит радиоактивности для фосфогипса, который можно использовать для получения других материалов, принятый в мире по образцу США, составляет 370 Бк/кг. Перед проведением испытаний, отвальный фосфогипс высушили с использованием специального сушильного комплекса до остаточной влажности 0,03 %.

Высушенный фосфогипс представляет собой мелкодисперсное, мягкое на ощупь, сыпучее, не комкующееся вещество белого цвета. Используемый песок сухой кварцевый имел фракция 0,8-2,0 (производство Россия).

Методика определения сорбционной емкости сухих сорбентов по концентрированной серной кислоте

Т.к. высушенный фосфогипс является мелкодисперсным материалом, то использовать стандартные методики, как описанные, например, в [9], для определения статической сорбционной емкости (СЕ) по серной кислоте не представляется возможным. Поэтому определение СЕ сорбентов по серной кислоте проводили по авторским методикам (2 метода).

Метод 1.

На слой навески сорбента массой 5 г приливали по каплям серую кислоту из пипетки, до тех пор, пока не была четко видна непоглощенная сорбентом жидкость – кислота. Чашку Петри с навеской сорбента и поглощенной кислотой взвешиваем и затем, малыми порциями досыпали сорбент до полного поглощения кислоты. Расчет сорбционной емкости проводили по уравнению (1)

$$\text{СЕ} = \frac{m(\text{сорбата})}{m(\text{сорбента})} = \frac{m(H_2SO_4)}{m(\text{Ca}SO_4 \cdot 2H_2O)} \quad (1)$$

где СЕ – сорбционная емкость, $г_{сорбата}/г_{сорбента}$;

$m(\text{сорбата})=m(H_2SO_4)$ – масса серной кислоты поглощенная навеской фосфогипса, г;

$m(\text{сорбента})=m(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$ – масса навески фосфогипса, взятая на анализ, г.

Метод 2.

Массу песка (фосфогипса) примерно 150,0±5,5 г помещали в стеклянный цилиндр, слегка уплотняли постукиванием и затем вливаем в цилиндр 25±0,5 г концентрированной серной кислоты.

После того, как объем пропитанного кислотой слоя песка (фосфогипса) не увеличивался в течение одного часа, данный объем фиксировали и расчет СЕ проводили по выражению (2)

$$\text{СЕ} = \frac{m_{\text{кисл}}}{m\text{песка}} \quad (2)$$

где $m_{\text{кисл}}$ – масса кислоты, взятой на анализ, г;
$m_{\text{песка}}$ – масса песка, пропитанного кислотой, г.

Вертикальную диффузию КСК в песке определяли, помещая на слой песка в стеклянном цилиндре по 25±0,1 г КСК. Затем помещали на поверхность кислоты в один цилиндр порцию песка, а в другой цилиндр такую же массу (5±0,1 г) фосфогипса. Через промежутки времени равные 5, 10, 30 мин, а затем 12, 24 и т.д. часов отмечали глубину проникновения кислоты в песок в каждом из цилиндров. Наблюдения продолжались 72 часа.

Полученные результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований были сделаны фотографии высушенного до остаточной влажности 0,01 % фосфогипса с 1000 кратным увеличением с использованием сканирующего электронного микроскопа LEO. Микрофотографии дали информацию о строении и структуре высушенного фосфогипса (рисунок 1).

Рисунок 1 – Микрофотография высушенного фосфогипса. Увеличение 1000х

Из рисунка 1 видно, что отдельные частицы фосфогипса не содержат внутренних пор и внешних каверн, имеют вид неправильных призм слоистой структуры с наличием большого количества мелких частиц, что дает возможность считать, что адсорбция КСК на высушенном фосфогипсе имеет поверхностную, физическую природу.

Можно предположить, что имеющиеся в отвальном фосфогипсе примеси, большей частью уходят из материала при его высокотемпературной сушке (так как это все летучие соединения, и нелетучие мелкодисперсные, такие как оксиды металлов железа, никеля и т.д.).

Дисперсионный состав песка, используемый в исследованиях представлен в таблице 1. Дисперсионный состав определяли с использованием ситового анализа, который осуществляли на ситовом механическом анализаторе с набором металлических сит с фиксированными размерами ячеек сетки (ГОСТ 6613).

Таблица 1 – Дисперсионный состав песка

Размер ячейки сита, мкм	1,000	0,090	0,080	0,071	0,050	0,040	<0,040
Остаток на сите, %	0,84	25,95	7,75	3,16	19,19	23,84	19,25
Полный проход, %	99,15	73,2	65,45	62,29	43,1	19,25	0

Результаты СЕ высушенного фосфогипса и песка по КСК 93,6 % [9] представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сорбционная емкость высушенного фосфогипса и песка по КСК

Сорбент	Масса сорбента, г	Масса серной кислоты, г	СЕ $г_{сорбата}/г_{сорбента}$	Средняя величина СЕ, $г_{сорбата}/г_{сорбента}$
Песок	5,02	1,51	0,30	0,29±0,01*
Песок	5,08	1,47	0,29	
Песок	5,03	1,46	0,29	
Песок	5,11	1,58	0,31	
Песок	5,00	1,40	0,28	
Песок	5,10	1,48	0,29	
Фосфогипс	5,07	8,72	1,72	1,67±0,11*
Фосфогипс	5,02	7,98	1,59	
Фосфогипс	5,06	7,74	1,53	
Фосфогипс	5,19	9,65	1,86	
Фосфогипс	5,02	8,38	1,67	
Фосфогипс	5,04	8,37	1,66	

Вывод – СЕ фосфогипса в 3,23 раза больше СЕ песка используемого дисперсного состава. СЕ песка и фосфогипса, определенная по методу 2 представлена в таблице 3.

Таблица 3 – СЕ песка и фосфогипса, определенная по методу 2

Сорбент	Плотность сорбента, $г/см^3$	Объем, пропитанного кислотой материала, $см^3$	Масса сорбента, г	Масса серной кислоты, г	СЕ, $г_{кислоты}/г_{сорбента}$
Песок	1,23	45,7	56,21	27,32	0,47
Песок	1,51	45,9	69,29	27,44	0,39
Песок	1,67	52,7	88,03	27,20	0,31
Фосфогипс	0,46	25,1	11,50	27,15	2,36
Фосфогипс	0,65	23,9	15,57	27,09	1,74
Фосфогипс	0,78	32,6	25,44	27,22	1,07

По результатам, приведенным в таблице 3, можно сделать вывод, что с увеличением плотности сорбента СЕ по серной кислоте падает. Однако средняя СЕ песка равная 0,397±0,14, по сравнению со средней СЕ фосфогипса равной 1,72±0,61, меньше более чем 2,92 раза, при различных плотностях.

Результаты СЕ по двум методикам имеют одинаковый порядок и отклонение от средних величин по двум методикам не превышает 23 %, что является допустимым при определении СЕ.

СЕ песка зависит от его фракционного состава и будет меньше у более крупного песка. СЕ песка в зависимости от дисперсности конкретной фракции песка приведена на рисунке 2.

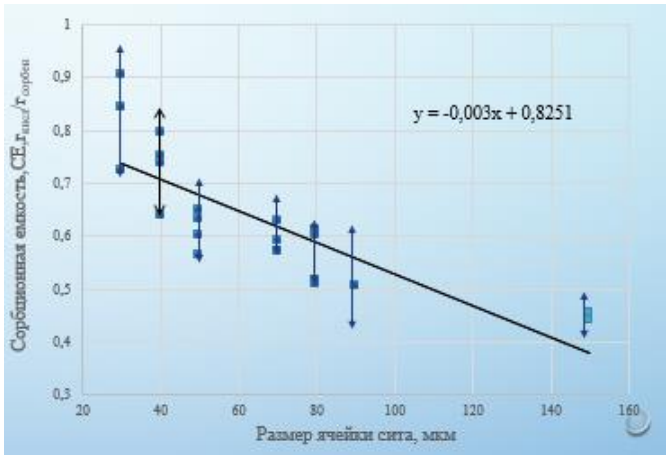


Рисунок 2 – Сорбционная емкость песка в зависимости от его дисперсности

Также в результате проведенных исследований было установлено, что скорость проникновения кислоты в почву (вертикальное движение) в 1,7 раз меньше при нанесении фосфогипса на слой кислоты по сравнению с песком, также нанесенным на слой кислоты. Это показывает, что после проведения ЛАР, объем снимаемого грунта для нейтрализации и восстановления, также будет меньше в 1,7 раза, а это скажется не только на количестве используемых для нейтрализации реактивов, но и на транспортных расходах по снятию почвы и доставке на спец. полигоны для нейтрализации.

Удобство нанесения также одна их технологических характеристик сорбентов. Песок наносится вручную шанцевым инструментом, в то время как фосфогипс можно наносить с использованием баллонов со сжатым газом (рисунок 3), в частности с использованием огнетушителей, что позволяет спасателю не находиться в непосредственной близости от места разлива кислоты. Расстояние, с которого можно подавать фосфогипс составляет более 5 метров.

Рисунок 3 – Подача сорбентов на площадь разлива КСК

Выводы

На основе полученных данных СЕ по КСК фосфогипса (различной плотности с остаточной влажностью 0,02±0,01) и песка, различной дисперсности и плотности можно делать вывод, что использование фосфогипса позволяет собрать разлившуюся КСК с твердых поверхностей с большей скоростью и меньшей массой сорбента, что экономически более выгодно.

Предложено проводить нанесение высушенного фосфогипса на места разливов КСК с использованием закачных огнетушителей.

Использование химически осажденного сульфата кальция (фосфогипса) для проведения работ по ЛАР КСК позволяет снизить техногенное воздействие на окружающую среду посредством:

А) сокращения объемов отвалов фосфогипса;

Б) исключить использование песка, то есть снизить объемы разработки песчаных карьеров;

Г) уменьшить количество используемых реагентов (извести);

Д) уменьшить объем складируемого отхода после ликвидации разливов КСК, а именно обводненного сульфата кальция;

Е) снизить скорость фильтрации серной кислоты в нижние слои почвы, что снизит, соответственно объем снимаемого грунта при проведении работ по ликвидации разливов серной кислоты и реанимации земельного участка.

Список литературы

1. ГОСТ 12.1.007. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Дата введения: 1977-01-01.

2. ГОСТ 4204-77. Реактивы. Кислота серная. Технические условия. Дата введения: 1978-07-01.

3. Булва А. Д., Соколова А. А. Моделирование химической обстановки при аварийном выбросе серной кислоты // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2019. – Т.2.– № 1. – С. 377–379.

4. Анализ рынка серной кислоты в Казахстане - 2023. Показатели и прогнозы. Дата выпуска: 8 декабря 2023 г. – 101 с.

5. Кусаинов А.Б., Тлеуова Ж.О., Дулатова А.Ж. Анализ и прогнозирование чрезвычайных ситуаций в странах Центральной Азии с применением математической статистики // Наука и образование в гражданской защите. – 2023. – № 1 (49). – С. 4–14.

6. Паспорт безопасности химической продукции. Кислота серная. п.13.2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belfert.by/sites/default/files/pb_na_sernuyu_kislotu 2017_1.pdf (дата обращения: 18.01.24 г.).

7. Вредные вещества в промышленности. Том 3. Неорганические и элементорганические соединения / под ред. Н. В. Лазарева. – Л.: Химия, 1977. – 608 с.

8. Паспорт безопасности химической продукции. Фосфогипс: утв. директором ОАО Гомельский химический завод Д. В. Черняковым от 22.09.2015 г.

9. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик адсорбентов = Вугаль актываваны. Стандартны метад вызначэння сарбцыйных характарыстык адсарбентаў: ГОСТ 33627–2015. – Вед. РБ 01.09.17. – Минск: Госстандарт, 2017. – II, 11 с.

References

1. GOST 12.1.007. Sistema standartov bezopasnosti truda. Vrednye veshchestva. Klassifikaciya i obshchie trebovaniya bezopasnosti. Data vvedeniya: 1977-01-01.

2. GOST 4204-77. Reaktivy. Kislota sernaya. Tekhnicheskie usloviya. Data vvedeniya: 1978-07-01.

3. Bulva A.D., Sokolova A.A. Modelirovanie himicheskoj obstanovki pri avarijnom vybrose sernoj kisloty // Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy. – 2019. – T.2.– № 1. – S. 377–379.

4. Analiz rynka sernoj kisloty v Kazahstane - 2023. Pokazateli i prognozy. Data vypuska: 8 dekabrya 2023 g. – 101 s.

5. Kusainov A.B., Tleuova ZH.O., Dulatova A.ZH. Analiz i prognozirovanie chrezvychajnyh situacij v stranah Central'noj Azii s primeneniem matematicheskoj statistiki // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2023. – № 1 (49). – S. 4–14.

6. Pasport bezopasnosti himicheskoj produkcii. Kislota sernaya. p.13.2 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.belfert.by/sites/default/files/ pb_na_sernuyu_kislotu 2017_1.pdf (data obrashcheniya: 18.01.24 g.).

7. Vrednye veshchestva v promyshlennosti. Tom 3. Neorganicheskie i elementorganicheskie soedineniya / pod red. N.V. Lazareva. – L.: Himiya, 1977. – 608 s.

8. Pasport bezopasnosti himicheskoj produkcii. Fosfogips: utv. direktorom OAO Gomel'skij himicheskij zavod D.V. CHernyakovym от 22.09.2015 g.

9. Ugol' aktivirovannyj. Standartnyj metod opredeleniya sorbcionnyh harakteristik adsorbentov = Vugal' aktyvavany. Standartny metad vyznachennya sarbcyjnyh haraktarystyk adsarbentaў: GOST 33627–2015. – Ved. RB 01.09.17. – Minsk: Gosstandart, 2017. – II, 11 s.

О. Г. Горовых[1], Б. А. Әлжанов[2]

[1]ЖОО «Белспецкомплект», Минск қалалық технопаркі, Минск, Беларусь Республикасы
[2]Қарағанды индустриялық университеті Қарағанды, Қазақстан

КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ АВАРИЯЛЫҚ ТӨГІЛУІН ЖОЮ ФОСФОГИПСТІ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Мақалада қазіргі уақытта қолданылатын концентрацияланған күкірт қышқылының авариялық төгілуін жою әдістері қарастырылған; концентрацияланған күкірт қышқылымен болған авариялардың мысалдары келтірілген; оны әлемде, Қазақстанда және Беларуссияда өндіру көлемі. Концентрацияланған күкірт қышқылының төгілуін жоюдың кең таралған әдістерін қолдану кезінде туындайтын проблемалар (жою процесінің ұзақтығы (қол еңбегі), бейтараптандыратын материалдарды пайдалану, қоршаған ортаның сұйық және қатты қалдықтармен ластануы) көрсетілген. Фосфогипс сияқты Қазақстанда да бар көп тоннаждық қалдықтарды пайдалана отырып, концентрацияланған күкірт қышқылының төгілуін жою мүмкіндігі көрсетілген; күкірт қышқылы бойынша фосфогипстің (1,67±0,11 гсорбат/гсорбент) сорбциялық сыйымдылығының (авторлық әдістеме) нәтижелері, оның ішінде оның тығыздығына байланысты, сорбенттің тығыздығы неғұрлым көп екенін көрсетті, оның сорбциялық сыйымдылығы неғұрлым төмен болса. Бүгінгі күні қолданылатын сіңіргішті (құмды) ұсынылған кептірілген фосфогипспен салыстыру үшін құмның сорбциялық сыйымдылығының, оның ішінде төгілу дисперсиясының деректері келтірілген. Төгілу бетіне кептірілген фосфогипсті қолдану әдісі ұсынылған. Кептірілген фосфогипсті қолдану қатты беттерден құйылған концентрацияланған күкірт қышқылын жоғары жылдамдықпен және сорбенттің аз салмағымен жинауға мүмкіндік береді, бұл басқа сорбенттерді қолданғаннан гөрі экономикалық тұрғыдан тиімдірек. Сонымен қатар, фосфогипсті қолдану күкірт қышқылының топырақтың төменгі

қабаттарына сүзілу жылдамдығын төмендетеді және бұл концентрацияланған күкірт қышқылының авариялық төгілуін жою және ластанған жерді Реанимациялау жұмыстары кезінде алынатын топырақ көлемінің азаюына әкеледі.

Түйінді сөздер: күкірт қышқылының концентрациясы, сорбциялық сыйымдылығы, сорбцияның жылдамдылығы, төгілудің жоюы.

O. G. Gorovykh[1], B. A. Alzhanov[2]

[1]*LLC "Belspetskomplekt", Minsk City Technopark, Minsk, Republic of Belarus*
[2] *Karaganda Industrial University, Karaganda, Kazakhstan*

ELIMINATION OF EMERGENCY SULFURIC ACID SPILLS USING PHOSPHOGYPSUM

Abstract. The article discusses the methods currently used to eliminate emergency spills of concentrated sulfuric acid; examples of accidents with concentrated sulfuric acid are given; the volume of its production in the world, in Kazakhstan and Belarus. The problems that arise when using common methods of eliminating spills of concentrated sulfuric acid (the duration of the liquidation process (manual labor), the use of neutralizing materials, environmental pollution with liquid and solid waste) are identified. The possibility of eliminating spills of concentrated sulfuric acid using multi-tonnage waste available in Kazakhstan, such as phosphogypsum, is shown; the results of the sorption capacity (author's method) of phosphogypsum for sulfuric acid (1.67±0.11 gsorbate/gsorbent) are presented, including depending on its density, which showed that the higher the density of the sorbent, the lower its sorption capacity. Data on the sorption capacity of sand, including with a spill dispersion, are presented to compare the absorber (sand) used today with the proposed dried phosphogypsum. A method of applying dried phosphogypsum to the surface of the spill is proposed. It is proved that the use of dried phosphogypsum makes it possible to collect spilled concentrated sulfuric acid from hard surfaces at a higher speed and a lower mass of the sorbent, which is economically more profitable than using other sorbents. In addition, the use of phosphogypsum reduces the rate of filtration of sulfuric acid into the lower layers of the soil, and this leads to a decrease in the volume of removed soil during work on the elimination of an emergency spill of concentrated sulfuric acid and work on the resuscitation of a contaminated land plot.

Keywords: concentrated sulfuric acid, sorption container, sorption rate, elimination of sulfuric acid spills, dried phosphogypsy, dispersion, alcohol with sulfuric acid, methods of applying sorbent.

Сведения об авторах / Information about the authors

Горовых Ольга Геннадьевна – кандидат технических наук, доцент, начальник лаборатории ООО «Белспецкомплект» Минского городского технопарка. Республика Беларусь, Минск, ул. Солтыса, 187. E-mail: olgreda@tut.by

Альжанов Бауржан Алпысович – кандидат технических наук, преподаватель кафедры химической технологии и экологии Карагандинского индустриального университета. Казахстан, Темиртау, пр. Республики 30. E-mail: alzhanov73@mail.ru

Olga G. Gorovykh – PhD Engineering, assistant professor, head of the Laboratory LLC «Belspetskomplekt» of the Minsk City Technopark. Republic of Belarus, Minsk, 187 st. Soltysa. E-mail: olgreda@tut.by

Baurzhan A. Alzhanov – PhD Engineering, Lecturer at the department of chemical technology and ecology, Karaganda Industrial University. Kazakhstan, Temirtau, 30 Republic Ave. E-mail: alzhanov73@mail.ru

УДК 007.52

А. А. Калиева, М. А. Бейсенби, А. К. Шукирова

Евразийский Национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЯ И ВЫБОР МОДЕЛИ С ЖЕЛАЕМОЙ ДИНАМИКОЙ В КЛАССЕ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СТРУКТУРНО УСТОЙЧИВЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматривается задача синтеза самоорганизующейся системы управления неустойчивыми и детерминированными хаотическими процессами в классе однопараметрических структурно устойчивых отображений, для обеспечения безопасности в железнодорожной отрасли. Выбор исследование модели с желаемой динамикой в классе однопараметрических структурно устойчивых отображений для железнодорожной отрасли. Самоорганизующаяся модель с желаемой динамикой с заданными параметрами исследуется градиентно скоростным методом вектор функций Ляпунова. Условия самоорганизаций получено в форме системы алгебраических неравенств, характеризующие апериодической робастной устойчивости стационарных состояний модели.

Ключевые слова: объекты управления, безопасность, железнодорожная отрасль, синтез, самоорганизующейся системы, градиетно скоростной метод, детерминированный хаос, неустойчивость, робастная устойчивость.

Безопасность движения на железнодорожном транспорте – это комплекс организационно-технических мер, направленных на снижение вероятности возникновения фактов угрозы жизни и здоровью пассажиров, сохранности перевозимых грузов, сохранности объектов инфраструктуры и подвижного состава железнодорожного транспорта, экологической безопасности окружающей среды. Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что проблема обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте занимает очень важную роль [1].

Существенными факторами аварий и пожаров на железнодорожном транспорте являются неисправности железнодорожного полотна, средств сигнализации и освещения, централизации и блокировки, ошибки диспетчеров, невнимательность машинистов, устаревшие модели подвижного состава.

В настоящее время общепризнано, что реальные объекты управления являются нелинейными или линеаризованными, многомерными большой размерности и функционирует в условиях неопределенности. Неустойчивости и режим детерминированного хаоса динамической системы является основным свойством [2, 3].

В реальных динамических системах, при выходе за границы робастной устойчивости неопределенных параметров в нелинейной динамической системе порождается режим детерминированного хаоса и неустойчивости в линейных динамических системах [2-4]. В условиях неопределенности основным фактором, гарантирующим защиту от режима детерминированного хаоса и неустойчивости, является построение самоорганизующейся системы управления [5] в классе структурно-устойчивых отображений.

Задача синтеза самоорганизующихся систем управления по заданными показателям качества решается в два этапа. Выбор и исследование модели с желаемой динамикой, и построение и исследование основной самоорганизующейся системы управления [6].

Самоорганизующиеся модели с желаемой динамикой, построенные в классе однопараметрических структурно устойчивых отображений, имеют несколько стационарных состояний.

Они одновременно не существуют и не являются устойчивыми [7-9]. При изменениях неопределенных параметров, в результате "бифуркаций", система переходит из исходного робастно устойчивого [10] стационарного состояния на другое, т.е. начальное состояние теряет устойчивость, а другое стационарное состояние приобретает свойство робастной устойчивости.

Таким образом, в модели с желаемой динамикой происходит самоорганизация, и неустойчивые и хаотические режимы исключаются из сценариев развития процесса в модели с желаемой динамикой.

Самоорганизующейся модели с желаемой динамикой в классе однопараметрических структурно устойчивых отображений исследуются градиентно скоростным методом вектор функций Ляпунова [5, 8, 11].

Самоорганизация в модели с желаемой динамикой получено в форме граничных условий апериодической робастной устойчивости, который соответствует требуемым показателям качества управления.

Пусть имеется самоорганизующаяся модель с заданными параметрами с m-входами с n-выходами с желаемыми переходными характеристиками, полученные в результате имитационного эксперимента на динамической модели, построенные в классе однопараметрических структурно устойчивых отображений

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1^3 + d_1 x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \cdots + a_{1n} x_n \\ \dot{x}_2 = a_{21} x_1 - x_2^3 + d_2 x_2 + a_{23} x_3 + \cdots + a_{2n} x_n \\ \dot{x}_3 = a_{31} x_1 + a_{32} x_2 - \dot{x}_3^3 + d_3 x_3 + \cdots + a3_n x_n \\ \cdots \\ \dot{x}_1 = a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + a_{n3} x_3 + \cdots - x_n^3 + d_n x_n \end{cases} \quad (1)$$

Самоорганизующаяся динамическая модель с желаемыми переходными характеристиками с заданными параметрами исследуется градиентно скоростным методом вектор функций Ляпунова [8, 9].

Стационарное состояний $x_{is}, i = 1, \ldots, n$ системы определяются решением системы алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} -x_1^3 + d_1 x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \cdots a_{1n} x_n = 0 \\ a_{21} x_1 - x_2^3 + d_2 x_2 + a_{23} x_3 + \cdots + a_{2n} x_n = 0 \\ a_{31} x_1 + a_{32} x_2 - x_3^3 + d_3 x_3 + \cdots + a3_n x_n = 0 \\ \cdots \quad \cdots \quad \cdots . \\ a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + a_{n3} x_3 + \cdots - x_n^3 + d_n x_n = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Из (2) получим стационарные состояния

$$x_{is}^{1} = 0, i = 1, \dots, n \tag{3}$$

Другие стационарные состояния будут определяться решениями уравнений

$$x_{is}^{2} + d_i = 0, i = 1, \dots, n \tag{4}$$

Уравнений (4) имеют решения

$$x_{is}^{2.3} = \pm\sqrt{d_i}\,, i = 1, \dots, n \tag{5}$$

Система алгебраических уравнений (2) имеет тривиальное решение (3) и другое решение (5) при $d_i > 0, i = 1, \dots, n$. При отравительном значений $d_i < 0, i = 1, \dots, n$ уравнения (4) имеет мнимое решение, что не может соответствовать какой-либо физической возможной ситуаций [14]. Эти решения сливаются с (3) при $d_i = 0, i = 1, \dots, n$ и ответвляется от него при $d_i > 0$. Это так называемое явление «бифуркации». Таким образом, ветви $x_{is}^{2.3}$ появляются в результате бифуркации в тот момент, когда состояния (5) теряет устойчивость, причем сами эти ветви также являются устойчивыми. Этот процесс называется «самоорганизацией». Проверка этих высказываний производится по градиентно-скоростному методу вектор функции Ляпунова [10, 11].

Из динамической модели самоорганизующейся системы с желаемой переходной характеристикой (1) определяются компоненты вектора градиентов от вектор функций Ляпунова.

$$\begin{cases} \frac{\partial V_i(x)}{\partial x_i} = x_i^3 - d_i x_i, i = 1, \dots, n \\ \frac{\partial V_i(x)}{\partial x_j} = -a_{ij} x_j, \text{при } i \neq j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n \end{cases} \tag{6}$$

Из системы управления (1) определяется компоненты разложения вектора скорости по координатам системы

$$\begin{cases} \left(\frac{\partial x_i}{\partial t}\right)_{x_i} = -x_i^3 - d_i x_i, i = 1, \dots, n \\ \left(\frac{\partial x_i}{\partial t}\right)_{x_i} = a_{ij} x_j, \text{при } i \neq j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n \end{cases} \tag{7}$$

Полная производная по времени от вектор функции Ляпунова V(x) с учетом уравнения состояния самоорганизующейся системы с желаемой переходной характеристикой (1), определяется как скалярное произведение вектора градиентов от функций Ляпунова (6) на вектор скорости (7) т.е.

$$\frac{dV(x)}{dt} = -\sum_{i=1}^{n}(x_i^3 - d_i x_i)^2 - \sum_{\substack{i \neq j \\ t=1}}^{n} \sum_{\substack{i \neq j \\ j=1}}^{n} (a_{ij} x_j)^2, \tag{8}$$

Из (8) следует, что полная производная по времени от вектор функций Ляпунова всегда будет знакоотрицательной функцией, т. е. достаточные условия апериодической робастной устойчивости всегда будет выполняться.

Тогда из (6) можно построить вектор функции Ляпунова в скалярной форме:

$$V(x) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{4}x_i^4 - \frac{1}{2}d_i x_i^2\right) - \sum_{\substack{t\neq j\\ t=1}}^{n}\sum_{\substack{t=j\\ j=1}}^{n}\frac{1}{2}a_{ij}x_j^2, \quad (9)$$

Условия положительной определенности вектор функций Ляпунова (9), т. е. необходимое условие апериодической робастной устойчивости стационарного состояния (3), задаются системой неравенств

$$\begin{cases} -(d_1 - a_{21} + a_{31} + \cdots + a_{n1}) \geq 0 \\ -(a_{12} + d_2 + a_{32} + \cdots + a_{n2}) \geq 0 \\ -(a_{13} + a_{23} + d_3 + \cdots + a_{n3}) \geq 0 \\ \cdots \\ -(a_{1n} - a_{2n} - a_{3n} - \cdots + d_n) \geq 0 \end{cases} \quad (10)$$

Область апериодической робастной устойчивость стационарного состояния (3) определяется системой алгебраических неравенств (10).

2. Исследуется апериодическая робастная устойчивость стационарного состояния (5) градиентного скоростным методом вектор функций Ляпунова [8, 9, 10, 11].

Для этого уравнения модели с желаемой динамикой (1) представляются в отклонениях относительно стационарного состояния (5) [7, 12].

$$\begin{cases} \dot{x_1} = -x_1^3 + 3\sqrt{d_1}x_1^2 - d_1x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 +, \dots + a_{1n}x_n \\ \dot{x_2} = a_{21}x_1 - x_2^3 - 3\sqrt{d_2}x_2^2 - d_2x_2 + a_{23}x_3 +, \dots, +a_{2n}x_n \\ \dot{x_3} = a_{31}x_1 + a_{32}x_2 - x_3^3 - 3\sqrt{d_3}x_3 - d_3x_3 + \cdots + a_{3\,n}x_n \\ \cdots \\ \dot{x_n} = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + a_{n3}x_3 +, \dots, -x_n^3 - 3\sqrt{d_n}x_n^2 + d_{\,n}x_n \end{cases} \quad (11)$$

Из (11) определяется компоненты вектора градиентов от вектор функций Ляпунова

$$\begin{cases} \frac{\partial V_i(x)}{\partial x_i} = x_i^3 + 3\sqrt{d_i}x_i^2 + d_ix_i, i = 1, \dots, n \\ \frac{\partial V(x)}{\partial x_j} = a_{ij}x_j, \text{при } i \neq j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n \end{cases} \quad (12)$$

Из (11) определяется компоненты вектора скорости

$$\begin{cases} \left(\frac{dx_i}{dt}\right)x_i = -x_i^3 - 3\sqrt{d_ix_i^2} + d_ix_{i,}\ i = 1, .., n \\ \left(\frac{dx_i}{dt}\right)x_j = a_{ij}x_j \text{при } i \neq j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n \end{cases} \quad (13)$$

Полная производная по времени от вектор функции Ляпунова V(x), с учетом уравнения состояния (11) определяется как скалярное произведение вектора градиентов (12) на вектор скорости (13)

$$\frac{dv(x)}{dt} = -\sum_{i=1}^{n}(x_i^3 + 3\sqrt{d_i x_i^2} + d_i x_i)^2 - \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{n}\sum_{\substack{t=1 \\ i\neq j}}^{n}(a_{ij}x_j)^2, \quad (14)$$

По вектору градиентов (12) можно построить вектор функции Ляпунова в скалярной форме

$$V(x) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{4}x_i^4 + \sqrt{\mathrm{d_i}}x_\mathrm{i}^3 + \frac{1}{2}\mathrm{d_i}x_\mathrm{i}\right) - \sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{n}\sum_{\substack{j=1 \\ i\neq j}}^{n}\frac{1}{2}\mathrm{a_{ij}}x_\mathrm{j}^2, \quad (15)$$

Функция (15) в начале координат обращается в нуль и является непрерывно дифференцируемой функцией, и имеет слагаемое в виде переменных с нечетными степенями, следовательно, положительная определенность функций (15) неочевидна, но удовлетворяет всем условиям леммы Морса [13, 14], поэтому функция (15) представляется в виде квадратичной формы:

$$V(x) = \frac{1}{2}(d_1 - a_{21} - a_{31} - \cdots - a_{n1})x_1^2 + \frac{1}{2}(-a_{12} + d_2 - a_{32} - \cdots - a_{n2})x_2^2 + \cdots + \frac{1}{2}(-a_{1n} - a_{2n} - a_{3n} - \cdots + d_n)x_n^2 \quad (16)$$

Условия положительной определенности вектор функции Ляпунова (15) или квадратичный формы (16) т.е. необходимое условие апериодической робастной устойчивости стационарного состояния (5) задается системой неравенств:

$$\begin{cases} d_1 - a_{21} - a_{31} - \cdots - a_{n1} \geq 0 \\ -a_{12} + d_2 - a_{32} - \cdots - a_{n2} \geq 0 \\ -a_{13} - a_{23} - d_3 - \cdots - a_{n3} \geq 0 \\ \cdots \\ -a_{1n} - a_{2n} - a_{3n} - \cdots + d_n \geq 0 \end{cases} \quad (17)$$

В результате исследования показано, что стационарное состояние (3) существует и является апериодической устойчивой при изменении параметров модели с желаемой динамикой (1) в области (10), а стационарное состояние (5) появляется в результате «бифуркаций» при потере апериодической устойчивой при выполнений системы неравенств (17).

Разработка систем управления с научными или инженерными целями предполагает решение задачи анализа и синтеза. Задача синтеза самоорганизующихся систем управления по заданным показателям качества решается в два этапа. Это выбор и исследование модели с желаемой динамикой и построение и исследование основной самоорганизующейся системы управления.

Модель с желаемой динамикой выбирается в форме самоорганизующихся динамических систем в классе однопараметрических структурно устойчивых отображений.

Модели с желаемой динамикой с заданными параметрами являются нелинейными, многомерными и функционирует в условиях неопределенности и не существует универсальных методов их исследования. Предлагается градиентно скоростной метод вектор функции Ляпунова для исследования апериодической робастной устойчивости стационарных состояний самоорганизующейся

динамической модели. При этом уравнения состояния модели с желаемой динамикой рассматриваются как градиентные динамические системы, а вектор функция Ляпунова, как потенциальные функции из теории катастроф. Это позволяет по уравнению состояния модели построить функции Ляпунова и применение леммы Морса из теории катастроф позволяет преобразовать вектор функции Ляпунова к квадратичной форме. Условие самоорганизаций модели получено в форме условий апериодической робастной устойчивости стационарных состояний в виде системы простых алгебраических неравенств относительно заданных параметров модели.

Список литературы

1. Бекетов Г.Ш., Аустниязова Б.И., Калиева А.А. Совершенствование инфраструктуры электроснабжения железных дорог как элемент повышения пожарной безопасности // Вестник Кокшетауского технического института. – 2020. – № 1 (37). – С. 45-49.

2. Брок У. Теория хаоса. – М.: Наука, 2011. – 424 с.

3. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления. Гл.13. Управление нелинейными колебательными и хаотическими системами. – СПБ: Наука, 1999. – 475с.

4. Дмитриев А. С., Панас А. И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Изд. Физ.-мат. лит., 2002. – 252 с.

5. Beisenbi M., Beisembina S., Satpayeva A. Synthesis of a control system of a deterministic chaotic process in class of two-parameter structurally stable mappings: Istanbul.– 2021, May 06-07. – V.3. – P.171-175.

6. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 5-ти томах. Т 3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупов. – М.: Издательство: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 784 с.

7. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 344 с.

8. Бейсенби М. А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функции А. М. Ляпунова. – Астана, 2015. – 204 с.

9. Бейсенби М. А. Управляемый хаос в развитии экономической системы. – Нур-Султан: ТОО «Мастер По», 2019. – 168 с.

10. Peter Dorato, Rama K. Vedavalli. Recent Advances in Robust Control. – NewYork: IEEpress, 1990. – 501 p.

11. Beisenbi M. A., Basheyeva Zh. O. Solving output control problems using Lyapunov gradient-velocity vector function // International Journal of Electrical and Computer Enginering. – 2019. – Vol.9, Issue 4. – P. 2874-2879.

12. Della Rossa, M., Goebal, R., Tanwani, A.et al. Piecewise structure of Lyapunov functions and densely checked decrease conditions for hybrid systems. Math. Control Signals Syst. 33, 123-149 (2021). https://doi.org/10.1007/s00498-020-00273-9.

13. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. Т.1. – М.: Мир, 1984. – 349 с.

14. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Наука, 2001. – 367 с.

References

1. Beketov G. SH., Austniyazova B. I., Kalieva A. A. Sovershenstvovanie infrastruktury elektrosnabzheniya zheleznyh dorog kak element povysheniya pozharnoj bezopasnosti // Vestnik Kokshetauskogo tekhnicheskogo instituta. – 2020. – № 1 (37). – S. 45-49.

2. Brok U. Teoriya haosa. – M.: Nauka, 2011. – 424 s.

3. Andrievskij B. R., Fradkov A. L. Izbrannye glavy teorii avtomaticheskogo upravleniya. Gl. 13. Upravlenie nelinejnymi kolebatel'nymi i haoticheskimi sistemami. – SPB: Nauka, 1999. – 475s.

4. Dmitriev A. S., Panas A. I. Dinamicheskij haos: novye nositeli informacii dlya sistem svyazi. – M.: Izd. Fiz.-mat. lit., 2002. – 252 s.

5. Beisenbi M., Beisembina S., Satpayeva A. Synthesis of a control system of a deterministic chaotic process in class of two-parameter structurally stable mappings: Istanbul.– 2021, May 06-07. – V.3. – P.171-175.

6. Metody klassicheskoj i sovremennoj teorii avtomaticheskogo upravleniya: uchebnik v 5-ti tomah. T Z: Sintez regulyatorov sistem avtomaticheskogo upravleniya / pod. red. K. A. Pupkova, N. D. Egupov. – M.: Izdatel'stvo: MGTU im. N.E. Baumana, 2004. – 784 s.

7. Nikolis G., Prigozhin I. Poznanie slozhnogo. Vvedenie: Per. s angl. – M.: Mir, 1990. – 344 s.

8. Bejsenbi M.A. Issledovanie robastnoj ustojchivosti sistem avtomaticheskogo upravleniya metodom funkcii A. M. Lyapunova. – Astana, 2015. – 204 s.

9. Bejsenbi M. A. Upravlyaemyj haos v razvitii ekonomicheskoj sistemy. – Nur-Sultan: TOO «Master Po», 2019. – 168 s.

10. Peter Dorato, Rama K. Vedavalli. Recent Advances in Robust Control. – NewYork: IEEpress, 1990. – 501 p.

11. Beisenbi M. A., Basheyeva Zh. O. Solving output control problems using Lyapunov gradient-velocity vector function // International Journal of Electrical and Computer Enginering. – 2019. – Vol.9, Issue 4. – P. 2874-2879.

12. Della Rossa, M., Goebal, R., Tanwani, A.et al.Piecewise structure of Lyapunov functions and densely checked decrease conditions for hybrid systems. Math. Control Signals Syst. 33, 123-149 (2021). https://doi.org/10.1007/s00498-020-00273-9.

13. Gilmor R. Prikladnaya teoriya katastrof. T.1. – M.: Mir, 1984. – 349 s.

14. Poston T., Styuart I. Teoriya katastrof i ee prilozheniya. – M.: Nauka, 2001. – 367 s.

А. А. Қалиева, М. А. Бейсенби, А. К. Шукирова

Л. Н. Гумелев атындағы Евразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

БІР ПАРАМЕТРЛІ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТҰРАҚТЫ БЕЙНЕЛЕУ КЛАСЫНА ҚАЖЕТТІ ДИНАМИКАСЫ БАР МОДЕЛЬДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАҢДАУ

Аңдатпа. Мақалада бір параметрлі құрылымдық тұрақты бейнелеу класындағы тұрақсыз және детерминирленген хаотикалық процестерді басқарудың өзін-өзі ұйымдастыратын жүйесін синтездеу міндеті қарастырылады. Таңдау бір параметрлі құрылымдық тұрақты бейнелеу класында қажетті динамикасы бар модельді зерттеу. Ляпунов функцияларының векторы берілген параметрлі қажетті динамикасы бар өзін-өзі ұйымдастыратын модель градиенттік жылдамдық әдісімен зерттеледі. Өзін-өзі ұйымдастыру шарттары модельдің стационарлық күйлерінің апериодты робасты тұрақтылығын сипаттайтын алгебралық теңсіздіктер жүйесі түрінде алынған.

Түйінді сөздер: басқару объектілері, синтез, өзін-өзі ұйымдастыратын жүйе, градиенттік жылдамдық әдісі, параметр, детерминирленген хаос, тұрақсыздық, робасты тұрақтылық.

A. A. Kalieva, M. A. Beisenbi, A. K. Shukirova

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

RESEARCH AND SELECTION OF A MODEL WITH THE DESIRED DYNAMICS IN THE CLASS OF ONE-PARAMETER STRUCTURALLY STABLE MAPS

Abstract. The article deals with the problem of synthesis of a sel - organizing control system for unstable and deterministic chaotic processes in the class of one - parameter structurally stable maps. The choice is the study of a model with the desired dynamics in the class of one-parameter structurally stable maps. A self-organizing model with the desired dynamics with the specified parameters is investigated by the gradient-velocity method of the Lyapunov vector functions. The conditions of self-organization are obtained in the form of a system of algebraic inequalities characterizing the aperiodic robust stability of the stationary states of the model.

Keywords: control objects, synthesis, self-organizing system, gradient-velocity method, parameter, deterministic chaos, instability, robust stability.

Сведения об авторах / Information about the authors

Калиева Айман Акниеткызы – докторант 3 курса Евразийского Национального университета им. Л. Н. Гумелева. Казахстан, Астана, улица К. Сатпаева, 2. E-mail: aiman_93kz@mail.ru

Бейсенби Мамырбек Аукебайулы – доктор технических наук, профессор кафедры «Системный анализ и управление» Евразийского Национального университета имени Л. Н. Гумелева. Казахстан, Астана, ул. К. Сатпаева, 2. E-mail: beisenbi@mail.ru

Шукирова Алия Косаналиевна – PhD доктор, доцент кафедры «Системный анализ и управление» Евразийского Национального университета им. Л. Н. Гумелева. Казахстан, Астана, ул. К. Сатпаева, 2. E-mail: Shukirova_ak_1@enu.kz

Ayman A. Kaliyeva – 3rd year doctoral student of the L.N. Gumelev Eurasian National University". Kazakhstan, Astana, 2 K. Satpayev str. E-mail: aiman_93kz@mail.ru

Mamyrbek A. Beisenbi – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "System Analysis and Management" of the L.N. Gumelev Eurasian National University. Kazakhstan, Astana, 2 K. Satpayev str. E-mail: beisenbi@mail.ru

Aliya K. Shukirova – PhD Doctor, Associate Professor of the Department of "System Analysis and Management" of L.N. Gumelev Eurasian National University. Kazakhstan, Astana, 2 K. Satpayev str. E-mail: Shukirova_ak_1@enu.kz

УДК 537.311.322

Д. М. Сергеев, А. К. Суликанов, Т. И. Уразбагамбетов

Военный институт Сил воздушной обороны имени Т. Я. Бегельдинова, Актобе, Казахстан

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА С УЧЕТОМ НЕУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ КВАЗИЧАСТИЦ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по атомистическому моделированию электротранспортных свойств полупроводникового прибора в предразрушительном состоянии под воздействием мощного электромагнитного импульса, выполненного в рамках грантового проекта Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан AP14869773. В рамках полуэмпирических методов Хюккеля и Слейтера-Костера определены спектры пропускания, вольтамперные характеристики электронно-дырочного перехода до начала его разрушения электромагнитным импульсом. Показано, что приведенный подход определения электрических свойств удовлетворительно описывает электрические характеристики полупроводникового диода в предразрушительном состоянии. Выявлено, что при обратном включении электронно-дырочного перехода для определения его характеристик необходимо учесть влияние электронно-фононного взаимодействия. Полученные результаты могут быть полезны при разработке методик испытаний полупроводниковых структур на стойкость к различным внешним воздействиям.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, полупроводниковая структура, вольтамперная характеристика, электромагнитный импульс.

Введение

Известно, что мощный электромагнитный импульс (ЭМИ) является одним из поражающих факторов ядерного взрыва (в основном высотного), представляющий собой экзотическое явление как физический процесс [1]. Источником подобных ЭМИ могут быть специальные электрические генераторы способные формировать мощные импульсы с малой длительностью порядка от наносекунд до десятков наносекунд (см. например, [2]). Обычно спектральная плотность сигналов определяется применением прямого преобразования Фурье [3]:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)\exp[-j\omega t]dt, \qquad (1)$$

где $s(t)$ – сигнал, ω – циклическая частота, t – время, j – мнимая единица. Сравнение спектров от узкополосного сигнала до сверхкороткого ЭМИ, определенные на основании уравнения (1), приведено на рисунке 1. Как видно, мощные ЭМИ с малой длительностью обладают высокой плотностью энергии.

Появление генераторов мощного ЭМИ «неядерного» происхождения привело к созданию высокоэффективных оружий, которые могут быть применены в террористических или криминальных целях для преднамеренного нанесения электромагнитных ударов с целью вывода из строя радиоэлектронного

оборудования (РЭО) предполагаемого противника путем физического разрушения его полупроводниковых компонентов, либо временного (подавления) нарушения работы оборудования в виде функционального сбоя [4]. В настоящее время широко обсуждается разработка авиационных бомб, создающие сверхширокополосные ЭМИ подобному ядерному взрыву, где вместо ядерного материала применяются обычные химические взрывчатые вещества [5, 6] (рисунок 2). Широкое использование полупроводниковых материалов практически во всех отраслях промышленности, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность человека, делает подобное оружие крайне эффективным.

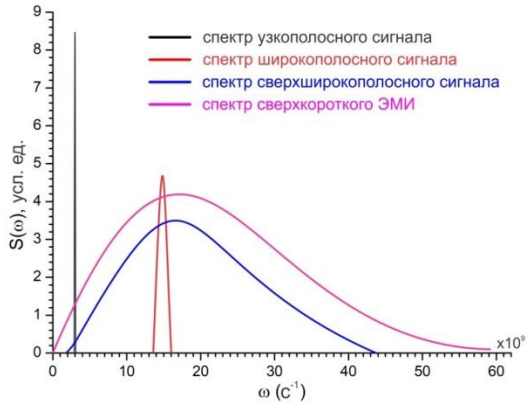


Рисунок 1 – Сопоставление спектров различных сигналов

Отметим, что вызванный молнией ЭМИ тоже представляют серьезную опасность для современных электронных устройств [7].

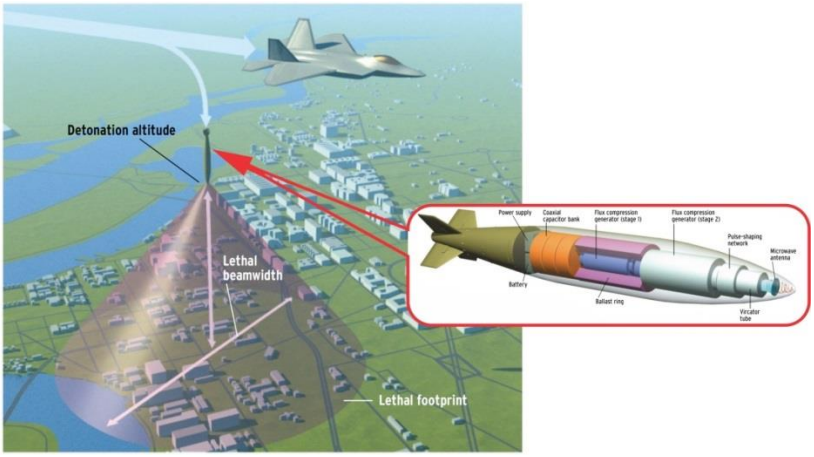


Рисунок 2 – Авиационная бомба, создающая сверхширокополосные ЭМИ [5]

При воздействии внешнего ЭМИ нарушения работоспособности РЭО обычно сопровождаются необратимыми физическими процессами в полупроводниковых приборах, связанные с разрушением структуры электронно-дырочного перехода, т.е. наиболее уязвимыми электронными компонентами являются полупроводниковые приборы.

Для решения задач по определению и обеспечению стойкости электронной компонентной базы РЭО к внешнему воздействию ЭМИ были разработаны множество моделей физических процессов в полупроводниковых структурах в условиях сильного электромагнитного воздействия [8]. Многие современные модели ориентированы на решения однородного уравнения теплопроводности, где задаются значения амплитуды и длительности воздействующего импульса и оценивается поражение электронных компонентов с учетом элементарного внешнего разогрева структуры. В работах [9, 10] рассмотрены упрощенные модели на основе решения уравнения теплопроводности, учитывая при этом локализации термической мощности как основной фактор воздействующего ЭМИ, т.е. подразумевая основным влиянием на разрушения полупроводника условных (заданные значением амплитуды ЭМИ) термических процессов. В работе [11] путем численного моделирования процессов в электронных компонентах с учетом их конструктивно-технологических параметров и параметров воздействующего ЭМИ определены электрические характеристики функционального нарушения работы РЭО и теплового поражения составляющих их электронных компонентов.

На наш взгляд, учет одного эффекта теплового нагрева конструкции полупроводникового элемента не достаточен, и чтобы «освещать темные углы» в этом сложном физическом процессе следует прибегать к атомистическому моделированию, т.е. учитывать для оценки параметров влияния различных дефектов кристаллической решетки полупроводника, стимулированные ЭМИ с высокой энергии. Первопринципным фактором такого разрушения является возникновение различных дефектов кристаллической решетки полупроводника при воздействии ЭМИ, которые «переведет» твердое тело в сильно неравновесные состояния конденсированной фазы, а детальное изучение подобных явлений необходимо для дальнейшего развития технологии создания стойких к воздействию ЭМИ полупроводниковых материалов.

При описании транспорта квазичастиц через полупроводниковое устройство существенную роль играет эффекты неупругого рассеяния, связанные электронно-фононным взаимодействием. Поэтому важным аспектом является учет вклада электронно-фононного взаимодействия при моделировании электронных свойств подобных структур. В данной работе представлены результаты модельного исследования электрических свойств полупроводниковых структур до разрушения ЭМИ методами атомистического моделирования с учетом электронно-фононного взаимодействия.

Методы исследования

Модель электронно-дырочного перехода представляет собой 52 слоя полупроводника, одна половина которой допирована электронами, другая половина – дырками. Концентрация электронов и дырок в зависимости от типа полупроводника варьируется от 10^{13} $см^{-3}$ до 2×10^{19} $см^{-3}$. Геометрия электронно-дырочного перехода оптимизирована с помощью DFT-LDA. Настройка полуэмпирического метода Слейтера-Костера осуществлялась следующим образом: k-point выбрался (7, 7, 100), в качестве базиса выбран Bassani.Si. При настройке расширенного метода Хюккеля использованы базисы Hoffmann.Si и Cerda.Si.

Компьютерное моделирование вольтамперных характеристик (ВАХ) электронно-дырочного перехода производилось в рамках метода Слейтера-Костера в сочетании методом неравновесных гриновских функций (НРГФ). При расчете ВАХ напряжение смещения варьировалось от -1 В до 1 В, а энергия от -2 эВ до 2 эВ, k-point выбирался 21x21. Для расчета ВАХ сначала определяется спектр (функция) пропускания $T(\varepsilon)$ рассматриваемого p-n-перехода:

$$T(\varepsilon)=\mathrm{tr}\left[\Gamma^{L}G\Gamma^{R}G^{\dagger}\right]=\mathrm{tr}\left[\Gamma^{R}G\Gamma^{L}G^{\dagger}\right], \tag{2}$$

где $\Gamma^{L(R)}(\varepsilon)$ – матрица уширения (функция уширения) левого (правого) электрода, $G(\varepsilon)$, $G^{\dagger}(\varepsilon)$ – запаздывающая и опережающая функции Грина, ε – энергия. Далее используя функцию пропускания вычисляем ВАХ структуры на основе уравнения Ландауэра:

$$I(V_L,\ V_R,\ T_L,\ T_R)=\frac{2e}{h}\int_{-\infty}^{+\infty}T(\varepsilon)\left[f\left(\frac{\varepsilon-\mu_R}{k_BT_R}\right)-f\left(\frac{\varepsilon-\mu_L}{k_BT_L}\right)\right]d\varepsilon, \tag{3}$$

где e – заряд электрона, h – постоянная Планка, $f(\varepsilon)$ – фермиевская функция распределения квазичастиц по энергиям, k_B – постоянная Больцмана, T_L, T_R – текущие температуры и μ_R, μ_L – электрохимические потенциалы правого и левого электрода.

Для определения плотности состояния электронно-дырочного перехода сначала вычислим ее локальную плотность состояний (local density of states (LDOS)):

$$D(\varepsilon,r)=\sum_{ij}\rho_{ij}(\varepsilon)\phi_i(r)\phi_j(r), \tag{4}$$

где $\rho(\varepsilon)=\rho^{L}(\varepsilon)+\rho^{R}(\varepsilon)$, $\phi(r)$ – базисные орбитали. Плотность состояний перехода получается путем интегрирования LDOS по всему пространству:

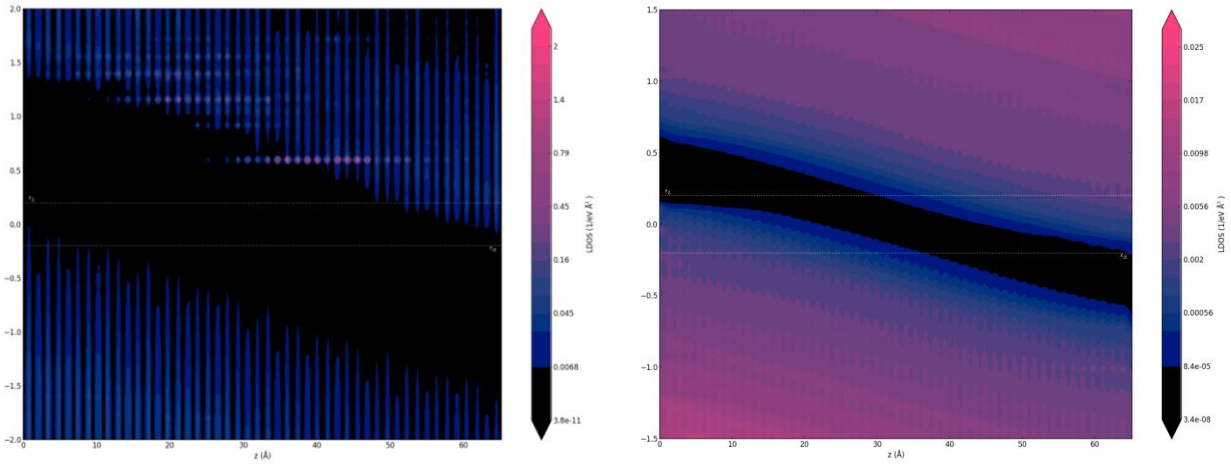
$$D(\varepsilon)=\int drD(\varepsilon)=\sum_{ij}\rho_{ij}(\varepsilon)S_{ij}, \tag{5}$$

где $S_{ij}=\int\phi_i(r)\phi_j(r)dr$ – матрица перекрытия.

Результаты и обсуждения

Для выявления адекватности выбранного метода вычисления и идентификации модели электронно-дырочного перехода находим локальную плотность состояний устройства на основе уравнении (4, 5) при обратном включении диода. На рисунке 3 представлены LDOS кремниевого перехода, рассчитанные методами Слейтера-Костера и Хюккеля с различными базисами. Сравнивая результатов моделирования LDOS и классической схемы электронной структуры p-n перехода, можно убедиться об удовлетворительном их согласии.

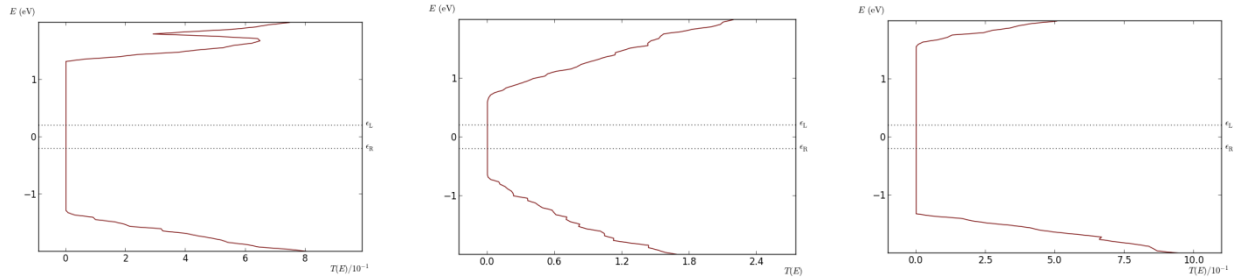
Как видно, при обратном включении диода в пределах окна смещения в центральной области электронные состояния отсутствуют (рисунок 3). Это означает, что единственным возможным механизмом транспорта электронов между левым и правым электродами является эффект туннелирование.



а) б)

Рисунок 3 – Локальная плотность состояния электронно-дырочного перехода при обратном включении, рассчитанные расширенным методом Хюкелля: а) с применением базиса Hoffmann.Si; б) с применением базиса Cerda.Si

Для анализа туннелирования электронов в k-пространстве находим спектры пропускания устройства (рисунок 4, 5). Как видно, вероятность туннелирования на уровне Ферми выше в особой Г точке зоны Бриллюэна. При напряжении смещений 2В, -2В наблюдаем возможность туннелирования электронов и в других точках зоны Бриллюэна.



Hoffmann.Si Cerda.Si Bassani.Si

Рисунок 4 – Спектр пропускания электронного-дырочного перехода, рассчитанные различными методами

Рассмотрим ВАХ электронно-дырочного перехода с учетом электронно-фононного взаимодействия. Вклад ЭФВ в обратном включений перехода существенно влияет на электрические характеристики. Обычно в классических теоретических моделях не наблюдается протекание обратного тока (или значение обратного тока настолько мало, что на ВАХ либо совмещается с нулевой линией, либо колеблется около нуля). При учете ЭФВ наблюдаем повышение величины обратного тока от 1,5 до 2 раза в зависимости от выбранного метода вычисления. Такое повышение обратного тока вполне хорошо описывает транспортные свойства p-n перехода при обратном включении.

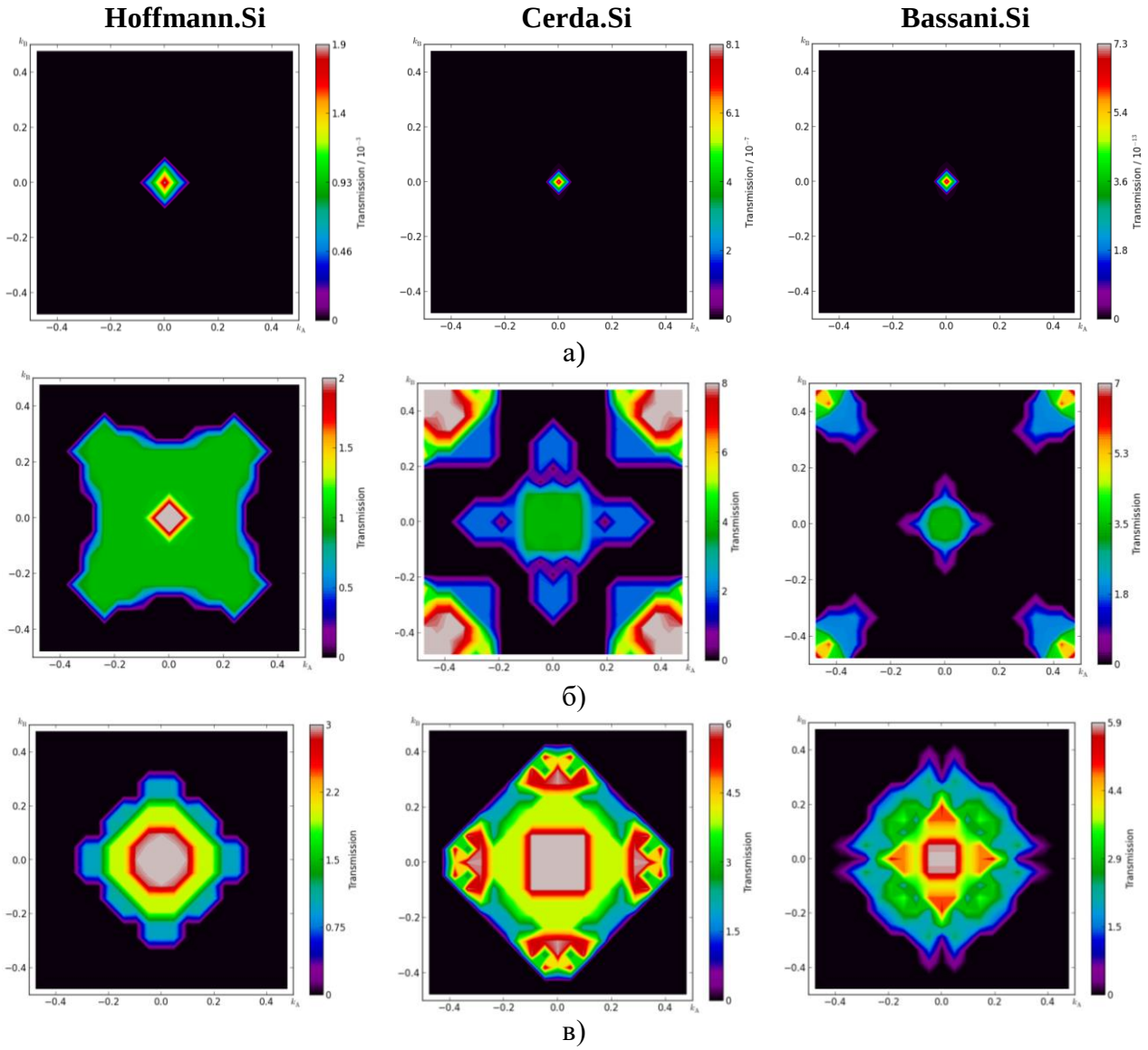


Рисунок 5 – Спектр пропускания электронного-дырочного перехода в k-пространстве: а) при ε = 0; б) ε = 2 эВ; в) ε = -2 эВ.

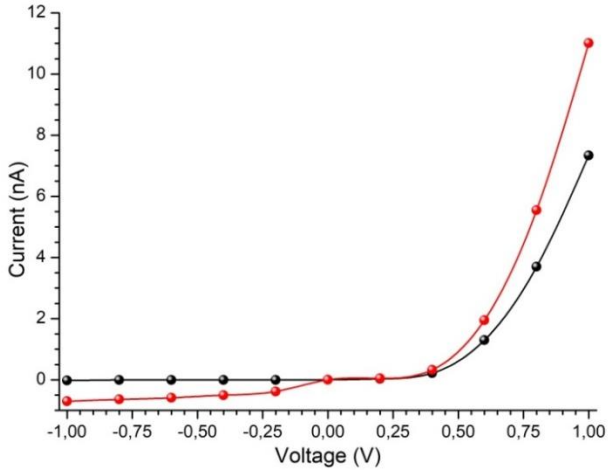


Рисунок 6 – ВАХ электронно-дырочного перехода

Отметим, что реальный p-n-переход содержат относительно большую концентрацию ростовых и технологических дефектов и находятся в неравновесном неупорядоченном состоянии. При накоплении дефектов в возбужденной области кристалла увеличиваются среднеквадратичные отклонения атомов почти как при температуре плавления. При таких условиях возникает перегрев дефектной полупроводниковой структуры. На рисунке 7 представлена эволюция разрушения электронно-дырочного перехода с содержанием вакансионных дефектов при температуре ~ 395 К (на рисунке места вакансионных дефектов отмечены желтой пунктирной линией). Эволюция разрушения смоделирована применением метода молекулярной динамики. Более детально процесс разрушения кремниевого электронно-дырочного перехода представлен в нашей предыдущей работе [12]. Для описания электрических характеристик диода до начала разрушения применяем приведенный выше подход.

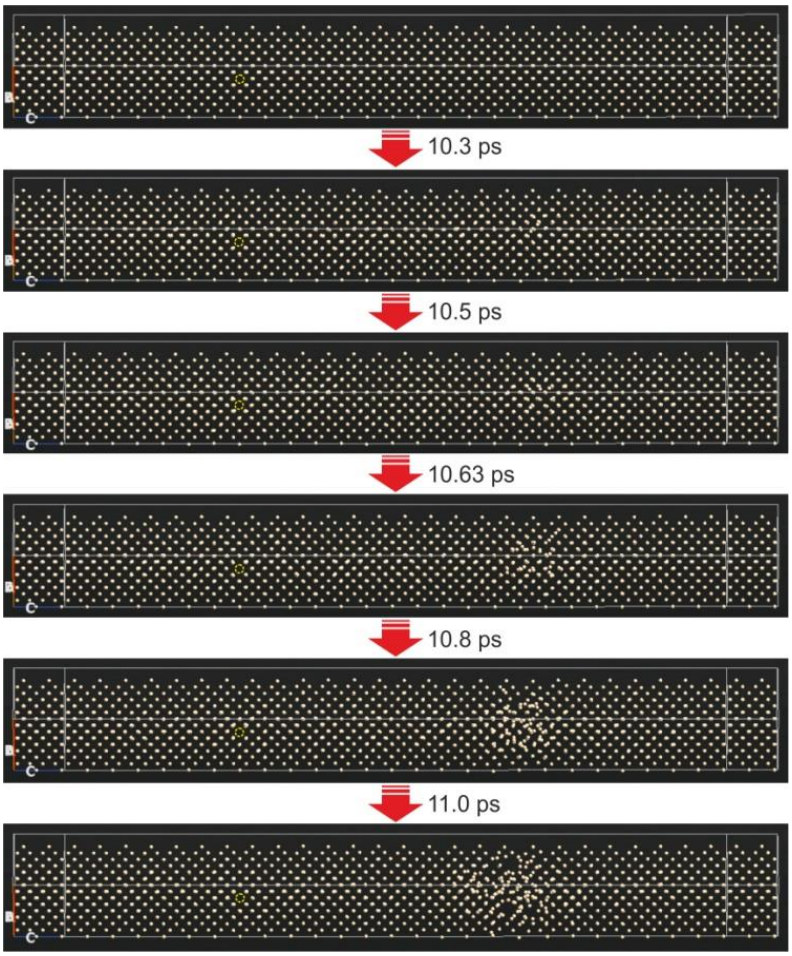


Рисунок 7 – Эволюция разрушения электронно-дырочного перехода с содержанием вакансионных дефектов

Как видно, при предразрушительном состоянии уже при напряжении смещении -0,5 В наблюдаем ток утечки в обратном направлении, а при $V_{bias} \approx$ -0,75 В эффект пробоя перехода (рисунок 8). Далее при частичном и полном разрушении структуры протекание тока через диод прекращается.

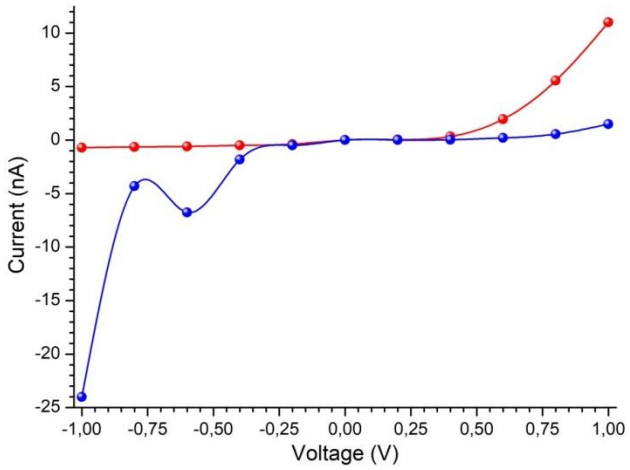


Рисунок 8 – ВАХ электронно-дырочного перехода в предразрушительном состояний

Заключение

Таким образом, в работе представлены результаты модельного исследования электротранспортных характеристик полупроводникового диода с учетом неупругого рассеяния квазичастиц. В рамках полуэмпирических методов Хюккеля (с применением базисов Hoffmann.Si и Cerda.Si.) и Слейтера-Костера (с применением базиса Bassani.Si) определены спектры пропускания, вольтамперные характеристики электронно-дырочного перехода до его разрушения электромагнитным импульсом. Показано, что приведенный подход удовлетворительно описывает электрические характеристики полупроводникового диода в предразрушительном состоянии. Выявлено, что при обратном включении диода для определения его характеристик необходимо учесть влияние электронно-фононного взаимодействия. Показано, что при обратном включении электронно-дырочного перехода вероятность туннелирования электронов на уровне Ферми выше в особой Г точке зоны Бриллюэна. Полученные научные результаты расширяют представления о физических процессах, протекающих в полупроводниковых структурах под влиянием ЭМИ, и могут быть полезным при разработке методик испытаний полупроводниковых структур на стойкость к внешним воздействиям ЭМИ, методических рекомендаций, направленных на повышение надежности и устойчивости полупроводниковых компонентов радиоэлектронного оборудования.

Работа поддержана грантом Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (проект AP14869773).

Список литературы

1. Kichouliya R., Kumar P., Satav S.M., Babu U.R., Reddy G.S., Pande D.C., Investigation on Nuclear Electromagnetic Pulse Coupling to Instrumented EIDs // IEEE 2018 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe) – 2018. – P. 870-874.

2. Li H., Zhang C., Wang L., Li Z., An Y., Liu X., Liang X. A Repetitive High-Current Pulse Generator Circuit Based on Multi-stage Pulse Transformers // IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. – 2021. – Vol. 9, No 3. – P. 3189–3200.

3. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2005. – 462 с.

4. Sabath F. Threat of electromagnetic terrorism // Proceedings of the EUROEM 2012. – P. 17.

5. Abrams M. Dawn of the E-Bomb // IEEE Spectrum. – 2003. – Vol.40(11). – P. 24-30.

6. Banjac G. M., Dordevic V. D., Zivkovic M. Z., Ferdjali A. High energy microwave weapon - Electromagnetic bomb // Military Technical Courier. – 2021. – Vol. 69, Issue 2. – P. 499-517.

7. Matthee A., Futter P. W., Vogt-Ardatjew R., Leferink F. // Proceedings of the 2021 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC 2021). – 2021. doi: 10.1109/APEMC49932.2021.9596729.

8. Dobykin V.D. Dependence of the criterial levels of damage in semiconductor structures under the action of high-power electromagnetic pulse on the pulse rise rate // Journal of Communications Technology and Electronics. – 2011. – Vol. 56, No. 2. – P. 214-219.

9. Мещеряков С.А., Бердышев А.В. Электротепловая модель воздействия электромагнитного излучения на полупроводниковые структуры // Радиотехника и электроника. – 2013. – Т. 58, № 11. – С. 1127-1135.

10. Gadetski N. P., Karelin S. Yu., Magda I. I., Shapoval I. M., Soshenko V. A. Impact of Microwave Pulses of Ultrashort Duration on a Personal Computer // Problems of Atomic Science and Technology. – 2018. – Vol. 112, No. 6. – P. 52-57.

11. Yee J. H., Orvis W. J., Martin L. C. Theoretical Modeling of EMP Effects in Semiconductor Junction Devices // Report AFWL-TR-82-91, Air Force Weapon Laboratory, Kirtland Air Force Base. – 1983.

12. Sergeyev D., Shunkeyev K., Zhanturina N. Modeling the destruction of the p-n junction by electromagnetic pulses // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2023. – Vol. 15, No 4. – P. 04033.

References

1. Kichouliya R., Kumar P., Satav S. M., Babu U. R., Reddy G. S., Pande D. C., Investigation on Nuclear Electromagnetic Pulse Coupling to Instrumented EIDs // IEEE 2018 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe) – 2018. – P. 870-874.

2. Li H., Zhang C., Wang L., Li Z., An Y., Liu X., Liang X. A Repetitive High-Current Pulse Generator Circuit Based on Multi-stage Pulse Transformers // IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. – 2021. – Vol. 9, No 3. – P. 3189–3200.

3. Baskakov S.I. Radiotekhnicheskie cepi i signaly. – M.: Vysshaya shkola, 2005. – 462 p.

4. Sabath F. Threat of electromagnetic terrorism // Proceedings of the EUROEM 2012. – P. 17.

5. Abrams M. Dawn of the E-Bomb // IEEE Spectrum. – 2003. – Vol.40(11). – P. 24-30.

6. Banjac G. M., Dordevic V. D., Zivkovic M. Z., Ferdjali A. High energy microwave weapon - Electromagnetic bomb // Military Technical Courier. – 2021. – Vol. 69, Issue 2. – P. 499-517.

7. Matthee A., Futter P. W., Vogt-Ardatjew R., Leferink F. // Proceedings of the 2021 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC 2021). – 2021. doi: 10.1109/APEMC49932.2021.9596729.

8. Dobykin V.D. Dependence of the criterial levels of damage in semiconductor structures under the action of high-power electromagnetic pulse on the pulse rise rate // Journal of Communications Technology and Electronics. – 2011. – Vol. 56, No. 2. – P. 214-219.

9. Meshcheryakov S.A., Berdyshev A.B. Elektroteplovaya model' vozdejstviya elektromagnitnogo izlucheniya na poluprovodnikovye struktury // Radiotekhnika i elektronika. – 2013. – Vol. 58, No 11. – P. 1127-1135.

10. Gadetski N. P., Karelin S. Yu., Magda I. I., Shapoval I. M., Soshenko V. A. Impact of Microwave Pulses of Ultrashort Duration on a Personal Computer // Problems of Atomic Science and Technology. – 2018. – Vol. 112, No. 6. – P. 52-57.

11. Yee J. H., Orvis W. J., Martin L. C. Theoretical Modeling of EMP Effects in Semiconductor Junction Devices // Report AFWL-TR-82-91, Air Force Weapon Laboratory, Kirtland Air Force Base. – 1983.

12. Sergeyev D., Shunkeyev K., Zhanturina N. Modeling the destruction of the p-n junction by electromagnetic pulses // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2023. – Vol. 15, No 4. – P. 04033.

Д. М. Сергеев, А. К. Суликанов, Т. И. Уразбагамбетов

Т. Ж. Бигелдинов атындағы Әуе қорғанысы күштерінің Әскери институты, Ақтөбе, Қазақстан

КВАЗИБӨЛШЕКТЕРДІҢ СЕРПІМСІЗ ШАШЫРАУЫ ЕСЕБІМЕН ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИМПУЛЬС ӘСЕРІ КЕЗІНДЕГІ ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШ ДИОДТЫҢ ЭЛЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫН МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің AP14869773 гранттық жобасы шеңберінде орындалған қуатты электромагниттік импульстің әсерінен деструктивті күйдегі жартылай өткізгіш аспаптың электр тасымалдық қасиеттерін атомистік модельдеу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Хюккель мен Слейтер-Костердің жартылай эмпирикалық әдістерін пайдаланып электромагниттік импульспен жойылғанға дейін электрондық-кемтіктік ауысымның өткізу спектрлері, вольтамперлік сипаттамалары анықталды. Электрлік қасиеттерді анықтаудың жоғарыда аталған тәсілі жартылай өткізгіш диодтың деструктивті күйдегі электрлік сипаттамаларын қанағаттанарлықтай сипаттайтыны көрсетілген. Оның сипаттамаларын анықтау үшін электрондық-кемтіктік ауысымның кері қосу кезінде электрондық-фонондық өзара әрекеттесудің әсерін ескеру қажет екендігі анықталды. Алынған нәтижелер жартылай өткізгіш құрылымдарды әртүрлі сыртқы әсерлерге төзімділікке сынау әдістерін әзірлеуде пайдалы болуы мүмкін.

Түйінді сөздер: компьютерлік модельдеу, жартылай өткізгіш құрылым, вольтамперлік сипаттама, электромагниттік импульс.

D. Sergeyev, A. Sulikanov, T. Urazbagambetov

T. Ya. Begeldinov Military Institute of the Air Defense Forces, Aktobe, Kazakhstan

SIMULATION OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF A SEMICONDUCTOR DIODE UNDER INFLUENCE OF AN ELECTROMAGNETIC PULSE TAKEN ACCOUNT FOR INELASTIC SCATTERING OF QUASI-PARTICLES

Abstract. The article presents the results of a study on atomistic modeling of the electrical transport properties of a semiconductor device in a pre-destructive state under the influence of a powerful electromagnetic pulse, carried out within the framework of the grant project of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan AP14869773. Within

the framework of the semi-empirical methods of Hückel and Slater-Coster, the transmission spectra and current-voltage characteristics of the electron-hole transition before its destruction by an electromagnetic pulse were determined. It is shown that the presented approach to determining electrical properties satisfactorily describes the electrical characteristics of a semiconductor diode in a pre-destructive state. It has been revealed that when switching an electron-hole transition back on, in order to determine its characteristics, it is necessary to take into account the influence of electron-phonon interaction. The results obtained can be useful in developing methods for testing semiconductor structures for resistance to various external influences.

Keywords: computer modeling, semiconductor structure, current-voltage characteristic, electromagnetic pulse.

Сведения об авторах / Information about the authors

Сергеев Даулет Максатулы – кандидат физико-математических наук, профессор, начальник научно-исследовательского отдела Военного института Сил воздушной обороны имени Т.Я. Бегельдинова. Казахстан, Актобе, проспект А. Молдагуловой, 39. E-mail: serdau@mail.ru

Суликанов Абай Кобланович – методист научно-исследоавательского отдела Военного института Сил воздушной обороны имени Т. Я. Бегельдинова. Казахстан, Актобе, проспект А. Молдагуловой, 39. E-mail: sulikanovabay91@gmail.com

Уразбагамбетов Тенелбек Имангалиевич – старший преподаватель кафедры конструкции и эксплуатации авиационного оборудования Военного института Сил воздушной обороны имени Т.Я. Бегельдинова. Казахстан, Актобе, проспект А. Молдагуловой, 39. E-mail: urazbagambetov@mail.ru

Daulet M. Sergeev – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Research Department of the T. Ya. Begeldinov Military Institute of the Air Defense Forces. Kazakhstan, Aktobe, 39 A. Moldagulova Avenue. E-mail: serdau@mail.ru

Abai K. Sulikanov – is a methodologist of the scientific research Department of the T.Ya. Begeldinov Military Institute of the Air Defense Forces. Kazakhstan, Aktobe, 39 A. Moldagulova Avenue. E-mail: sulikanovabay91@gmail.com

Tenelbek I. Urazbagambetov – is a senior lecturer at the Department of Design and Operation of Aviation Equipment of the T.Ya. Begeldinov Military Institute of the Air Defense Forces. Kazakhstan, Aktobe, 39 A. Moldagulova Avenue. E-mail: urazbagambetov@mail.ru

УДК 622.81

А. Б. Кусаинов[1], А. К. Әлібекова[2], И. А. Захаров[1]

[1]Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан
[2]НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», Кокшетау, Казахстан

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ В УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ

Аннотация. В Республике Казахстан добыча угля на шахтах происходит в условиях повышения нагрузок на очистные забои и перехода горных работ на другие горизонты. Данные обстоятельства способствуют нарастанию газообильности подземных выработок и увеличению вероятности возникновения аварийных ситуаций с взрывом метановоздушной и пылевоздушной смесей и, как следствие, приводящие к гибели и травмированию работников. Свидетельством данному обстоятельству является авария, произошедшая 28 октября 2023 года на шахте имени Костенко в Карагандинской области. В целях принятия своевременных мер по минимизации последствий аварий и обеспечения безопасности ведения работ на угольных шахтах, на современном этапе внедряется риск-ориентированный подход, в основе которого применяется принцип оценки и анализа аварийного риска. Действующие требования к системе управления промышленной безопасностью регламентируют выполнение оценки аварийных рисков на угольных шахтах. Вместе с тем в настоящее время не принята методика для решения задачи оценки аварийного риска на угольных шахтах при взрывах метана и пыли. В этой связи разработан алгоритм, позволяющий проводить оценку аварийных рисков на угольных шахтах, связанных с взрывом метановоздушной и пылевоздушной смесей.

Ключевые слова: оценка и анализ риска аварии, взрыв метана и пыли, угольная шахта.

Актуальность исследования обусловлена тем, что наибольшую опасность при добыче угля в шахтах представляют аварии, происходящие в результате взрывовметановоздушной (МВС) и пылевоздушной смесей (ПВС), которые составляют около 20 % от их общего количества, и приводящие в 90 % случаях к несчастным случаям со смертельным исходом [1].

В этой связи исследования, направленные на анализ возможных последствий аварийных рисков, связанных с взрывом МВС и ПВС и их воздействие на подземные коммуникаций, сооружения и работников, имеет важное значение.

В соответствии с [2] деятельность по ведению подземной добычи угля относится к опасной производственной деятельности и подлежит декларированию.

В декларации промышленной безопасности отражаются характер и возможные последствия аварий на опасном производственном объекте, а также мероприятия по снижению аварийного риска и защите населения от вредного воздействия опасных производственных факторов на всех этапах жизненного цикла объекта.

Разработка декларации промышленной безопасности осуществляется на основании приказа Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан [3].

В структуру декларации входит подраздел Анализ опасностей и риска, включающий в себя следующие пункты [3]:

- Анализ условий возникновения и развития аварий, инцидентов;
- Сценарии возможных аварий;
- Физико-математические модели и методы расчета;
- Оценка риска аварий и инцидентов;
- Блок-схема анализа вероятных сценариев возникновения и развития аварий и инцидентов;
- Выводы.

Основываясь на данную структуру, проведем оценку и анализ риска аварии на угольной шахте.

Аварии на угольных шахтах могут происходить по различным причинам. Одной из причин может быть взрыв МВС и ПВС.

Взрыв МВС и ПВС может произойти при следующих условиях [4]:

- повышение концентрации метана;
- наличие достаточного объема взвешенной или осевшей угольной пыли влажностью менее 25 %;
- наличие источника воспламенения.

Процесс добычи угля сопряжен с появлением в рудничной атмосфере метана и угольной пыли с ее оседанием и накапливанием на поверхности оборудования, полу и других поверхностях [5]. Данное обстоятельство приводит к образованию взрывоопасной концентрации МВС, взрыв которой может привести к встряхиванию пыли с последующим образованием пылевоздушной смеси (рисунок 1).

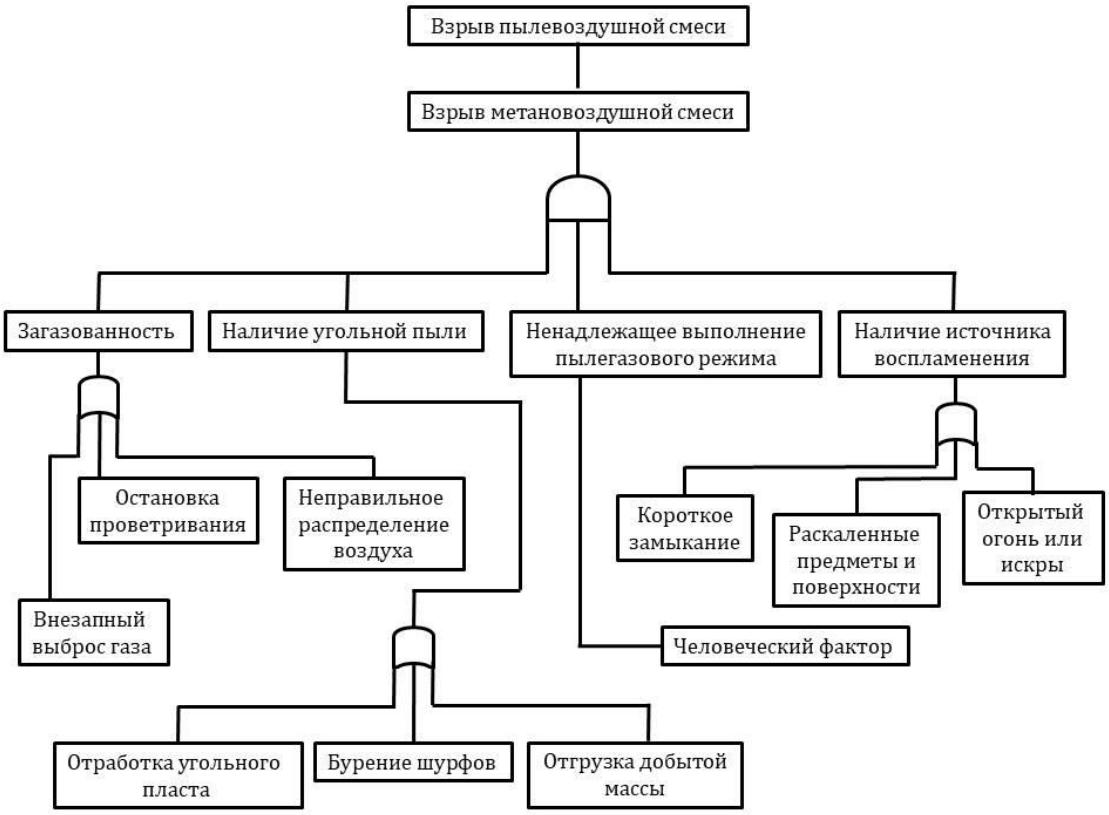


Рисунок 1 – «Дерево отказов» при взрыве метановоздушной и пылевоздушной смеси

Источником зажигания может послужить открытое пламя (газовое пламя), искры (электрические искры от короткого замыкания, фрикционное искрение от контакта с породой бурового или врубового инструмента), нагретые и раскаленные предметы и поверхности конвейера и т.д.

Также возникновение аварии, связанной с взрывом, возможно при ненадлежащем выполнении пылегазового режима. Основным поражающим фактором при взрыве является воздействие избыточного давления ударной волны [6].

Учитывая вышеизложенное, выделяется следующий сценарий развития аварии: появление в рудничной атмосфере превышений метана → появление источника воспламенения → детонация МВС → угольная пыль переходит во взвешенное состояние → детонация, взрыв ПВС → избыточное давление с последующим разрушением (повреждением) выработки, элементов крепи и др.

Таким образом, авария на угольной шахте с взрывом проявляется в виде эффекта «домино», взрыв МВС с последующей детонацией ПВС.

Алгоритм расчета последствий аварии в угольной шахте с взрывом МВС и ПВС представлен на рисунке 2.

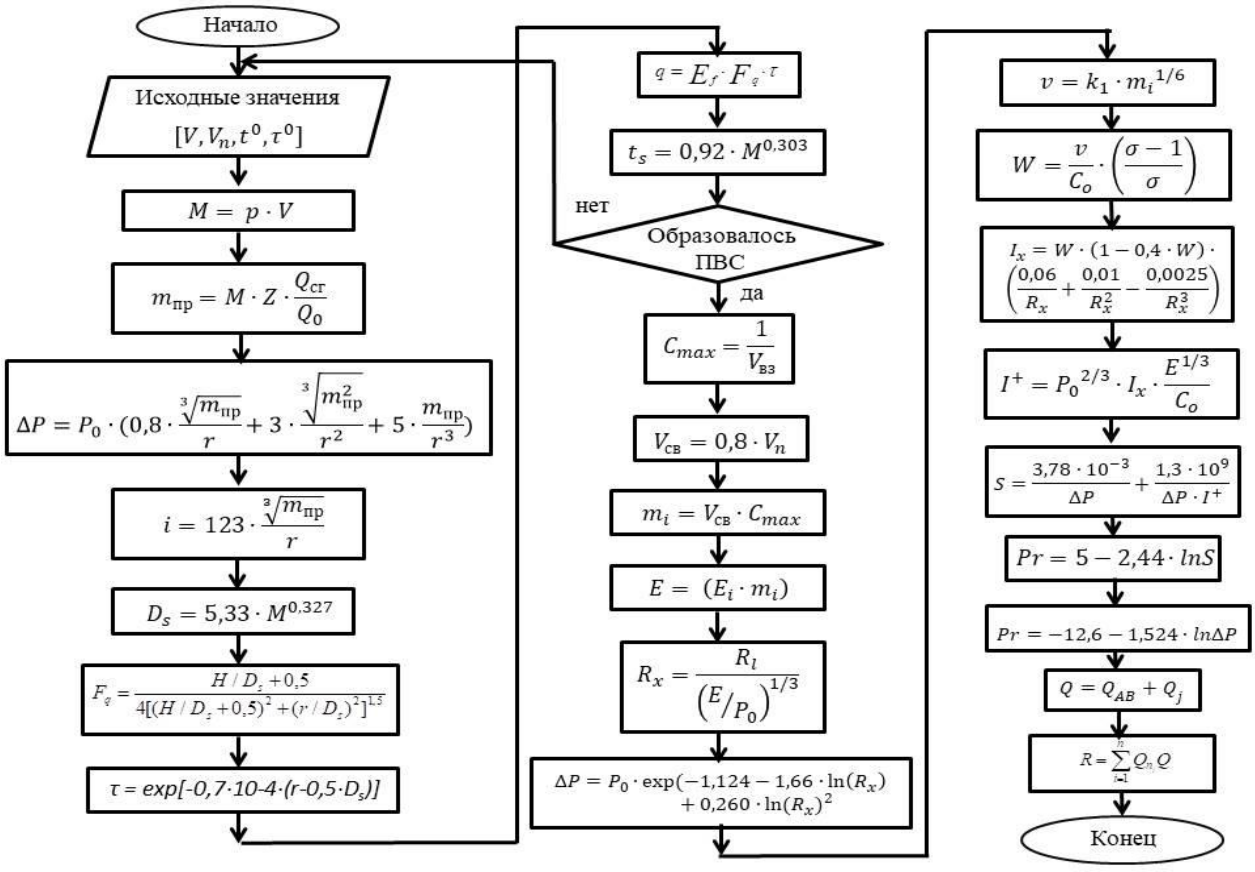


Рисунок 2 – Алгоритм оценки последствий аварийных взрывов в угольной шахте

r – расстояние от центра метановоздушного облака, м;
P_0 – атмосферное давление, кПа;
$m_{пр}$ – приведенная масса метановоздушной смеси, кг;
$Q_{сг}$ – удельная теплота сгорания метана, Дж/кг;

Z – коэффициент участия горючих газов в горении;
ΔP – избыточное давление взрыва, кПа;
i – импульс волны давления, Па · с;
Q_0 - константа, Дж/кг;
τ^0 – влажность воздуха в шахте, %;
t^0 – температура воздуха в шахте, ^{0}С;
V – объем метана, м^3;
M – масса горючих газов, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг;
q – интенсивность теплового излучения, кВт/м^2;
p - плотность метана, кг/м^3;
E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м^2;
F_q – угловой коэффициент облученности;
τ – коэффициент пропускания атмосферы;
H – высота центра «огненного шара», м;
D_s – эффективный диаметр «огненного шара», м;
t_s – время существования «огненного шара», с;
r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м;
r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром огненного шара, м;
H – высота центра огненного шара, м;
D_s – эффективный диаметр огненного шара, м;
R_x – безразмерное расстояние от центра взрывоопасной смеси;
R_l – фактическое расстояние от центра взрывоопасной смеси, м;
E – эффективный энергозапас смеси, Дж;
E_i – удельная теплота сгорания угольной пыли;
m_i – масса вещества в смеси, кг;
$V_{св}$– свободный объем горной выработки, м^3;
V_n – общий объем выработки, м^3;
C_{max} – количество угольной пыли, которая могла сгореть в 1 м^3 воздуха;
$V_{вз}$ – необходимое количество воздуха для горения 1 кг угольной пыли при рабочих условиях;
C_o – скорость звука в воздухе, м/с;
σ – степень расширения продуктов сгорания;
v – видимая скорость фронта пламени, м/с;
I_x – безразмерный импульс фазы сжатия;
k_1– константа;
Pr – пробитфункция поражения людей;
Q_j – статистическая вероятность развития аварии;
Q_{AB} – вероятность выброса горючего вещества в течении года;
$Q_{п_i}$– условная вероятность поражения человека;
Q – вероятность реализации, год$^{-1}$;
R – индивидуальный риск.

Представленный на рисунке 2 алгоритм реализовывается поэтапно.

На первом этапе задаются соответствующие значения, характеризующие объем помещения, температуру и влажность воздуха в шахте.

После ввода соответствующих значений проводится расчет избыточного давления ΔP, с учетом массы МВС и безразмерной величины импульса волны давления i при сгорании МВС.

На третьем этапе определяется интенсивность теплового излучения q при горении «огненного шара» МВС и время его существования t_s.

На четвертом этапе рассчитывается величина избыточного давления ΔP при сгорании ПВС с учетом величины эффективного энергозапаса взрывчатой смеси, зависящая от объема и содержания в ней угольной пыли.

На пятом этапе определяется величина безразмерного импульса фазы сжатия I_x ПВС.

На шестом этапе проводится оценка поражающего воздействия при образовании избыточного давления сгорания ПВС.

В завершении проводится оценка и анализ риска для работников угольной шахты.

Оценка поражающего воздействия избыточного давления во фронте ударной волны, образующихся при взрывах МВС и ПВС проводится по таблице 1 [7].

Таблица 1 – Сравнительные данные по действию избыточного давления во фронте ударной волны

Избыточное давление, МПа	Действие избыточного давления на различные объекты и оснащение горных выработок		Степень поражения рабочих
	Наименование объекта или оснащения	Степень воздействия избыточного давления	
1	*2*	*3*	*4*
0,003-0,01	Крепь и оборудование	Отсутствие заметных повреждений	Отсутствие норм
0,011-0,02	Деревянная крепь	Частичное разрушение	Легкие травмы, ушибы
	Вентиляционные сооружения (перемычки)	Нарушение герметичности	
0,021-0,06	Деревянная крепь. Вентиляционные сооружения	Значительные разрушения. Образования куполов	Травмы средней тяжести при давлении до 0,04 Мпа: контузии, потеря сознания, вывихи, переломы
	Вентиляционные трубопроводы	Полное разрушение. Обрыв крепей	
	Кабели и электросети	Обрываются с нарушением целостности изоляции	Тяжелые травмы при давлении до 0,06 Мпа: повреждение внутренних органов, тяжелые сотрясения мозга, gереломы
	Оборудование массой до 1 тн (лебедки, пускатели и т.п.)	Смещение с фундаментов, опрокидывание, поломка	
0,061-0,3	Шахтные вагонетки порожние	Деформация боковых стенок кузова	Крайне тяжелые травмы, вплоть до нарушения целостности организма при давлении до 0,15 МПа
	Деревянная крепь	Полное разрушение с образованием сплошных завалов	
	Сборный железобетон	Значительные разрушения с образованием куполов	
	Металлическая и бетонная крепь	Частичное разрушение, образование трещин	
	Монолитный железобетон	Незначительные повреждения, образования трещин	Значительная вероятность смертельного поражения при давлении до 0,3 МПа
	Железнодорожные пути шахтного транспорта	Отрыв рельсов от шпал, деформация рельсов	

продолжение таблицы 1

1	*2*	*3*	*4*
	Оборудование массой до 1 тн	Нарушение целостности, деформации, перемещения	
	Шахтные вагонетки (груженные)	Сбрасывание с рельсов. Общая деформация кузова и рамы	
	Оборудование массой более 1 тн (комбайны, электровозы)	Опрокидывание, смещения, деформация частей и деталей	
0,31-0,65	Сборный железобетон и металлическая крепь	Полное разрушение на всем протяжении выработки с образованием сплошного завала	При давлении 0,4 МПа 100 % вероятность смертельного поражения людей
	Бетонная крепь	Значительные повреждения с образованием куполов	
	Монолитный железобетон	Частичные разрушения с образованием глубоких трещин и нарушением целостности бетона	
	Оборудование и оснащение	Полное разрушение	
0,66-1,7	Бетонная крепь. Монолитный железобетон	Полное разрушение с образованием сплошных завалов. Значительные разрушения с повреждением арматуры	При давлении 0,4 МПа 100% вероятность смертельного поражения людей
>1,7	Монолитный железобетон	Полное разрушение с образованием полных завалов	

Значения вероятности гибели человека от динамического воздействия ударной волны при взрывах МВС и ПВС представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения вероятности гибели человека при бариическом воздействии ударной волны

Избыточное давление ΔP, кПа	10	15	40	55	70	80	90	100	110	120	140	160
Вероятность гибели, %	0,0	0,05	0,1	0,15	0,35	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	0,99	1,0

В соответствии с предложенным алгоритмом проведем оценку последствий аварийного взрыва в выработке угольной шахты. Для расчета примем, что произошел выход метана из трещин породы в объеме 0,02 м^3.

Проведенные расчеты показали, что приведенная масса МВС составит $m_{\text{пр}} = 0{,}07$ кг.

С учетом $m_{\text{пр}}$ определена величина избыточного давления ΔP, кПа и импульса волны давления i, Па $\cdot$ с на расстоянии 10, 20, 30, 40 и 50 м от эпицентра взрыва. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета ΔP и i

Расстояние от эпицентра взрыва, м	ΔP, кПа	i, Па · с
10	3,6	5
20	1,1	2,5
30	1,0	1,7
40	0,8	1,3
50	0,6	1,0

Таким образом, на расстояние до 50 м от эпицентра взрыва МВС может привести к поднятию пыли во взвешенное состояние, что в свою очередь приведет к образованию пылевоздушной смеси с последующим возгоранием [8].

Возгорание пылевоздушной смеси произойдет от теплового излучения, образующегося при сгорании МВС.

Далее определим интенсивность теплового излучения q, кВт/м^2 при горении МВС на расстоянии 10 и 30 м с учетом углового коэффициента облученности F_q и коэффициента пропускания атмосферы τ. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов q, F_q и τ

Расстояние от эпицентра взрыва, м	F_q	τ	q, кВт/м^2
10	0,0005	0,999	0,06
30	0,00002	0,998	0,002

Время существования «огненного шара» составит $t_s = 0{,}25$ с.

Таким образом, тепловой поток, выделяемый при сгорании «огненного шара» МВС и время его существования, приведут к воспламенению образовавшейся ПВС.

Рассчитаем величину избыточного давления ΔP, к Па и импульса фазы сжатия I_x, Па · с ПВС на расстоянии 100 и 1000 м от эпицентра взрыва. Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчетов R_x, ΔP и I^+

Расстояние от эпицентра взрыва, м	R_x	ΔP, кПа	I^+, Па · с
100	0,13	337,7	468,2
1000	1,3	24,8	46,8

Согласно таблице 2, при избыточном давлении 337,7 кПа на расстоянии 100 м от эпицентра взрыва вероятность получения смертельного поражения работниками составляет 100 %.

Согласно таблице 1, при избыточном давлении 337,7 кПа металлическая и бетонная крепь получат частичное разрушение с образованием трещин, выведением крепи из рабочего положения и деформацией.

При избыточном давлении 24,8 кПа кабели и электросети обрываются с нарушением целостности изоляции.

Металлическая крепь и бетонная крепь получат частичное разрушение с образованием трещин, выведением крепи из рабочего положения и деформацией.

Предложенный алгоритм оценки последствий аварийных взрывов позволяет производить анализ возможных последствий аварийных рисков, связанных с взрывом

МВС и ПВС и их воздействие на подземные коммуникаций, сооружения и работников.

Вероятность сгорания ПВС с образованием волны избыточного давления составляет:

$$Q = 1{,}4 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}0119 = 1{,}7 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}.$$

Тогда индивидуальный риск (R) при данной аварии будет равен:

$$R = 1{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = 1{,}7 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}.$$

Таким образом можно сделать вывод, что индивидуальный риск для рассматриваемого сценария не соответствует уровню обеспечения безопасности 10^{-6} [9].

Для обеспечения индивидуального аварийного риска работников шахты от взрыва МВС необходимо обеспечить эффективную и бесперебойную работу системы вентиляции шахты, а для предотвращения образования ПВС необходимо обеспечить увлажнение угольной пыли на уровне более 25 % [10].

Разработанный алгоритм оценки последствий аварийных взрывов в угольной шахте позволяет провести оценку риска и анализ возможных последствий аварийных ситуаций на угольных шахтах, связанных с образованием МВС и ПВС.

Список литературы

1. Левкин Н. Б. Предотвращение аварий и травматизма в угольных шахтах Украины. – Донецк: Донбасс. 2002. – 392 с.

2. Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан. Об утверждении критериев отнесения опасных производственных объектов к декларируемым: утв. 26 мая 2021 года, № 240. [Электронный ресурс] // Информационный портал ПАРАГРАФ [сайт]. – Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100022883 (дата обращения 14.01.2024 г.).

3. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении Правил, определяющих критерии отнесения опасных производственных объектов к декларируемым, и Правил разработки декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта: утв. 30 декабря 2014 года, № 341. [Электронный ресурс] // Информационный портал ПАРАГРАФ [сайт]. Режим доступа: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1400010257 (дата обращения 15.01.2024 г.).

4. Гражданкин А. И., Печеркин А. С., Иофис М. А. Угольные катастрофы в исторической России и мире // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 11. – С.56-65.

5. Борьба со взрывами угольной пыли в шахтах / М.И. Нецепляев, А.И. Любимова, П.М. Петрухин и др. – М.: Недра, 1992. – 298 с.

6. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. Н. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. – М.: Физматгиз, 1963. – 632 с.

7. Мясников А.А., Стариков С.П., Чикунов В.И. Предупреждение взрывов газа и пыли в угольных шахтах. – М.: Недра, 1985. – 205 с.

8. Баловцев С.В. Анализ причинно-следственных связей между событиями, приводящими к чрезвычайным ситуациям на угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 7. – С. 328-332.

9. СТ РК 3019-2017 ««Безопасность пожарная» «Оценка пожарного риска» «Метод определения расчетных величин пожарного риска на производственных объекта»».

10. Бабенко А. Г. Количественное оценивание текущего риска эксплуатации угольной шахты // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2016. – № 4. – С. 24-35.

References

1. Levkin N. B. Predotvrashchenie avarij i travmatizma v ugol'nyh shahtah Ukrainy. – Doneck: Donbass. 2002. – 392 s.

2. Prikaz Ministerstva po chrezvychajnym situaciyam Respubliki Kazahstan. Ob utverzhdenii kriteriev otneseniya opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov k deklariruemym: utv. 26 maya 2021 goda, № 240. [Elektronnyj resurs] // Informacionnyj portal PARAGRAF [sajt]. – Rezhim dostupa: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100022883 (data obrashcheniya 14.01.2024 g.).

3. Prikaz Ministra po investiciyam i razvitiyu Respubliki Kazahstan. Ob utverzhdenii Pravil, opredelyayushchih kriterii otneseniya opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov k deklariruemym, i Pravil razrabotki deklaracii promyshlennoj bezopasnosti opasnogo proizvodstvennogo ob"ekta: utv. 30 dekabrya 2014 goda, № 341. [Elektronnyj resurs] // Informacionnyj portal PARAGRAF [sajt]. Rezhim dostupa: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1400010257 (data obrashcheniya 15.01.2024 g.).

4. Grazhdankin A. I., Pecherkin A. S., Iofis M. A. Ugol'nye katastrofy v istoricheskoj Rossii i mire // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. – 2011. – № 11. – S.56-65.

5. Bor'ba so vzryvami ugol'noj pyli v shahtah / M.I. Neceplyaev, A.I. Lyubimova, P.M. Petruhin i dr. – M.: Nedra, 1992. – 298 s.

6. Zel'dovich YA.B., Rajzer YU.N. Fizika udarnyh voln i vysokotemperaturnyh gidrodinamicheskih yavlenij. – M.: Fizmatgiz, 1963. – 632 s.

7. Myasnikov A. A., Starikov S. P., CHikunov V. I. Preduprezhdenie vzryvov gaza i pyli v ugol'nyh shahtah. – M.: Nedra, 1985. – 205 s.

8. Balovcev S.V. Analiz prichinno-sledstvennyh svyazej mezhdu sobytiyami, privodyashchimi k chrezvychajnym situaciyam na ugol'nyh shahtah // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. – 2014. – № 7. – S. 328-332.

9. ST RK 3019-2017 ««Bezopasnost' pozharnaya» «Ocenka pozharnogo riska» «Metod opredeleniya raschetnyh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob"ekta»».

10. Babenko A.G. Kolichestvennoe ocenivanie tekushchego riska ekspluatacii ugol'noj shahty // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal. – 2016. – № 4. – S. 24-35.

А. Б. Құсайынов[1], А. К. Әлібекова [2], И. А. Захаров[1]

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

[2]НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», Кокшетау, Казахстан

КӨМІР ШАХТАСЫНДАҒЫ АВАРИЯЛЫҚ ЖАРЫЛЫСТАРДЫҢ САЛДАРЫН БАҒАЛАУ АЛГОРИТМІ

Аңдатпа. Қазақстан Республикасында шахталарда көмір өндіру тазарта өндіру кенжары жүктемелердің жоғарылауы және тау-кен жұмыстарының басқа горизонттарға ауысуы жағдайында жүреді. Бұл жағдайлар жер асты қазбаларында газ молшылығының артуына және метан-ауа және шаң-ауа қоспаларының жарылуымен және соның салдарынан жұмысшылардың өліміне және жарақаттануына әкелетін төтенше жағдайлардың ықтималдығының артуына әкеледі. Бұл жағдайға 2023 жылдың 28 қазанында Қарағанды облысындағы Костенко атындағы шахтада болған апат дәлел бола алады. Көмір шахталарында авариялардың салдарын барынша азайту және жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша уақтылы шаралар қабылдау мақсатында қазіргі кезеңде авариялар қауіп-қатерін бағалау және талдау қағидасына негізделген тәуекелге бағдарланған тәсіл енгізілуде. Өнеркәсіптік қауіпсіздік менеджмент жүйесіне қойылатын қазіргі талаптар көмір кеніштеріндегі апаттық тәуекелдерді бағалауды реттейді.

Сонымен қатар, қазіргі уақытта метан және шаң жарылыстары салдарынан көмір шахталарының авариялық қаупін бағалау мәселесін шешудің әдістемесі қабылданған жоқ. Осыған байланысты көмір шахталарында метан-ауа және шаң-ауа қоспаларының жарылуымен байланысты апаттық тәуекелдерді бағалауға мүмкіндік беретін алгоритм әзірленді.

Түйінді сөздер: апат қаупін бағалау және талдау, метан және шаң жарылысы, көмір шахтасы.

A. B. Kussainov[1], A. K. Alibekova[2], I. A. Zakharov[1]

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

[2]*NJSC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», Kokshetau, Kazakhstan*

ALGORITHM FOR ASSESSING THE CONSEQUENCES OF EMERGENCY EXPLOSIONS IN A COAL MINE

Abstract. In the Republic of Kazakhstan, coal mining in mines occurs under conditions of increasing loads on the working faces and the transition of mining operations to other horizons. These circumstances contribute to an increase in gas abundance in underground workings and an increase in the likelihood of emergency situations with the explosion of methane-air and dust-air mixtures and, as a result, leading to death and injury to workers. Evidence of this circumstance is the accident that occurred on October 28, 2023 at the Kostenko mine in the Karaganda oblast. In order to take timely measures to minimize the consequences of accidents and ensure the safety of work in coal mines, a risk-based approach is being introduced at the present stage, which is based on the principle of assessment and analysis of emergency risk. The current requirements for the industrial safety management system regulate the assessment of emergency risks in coal mines. At the same time, currently no methodology has been adopted for solving the problem of assessing the emergency risk of coal mines due to methane and dust explosions. In this regard, an algorithm has been developed that allows for the assessment of emergency risks in coal mines associated with the explosion of methane-air and dust-air mixtures.

Keywords: accident risk assessment and analysis, methane and dust explosion, coal mine.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кусаинов Арман Булатович – кандидат технических наук, начальник факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты им. Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акан Серэ, 136. E-mail: arman_1703@mail.ru

Әлібекова Ақжарқын Киуазқызы – магистрант кафедры «Горное дело, строительство и экология» НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова». Казахстан, Кокшетау, ул. Куанышева 170а.

Захаров Игорь Анатольевич – кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского центра Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акан Серэ, 136. E-mail: emercom.87@mail.ru

Arman B. Kussainov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere street. E-mail: arman_1703@mail.ru

Akzharkyn K. Alibekova – undergraduate student of the Department of «Mining, Construction and Ecology» NJSC «Kokshetau University named after Sh.Ualikhanov». Kazakhstan, Kokshetau, Kuanysheva street 170 a.

Igor A. Zakharov – Candidate of Technical Sciences, head of the research center of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere street. E-mail: emercom.87@mail.ru

УДК 351.862.1

Ж. Е. Жагупаров[1], М. С. Куанышбаев[1], Д. Б. Касымов[2]

[1]Национальный университет обороны, Астана, Казахстан
[2]Департамент по ЧС Алматинской области, Конаев, Казахстан

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА КОМПЛЕКСА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. В статье рассматривается концептуальная модель, в которой отражены информационные потоки между абстрактными операторами системы комплекса инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивости функционирования объекта оборонно-промышленного комплекса. Выбор инженерных мероприятий проводится органом управления по гражданской обороне и, как правило, основывается на знаниях, интуиции, личном опыте и профессионализме членов экспертной группы, это не всегда обеспечивает эффективности производственных процессов на производстве. В статье изложены результаты построения концептуальной модели процесса принятии решений и установлено, что рассматриваемая задача является сложной, и плохо формализуемой, так как информация для принятия решения по выбору инженерных мероприятий носит неопределенный и многофакторный характер, обусловленный ее многообразием и отсутствием единых подходов к выбору инженерно-технических мероприятий на объектах оборонно-промышленного комплекса. В концептуальной модели продемонстрировано взаимодействие абстрактных операторов в виде, сведенных в единую систему, связь между которыми, осуществляется информационными коммуникационными каналами.

Ключевые слова: инженерно-технические мероприятия, концепция, чрезвычайная ситуация, повышение устойчивости функционирования, объект оборонно-промышленного комплекса.

Введение. Планирование, обеспечение и проведение заблаговременных и непосредственных инженерно-технических мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования объектов оборонно-промышленного комплекса (ИТМ по ПУФ ООПК) является одной из важнейших задач органов управления гражданской обороны (ГО), должностных лиц и специалистов государственной системы гражданской защиты Республики Казахстан (ГСГЗ) [1]. Поэтому проведение ИТМ по ПУФ ООПК, как одного из способов пассивной защиты объектов экономики жизненно важных для обеспечения обороноспособности государства в условиях вооруженных конфликтов на сегодняшний день является актуальным.

Поэтому выбор ИТМ по ПУФ ООПК является одной из важнейших задач органов управления ГО, должностных лиц и специалистов ГСГЗ [2].

Выбор рационального комплекса ИТМ (КИТМ) по ПУФ ООПК проводится органом управления по ГО и, как правило, основывается на знаниях, интуиции, личном опыте и профессионализме членов экспертной группы [3]. Это не всегда обеспечивает рациональный выбор.

В результате построения концептуальной модели принятия технических решений по выбору рационального КИТМ по ПУФ ООПК установлено, что рассматриваемая задача сложная, неструктурированная и плохо формализуема, так как информация для принятия решения по выбору рационального КИТМ по ПУФ ООПК носит неопределенный характер, обусловленный ее многообразием и отсутствием единых подходов оценки [3, 4].

Элементы в концептуальной модели представлены в виде сведенных в единую систему операторов, связь между которыми, осуществляется коммуникационными каналами.

Основываясь на информации из баз данных (каталога угроз, паспорта безопасности территории, плана ликвидации ЧС природного и техногенного характера, плана ГО местных исполнительных органов, плана ГО объекта ОПК (ООПК), плана антитеррористической защищенности ООПК, нормативно-правовых актов в области повышения устойчивости функционирования объектов экономики (в частности ООПК), анализа военных конфликтов, на информации, поступающей от ООПК, и данных исследования объекта на предмет устойчивости функционирования (УФ) при условиях воздействия поражающих факторов (далее – ПФ) обычных средств поражения (ОСП) абстрактный оператор А1, вид, которого представлен соотношением (1), формирует данные об условиях и факторах влияющих на УФ ООПК.

$$A1: E \times D_1 \times Z_1 \times P_1 \times \Psi_1 \times \mu_1 \to Y \quad (1)$$

Для определения зависимости факторов, влияющих на УФ ООПК от метеообстановки, необходимо, основе статистических информации о метеоданных, определить основные параметры метеоусловий.

Эта функция реализуется оператором А2, вид которого представлен соотношением (2).

$$A2: S \times M \times D_2 \times Z_2 \times P_2 \times \Psi_2 \times \mu_2 \to U \quad (2)$$

Оператор А3 определяет общие условия и факторы влияющих на УФ ООПК, с учетом воздействия внутренних и внешних факторов. Деятельность абстрактного оператора представлена соотношением (3).

$$A3: Y \times U \times D_3 \times Z_3 \times P_3 \times Y_3 \times U_3 \times \Psi_3 \times \mu_3 \to L_3 \quad (3)$$

Определения ПФ возникающих при воздействиях на ООПК ОСП, необходимо провести охватом тактико-технических характеристик различных классов средств поражения и боеприпасов. Функция определение поражающих факторов возникающих при воздействиях на ООПК ОСП реализуется оператором А4, деятельность которого представлена соотношением (4).

$$A4: L_3 \times D_4 \times Z_4 \times P_4 \times \Omega_{4.1} \times \Omega_{4.2} \times \Omega_{4.3} \times \Omega_{4.4} \times \Omega_{4.5} \times \Omega_{4.6} \times \Psi_4 \times \mu_4 \to L_4 \quad (4)$$

Определения вторичных поражающих факторов (ВПФ) возникающих при воздействиях на ООПК ОСП, необходимо провести охватом всех ПФ чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера касающегося исследуемого объекта. Функция определение ВПФ возникающих при воздействиях на ООПК ОСП реализуется оператором А5, деятельность которого представлена соотношением (5).

$$A5: L_3 \times D_3 \times Z_5 \times P_5 \times \phi_{5.1} \times \phi_{5.2} \times \phi_{5.3} \times \phi_{5.4} \times \phi_{5.5} \times \Psi_5 \times \mu_5 \to L_5 \quad (5)$$

Оценка состояний зданий и сооружений (ЗиС) ООПК после воздействия ОСП реализуется оператором А6, деятельность которого представлена соотношением (6).

$$A6: L_4 \times L_5 \times D_6 \times Z_6 \times P_6 \times K_6 \times \Psi_6 \times \mu_6 \to L_6 \quad (6)$$

Оценка состояний коммунально-энергетического сетей (КЭС) ООПК после воздействия ОСП реализуется оператором А7, деятельность которого представлена соотношением (7).

$$A7: L_4 \times L_5 \times D_7 \times P_7 \times K_7 \times \Psi_7 \times \mu_7 \to L_7 \quad (7)$$

Оценка состояний производственных возможностей ООПК после воздействия ОСП реализуется оператором А8, деятельность которого представлена соотношением (8).

$$A8: L_4 \times L_5 \times D_8 \times Z_8 \times P_8 \times K_8 \times \Psi_8 \times \mu_8 \to L_8 \quad (8)$$

Оценка состояний технологического оборудования (ТО) ООПК после воздействия ОСП реализуется оператором А9, деятельность которого представлена соотношением (9).

$$A9: Y \times U \times L_4 \times L_5 \times D_8 \times Z_8 \times P_8 \times K_8 \times \Psi_8 \times \mu_8 \to L_9 \quad (9)$$

Определение соответствия основных производственных фондов (ОПФ) требованиям инженерно-технических мероприятий (ИТМ ГО) реализуется оператором А10, деятельность которого представлена соотношением (10).

$$A10: L_6 \times L_7 \times D_{10} \times Z_{10} \times P_{10} \times \Psi_{10} \times \mu_{10} \to L_{10} \quad (10)$$

Определение устойчивости ТО к воздействиям ПФ ОСП реализуется оператором А11, деятельность которого представлена соотношением (11).

$$A11: Y \times U \times L_8 \times L_9 \times D_{11} \times Z_{11} \times P_{11} \times \Psi_{11} \times \mu_{11} \to L_{11} \quad (11)$$

Выбор КИТМ по ПУФ ООПК в условиях воздействия ПФ ОСП реализуется оператором А12, деятельность которого представлена соотношением (12).

$$A12: Y \times U \times L_{10} \times L_{11} \times L_{13} \times D_{12} \times Z_{12} \times P_{12} \times K_{12} \times \acute{\eta}_{12} \times \Psi_{12} \times \mu_{12} \to L_{12} \quad (12)$$

Оценка выбранных КИТМ по ПУФ ООПК в условиях воздействия ПФ ОСП реализуется оператором А13, деятельность которого представлена соотношением (13).

$$A13: L_{12} \times D_{13} \times Z_{12} \times P_{13} \times K_{13} \times \Psi_{13} \times \mu_{13} \times \acute{\eta}_{13} \to L_{13} \quad (13)$$

Анализ разнородных данных, характеризующих выбор КИТМ по ПУФ ООПК в условиях воздействия ПФ ОСП, смоделированных операторами А3, А4, А5, А6, А7, А8, А9, А10, А11, А12 проводится оператором А14, деятельность которого представлена соотношением (14).

$$A14: L_3 \times L_4 \times L_5 \times L_6 \times L_7 \times L_8 \times L_9 \times L_{10} \times L_{11} \times L_{12} \times D_{14} \times Z_{14} \times P_{14} \times K_{14} \times \Psi_{14} \times \mu_{14} \to J \quad (14)$$

Результатом работы оператора А14 будет являться множество ранга альтернатив метода анализа иерархий, из которого оператор А15 и будет осуществлять рациональный выбор.

Деятельность оператора А15 представлена соотношением (15).

$$A15: J \times D_{15} \times Z_{15} \times P_{15} \times K_{15} \times \Psi_{15} \times \mu_{15} \rightarrow G \quad (15)$$

Расшифровка обозначений деятельности абстрактных операторов от А1 до А15 показны в таблице 1.

Таблица 1 – Расшифровка обозначений деятельности абстрактных операторов

Обозначение	Расшифровка обозначений
A1 - A15	Абстрактные операторы
E	Множество информации, поступающей от технических документаций ООПК
D_1 - D_{15}	Множество информации из базы данных ООПК (плана ГО ООПК, плана антитеррористической защищенности ООПК, нормативно-правовых актов в области повышения УФ объектов экономики (в частности ООПК))
Z_1 - Z_{15}	Множество информации из базы знаний
P_1 - P_{15}	Множество данных исследования объекта на предмет УФ при условиях воздействия ПФ ОСП
Ψ_1 - Ψ_{15}	Множество внешних (методических) погрешностей, из-за недостоверности сведений от ООПК, базы данных и базы знаний, а также связанные с задержкой и ошибками при получении информации при данных исследования объекта на предмет УФ при условиях воздействия ПФ ОСП
μ_1 - μ_{15}	Множество внутренних (субъективных) погрешностей, связанных с ошибками оператора
Y	Множество информации из базы данных административно-территориальной единицы (каталога угроз, паспорта безопасности территории, плана ликвидации ЧС природного и техногенного характера, плана ГО местных исполнительных органов, анализа военных конфликтов за определенный период)
S	Множество информации, поступающей от службы наблюдения и лабораторного контроля
M	Множество данных метеоусловий, поступающих от метеостанций и гидрологических постов АО «Казгидромет» о многолетних наблюдениях
U	Множество информации о зависимостях факторов, влияющих на УФ ООПК от метеообстановки
$L_3 – L_{13}$	Множество информации об общих условиях и факторах, влияющих на УФ ООПК
$\Omega_{4.1} – \Omega_{4.6}$	Множество информации параметров ударного воздействие боеприпаса на преграду за счет его кинетической энергии, воздушной ударной волны взрыва, пространственно-массового распределения осколков, полуготовых и готовых поражающих элементов, а также годографа скоростей осколочных полей разной формы и ориентации, кумулятивного эффекта, температурного эффекта взрыва
$ϕ_{5.1} – ϕ_{5.5}$	Множество информации параметров распространения СДЯВ после аварий, распространения радиоактивных веществ после аварий, распространения потенциально опасных биологических веществ после аварий, взрыва газовоздушных смесей, пожара при возгораниях горючих жидкостей
K_6	Множество критериев оценки
$ή_{12} – ή_{13}$	Множество информации о ИТМ по ПУФ ООПК
J	Множество ранга альтернатив метода анализа иерархий
G	Рациональный комплекс ИТМ по ПУФ ООПК
×	Символ операции декартового произведения

Разработанная концептуальная модель (Рисунок 1) позволила выявить структуру и сформировать замысел принятия управленческих и технических решений по выбору ИТМ.

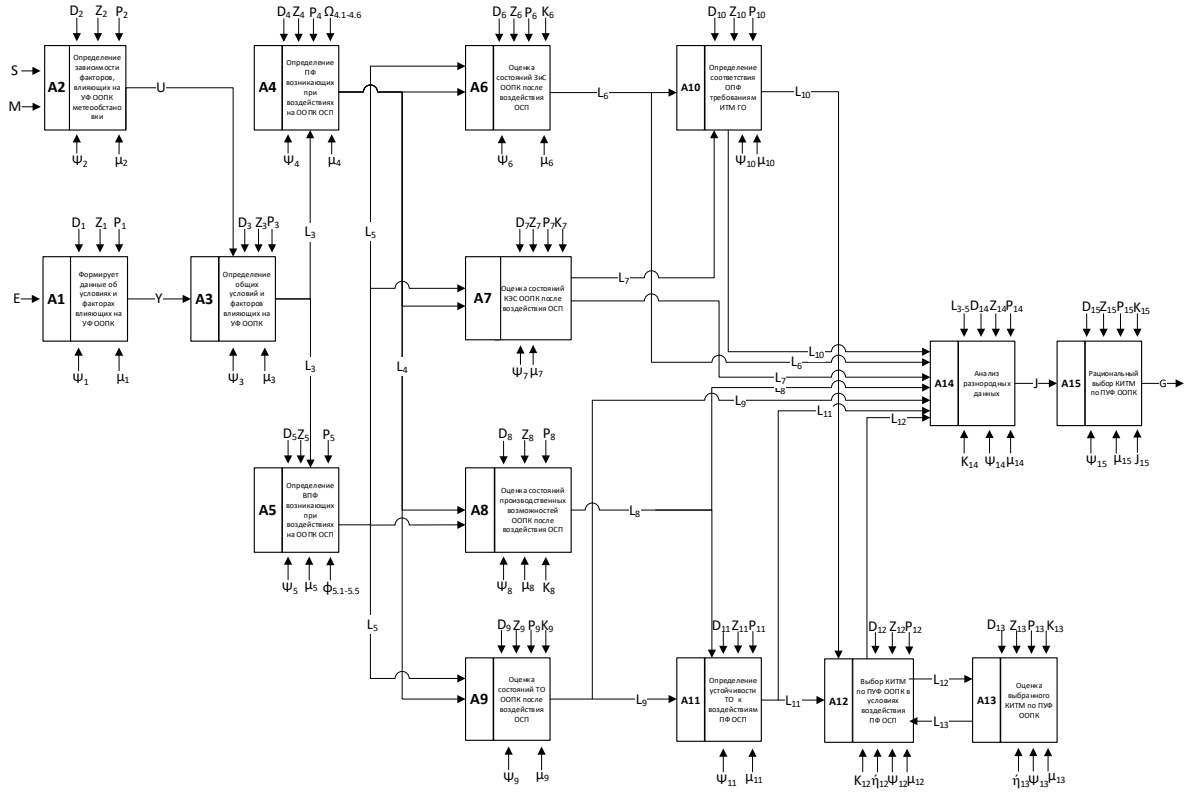


Рисунок 1 – Концептуальная модель выбора рационального комплекса инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивости функционирования объекта оборонно-промышленного комплекса

Для выделения основных элементов, необходимых для выбора ИТМ, определения связей и взаимосвязей между ними, информационных потоков и содержания циркулирующей информации, была построена концептуальная модель выбора рационального КИТМ по ПУФ ООПК [6, 7].

Концептуальная модель представляет собой теоретико-множественную модель [8], в которой элементы представлены абстрактными операторами (формулы 1-15), а результаты их работы – множествами, представленные в таблице 1.

Выводы. Таким образом, концептуальная модель выбора рационального КИТМ по ПУФ ООПК следует рассматривать как систему, включающую в себя совокупность множества элементов, находящихся в отношениях и связях и образующих определенное целостное единство.

Разработанная концептуальная модель позволяет:

- выявить структуру системы выбора рационального КИТМ по ПУФ ООПК;
- определить источники и потребителей информации, необходимой для выработки управленческих и технических решений;
- сформировать последовательность действий с учетом различных факторов по решению задач выбора рационального КИТМ по ПУФ ООПК.

Список литературы

1. Рейхов Ю. Н., Воскобоев В. Ф., Тугушов К. В., Лебедев А. Ю., Антошин А. Э., Казаков В. Ю. Мероприятия органов управления гражданской обороны по повышению устойчивости функционирования организаций, необходимых для выживания населения при военных конфликтах: монография. – Новогорск: АГЗ МЧС России, 2017. – С.13-14.

2. Республика Казахстан. Закон РК. О гражданской защите: принят 11 апреля 2014 года, № 188-V ЗРК.

3. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан. Об утверждении Правил организации и ведения мероприятий гражданской обороны: утв. 6 марта 2015 года, № 190.

4. СНиП 2.01.51-90 СССР. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны: утв. Госстроем СССР и Штабом Гражданской обороны СССР. – М., 1990. – 29 с.

5. Приказ Министра по ЧС Республики Казахстан. Об утверждении Комплекса мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов хозяйствования и обеспечению безопасности в ЧС природного и техногенного характера: утв. 2 февраля 2023 года, № 60.

6. Добров А.В. Математические модели. I часть: учебное пособие. – Новогорск: АГЗ МЧС России, 2000. – 27 с.

7. Мухин В.И., Малин А.С. Исследование систем управления: I часть. Концептуальные основы исследования систем управления: курс лекций. – Химки: АГЗ МЧС России, 2009. – 176 с.

8. Ильин Ю. В., Шарипханов С. Д., Кусаинов А. Б., Жаулыбаев А. А. Современные способы коллективной защиты от поражающих факторов чрезвычайных ситуаций // Наука и образование в гражданской защите. – Кокшетау, 2022. – № 3 (47) – С. 4-9.

References

1. Rejhov YU. N., Voskoboev V. F., Tugushov K. V., Lebedev A. YU., Antoshin A. E., Kazakov V. YU. Meropriyatiya organov upravleniya grazhdanskoj oborony po povysheniyu ustojchivosti funkcionirovaniya organizacij, neobhodimyh dlya vyzhivaniya naseleniya pri voennyh konfliktah: monografiya. – Novogorsk: AGZ MCHS Rossii, 2017. – S.13-14.

2. Respublika Kazahstan. Zakon RK. O grazhdanskoj zashchite: prinyat 11 aprelya 2014 goda, № 188-V ZRK.

3. Prikaz Ministra vnutrennih del Respubliki Kazahstan. Ob utverzhdenii Pravil organizacii i vedeniya meropriyatij grazhdanskoj oborony: utv. 6 marta 2015 goda, № 190.

4. SNiP 2.01.51-90 SSSR. Inzhenerno-tekhnicheskie meropriyatiya grazhdanskoj oborony: utv. Gosstroem SSSR i SHtabom Grazhdanskoj oborony SSSR. – M., 1990. – 29 s.

5. Prikaz Ministra po CHS Respubliki Kazahstan. Ob utverzhdenii Kompleksa meropriyatij po povysheniyu ustojchivosti funkcionirovaniya ob''ektov hozyajstvovaniya i obespecheniyu bezopasnosti v CHS prirodnogo i tekhnogennogo haraktera: utv. 2 fevralya 2023 goda, № 60.

6. Dobrov A. V. Matematicheskie modeli. I chast': uchebnoe posobie. – Novogorsk: AGZ MCHS Rossii, 2000. – 27 s.

7. Muhin V. I., Malin A. S. Issledovanie sistem upravleniya: I chast'. Konceptual'nye osnovy issledovaniya sistem upravleniya: kurs lekcij. – Himki: AGZ MCHS Rossii, 2009. – 176 s.

8. Il'in YU.V., SHariphanov S.D., Kusainov A.B., Zhaulybaev A. A. Sovremennye sposoby kollektivnoj zashchity ot porazhayushchih faktorov chrezvychajnyh situacij // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – Kokshetau, 2022. – № 3 (47) – S. 4-9.

Ж. Е. Жагупаров[1], М. С. Қуанышбаев[2], Д. Б. Қасымов[2]

[1]*Ұлттық қорғаныс университеті, Астана, Қазақстан*
[2]*Алматы облысы ТЖ департаменті, Қонаев, Қазақстан*

ҚОРҒАНЫСТЫҚ-ӨНЕРКӘСІПТІК КЕШЕН ОБЪЕКТІСІНІҢ ЖҰМЫС ІСТЕУІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ БОЙЫНША ИНЖЕНЕРЛІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ІС-ШАРАЛАРДЫҢ КЕШЕНІН ТАҢДАУ ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ МОДЕЛЫ

Аңдатпа. Мақалада қорғаныс-өнеркәсіп кешен объектісінің жұмыс істеу орнықтылығын арттыру жөніндегі инженерлік-техникалық іс-шаралардың ұтымды кешенін таңдау жүйесінің дерексіз операторлары арасындағы ақпараттық ағындарды көрсететін тұжырымдамалық модель қарастырылады. Инженерлік іс-шараларды таңдауды азаматтық қорғаныс жөніндегі басқару органы жүргізеді және әдетте сараптамалық топ мүшелерінің біліміне, түйсігіне, жеке тәжірибесіне және кәсібилігіне негізделеді. Бұл әрдайым таңдалған іс-шаралардың ұтымдылығын қамтамасыз ете бермейді. Мақалада шешім қабылдау процесінің тұжырымдамалық моделін құру нәтижелері келтірілген және қарастырылып отырған міндет күрделі, құрылымдалмаған және нашар ресімделетіндігі анықталды, өйткені инженерлік шараларды таңдау туралы шешім қабылдау туралы ақпарат оның әртүрлілігіне және бағалаудың бірыңғай тәсілдерінің болмауына байланысты белгісіз сипатта болады. Тұжырымдамалық модельдегі элементтердің өзара әрекеттесуі бірыңғай жүйеге біріктірілген операторлар түрінде ұсынылған, олардың арасындағы байланыс байланыс арналары арқылы жүзеге асырылатыны жазылған.

Түйінді сөздер: инженерлік-техникалық іс-шаралар, тұжырымдама, төтенше жағдайлар, жұмыс істеуінің орнықтылығын арттыру, қорғаныстық-өнеркәсіптік кешен объектісі.

Z. E. Zhagyparov[1], M. S. Kuanyshbayev[1], D. B. Kasymov[2]

[1]*The National Defense University, Astana, Kazakhstan*
[2]*Department of Emergency Situations of Almaty region, Konaev, Kazakhstan*

A CONCEPTUAL MODEL FOR CHOOSING A SET OF ENGINEERING AND TECHNICAL MEASURES TO IMPROVE THE STABILITY OF THE FUNCTIONING OF A MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX FACILITY

Abstract. The article considers a conceptual model that reflects information flows between abstract operators of the system for choosing a rational set of engineering and technical measures to improve the stability of the functioning of the object of the military-industrial complex. The selection of engineering measures is carried out by the civil defense management body and, as a rule, is based on the knowledge, intuition, personal experience and professionalism of the members of the expert group. This does not always ensure the rationality of the selected activities. The article presents the results of system analyses of the decision-making process and establishes that the task under consideration is complex, unstructured and poorly formalized, since the information for making a decision on the choice of engineering measures is uncertain due to its diversity and the lack of unified assessment approaches. The interactions of the elements in the conceptual model are presented in the form of operators combined into a single system, the communication between which is carried out by communication channels.

Keywords: engineering and technical measures, concept, emergency situation, improvement of the stability of functioning, a military-industrial complex facility.

Сведения об авторах / Information about the authors

Жагупаров Жакслык Ерикович – магистр, докторант Национального университета обороны Республики Казахстан. Казахстан, Астана, пр-т Туран, 72. E-mail: zhak_87_87@mail.ru

Куанышбаев Мурат Сапаргалиевич – доктор философии PhD, начальник кафедры гражданской защиты Национального университета обороны Республики Казахстан. Казахстан, Астана, пр-т Туран, 72. E-mail: muratkuanyshbayev@mail.ru

Касымов Данияр Болатбекович – заместитель начальника ДЧС Алматинской области. Казахстан, Конаев, ул. Сейфуллина, 25 а.

Zhakslyk E. Zhaguparov – master, doctoral studies of the National Defense University of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Astana, 72 Turan Ave. E-mail: zhak_87_87@mail.ru

Murat S. Kuanyshbayev – Doctor of Philosophy, Head of the Department of Civil Protection of the National Defense University of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Astana, 72 Turan Ave. E-mail: muratkuanyshbayev@mail.ru

Daniyar B. Kasymov – Deputy Head of the Ministry of Emergency Situations of the Almaty region. Kazakhstan, Konaev, 25 a Seifullin str.

УДК 004.04:338

M. A. Bakhtiar[1], M. U. Zhabaeva[2], A. N. Morgunov[2]

[1]Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan
[2]Abai Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

CRITERIA FOR THE USE OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN THE PREVENTION OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC EMERGENCIES

Abstract. Geographic information systems play a key role in emergency prevention and response, ensuring prompt and effective decision-making based on geographical data. This article provides an overview of modern methods and technologies of geoinformation systems used in the field of emergency prevention, as well as examines their advantages and limitations. In particular, the issues of using geoinformation systems for risk analysis, forecasting, modeling and visualization of emergency situations are considered. The importance of integrating geographic information systems with other information systems and technologies to ensure an integrated approach to emergency management is also highlighted.

Keywords: geographic information systems, emergency prevention, cartographic materials, electronic map, evacuation of the population.

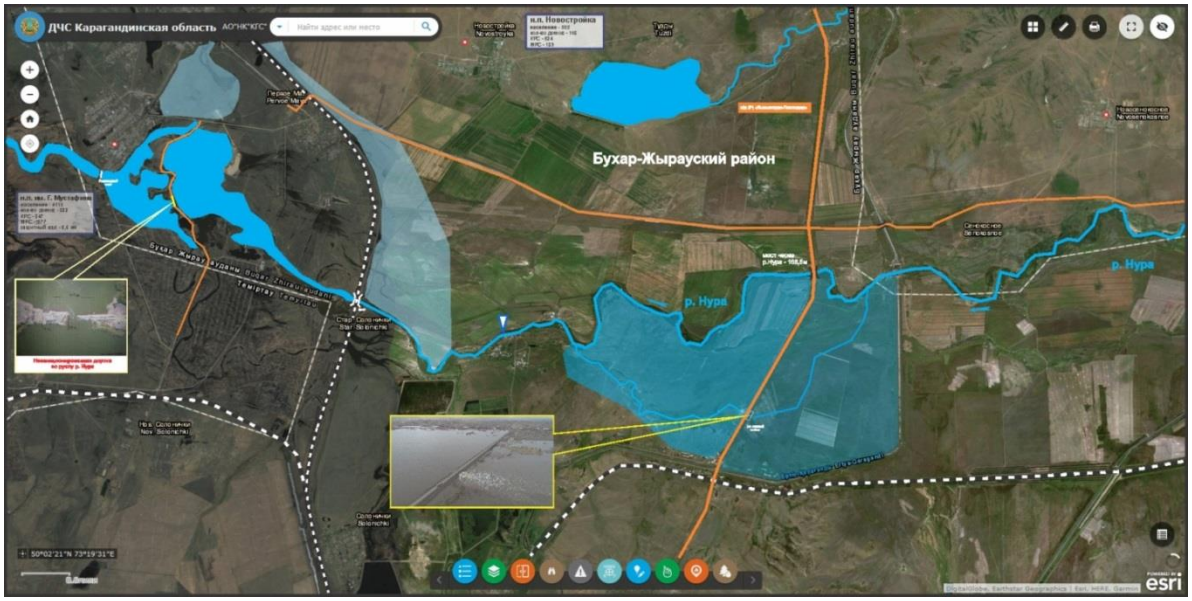
Emergency situations (ES), such as natural disasters, man-made accidents, pandemics and terrorist acts, pose a serious threat to human life, health and well-being, as well as to the economic development of society. In this regard, it is relevant to develop and apply effective methods and tools for ES prevention, monitoring and management.

Geographic information systems (GIS) are a powerful tool for analyzing spatial data and making decisions based on geographic information. In recent decades, GIS has become widely used in the field of emergency prevention and response. They provide the ability to integrate various types of data, including geographical, climatic, socio-economic and infrastructural information, which allows you to analyze and predict various types of emergencies with high accuracy and efficiency [1].

The use of GIS in risk analysis is a key aspect of their role in the emergency prevention field. GIS allows not only to identify potential hazards, but also to assess the likelihood of their occurrence based on a comprehensive analysis of diverse spatial data. Using various sources of information, such as geographical maps, climate data, hydrological and seismological data, as well as socio-economic information, GIS allows you to identify vulnerable territories and objects, analyze their degree of exposure to various emergencies and assess potential losses. In addition, GIS provides the possibility of spatial modeling of various emergency scenarios, which makes it possible to develop effective strategies for prevention, protection and response to possible threats. Thus, GIS is an essential tool for risk analysis and the development of risk management measures in the context of preventing and minimizing the consequences of emergencies [2].

One of the main applications of GIS in the field of emergency prevention is risk analysis. GIS allows you to estimate the probability of various emergencies based on the analysis of historical data, climate models, geomorphological characteristics and other factors. For example, GIS can be used to analyze the vulnerability of an area to floods,

earthquakes, forest fires and other natural disasters, which makes it possible to develop effective prevention and protection strategies (Picture 1).

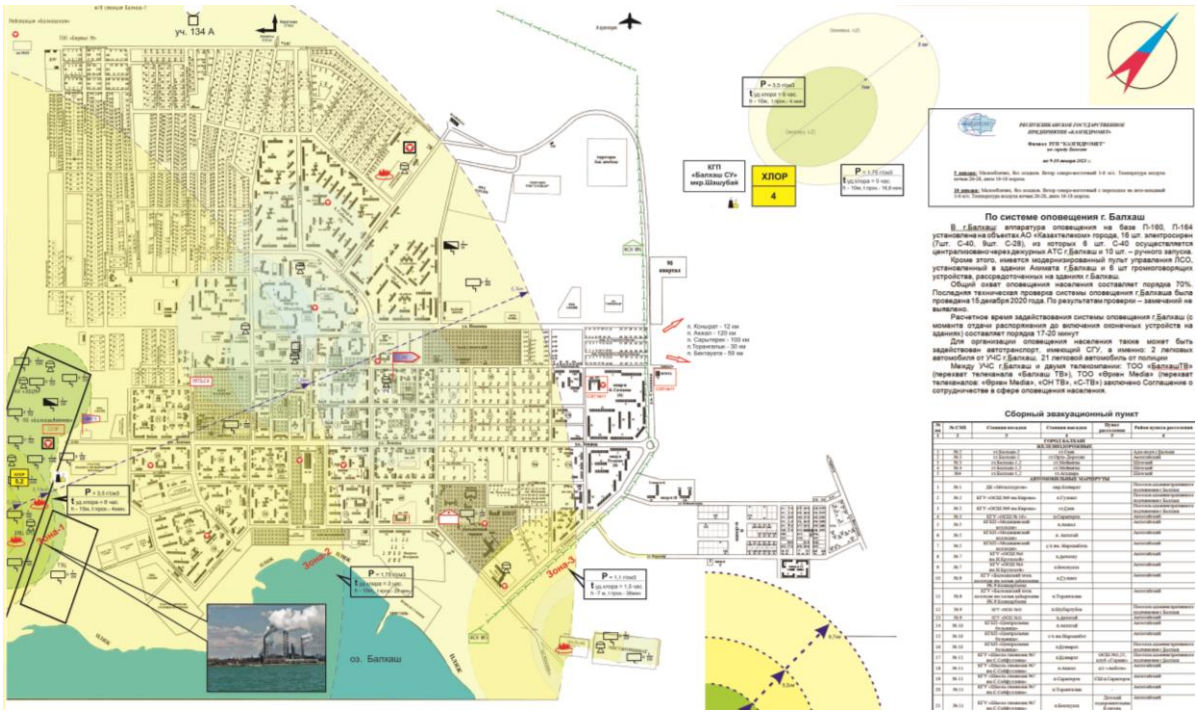


Picture 1 – Modeling and forecasting of a flood-prone situation along the riverbed of the Nura River in Central Kazakhstan using GIS

Another important aspect of the use of GIS in emergency prevention is their use for forecasting and modeling the emergencies development. GIS allows you to create spatial models that reflect the dynamics of the spread of dangerous phenomena and their impact on the environment and the population. For example, GIS can be used to model the spread of infectious diseases, the planned movement of evacuation routes in the event of an accident at transport infrastructure facilities, or to predict climate change and their impact on emergencies.

Forecasting and modeling of emergencies using GIS allows you to identify potential threats and risks, as well as assess the likelihood of their occurrence in various scenarios. For example, GIS can be used to simulate the spread of fires, floods, earthquakes, as well as epidemics and pandemics, which makes it possible to take prompt measures to prevent and mitigate the consequences of such events. In addition, GIS allows the analysis of vulnerability and resilience of territories and infrastructure facilities, which allows the development of strategies for adaptation and strengthening protection systems [3, 4].

Forecasting and modeling of emergencies using GIS are also of great importance for evacuation planning, resource allocation and coordination of civil protection forces in the event of an emergency. They provide an opportunity to create effective evacuation schemes and calculate optimal routes for the movement of the population, as well as to determine the locations of temporary shelters and collection points for humanitarian aid. Thus, forecasting and modeling of emergencies using GIS play an important role in ensuring the safety of the population and minimizing damage from emergencies (Picture 2).



Picture 2 – Forecasting the emergency situation in the chemically dangerous object in Balkhash city using GIS

Another important advantage of GIS is their ability to visualize spatial data and present it in an understandable form for decision-making. Visualization of geographical information allows you to promptly inform the population about possible dangers and recommendations for action in case of an emergency. In addition, GIS provides the possibility of network access to data and cartographic resources, which simplifies communication and coordination between various management structures in emergency situations.

However, for the effective use of GIS in emergency prevention, their integration with other information systems and technologies is necessary. For example, GIS can be integrated with monitoring and remote sensing systems, early warning and crisis management systems, communication and public information systems. Such integration makes it possible to create a single information space for rapid emergency response and coordination of actions of all interested structures.

The article considered the main directions of using GIS in the context of emergency prevention. In particular, risk analysis using GIS makes it possible to assess the vulnerability of territories based on a multi-criteria analysis of spatial data, which contributes to the development of effective risk management strategies. Forecasting and modeling of emergencies using GIS allows not only to anticipate the development of events, but also to plan evacuation routes, resource allocation and coordination of rescue services.

Visualization of data in GIS provides accessibility and visibility of information, which improves communication and informing all participants in the process. The integration of GIS with other information systems and technologies, such as monitoring and remote sensing systems, early warning systems, allows you to create a single information space for a more effective and coordinated response to emergencies [5].

However, in order to achieve maximum efficiency in the use of GIS, it is necessary to continue to develop methods for analyzing and processing geographical information, ensure compatibility and interaction with other technologies, and invest in education and training of specialists. Only an integrated and systematic approach to the implementation of GIS will significantly improve the processes of emergency prevention and response, which ultimately will lead to the preservation of lives and reduction of material losses.

Thus, GIS is an indispensable tool in modern emergency management, and their further development and integration with other technologies represent a promising direction for improving the safety and sustainability of society.

References

1. Osipov R. D., Bakhtiar M. A. The relevance of the use of geoinformation systems in the work of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan // Science and education in civil protection. – 2023. – № 1 (49). – Pp. 21-27.

2. Pyankov S. V., Shikhov A. N. Geoinformation support for modeling hydrological processes and phenomena: monograph. – Perm: Perm State National Research University, 2017. – 148 p.

3. Zakharov M. S., Kobzev A. G. Cartographic method and geoinformation systems in engineering geology: textbook for universities 3rd ed., ster. – St. Petersburg: Lan, 2021. – 116 p.

4. Lepikhina O. Yu., Kolesnik O. A., Kiselev V. A., Demidova P. M. Geoinformation and land information systems: practicum., ster. –: Lan, 2024. – 100 p.

5. Akparov A. K., Abdrakhmanov A. A., Osipov R. D., Bakhtiyar M. A. Fundamentals of mapping using geoinformation systems in units of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan: methodological recommendations. – Kokshetau: M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, 2022. – 75 p.

М. А. Бахтияр[1], М. У. Жабаева[2], А. Н. Моргунов[2]

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

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

ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК СИПАТТАҒЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ АЛДЫН АЛУ КЕЗІНДЕ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ КРИТЕРИЙЛЕРІ

Аңдатпа. Геоақпараттық жүйелер географиялық деректерге негізделген жедел және тиімді шешім қабылдауды қамтамасыз ете отырып, төтенше жағдайлардың алдын алу мен жоюда шешуші рөл атқарады. Осы мақала төтенше жағдайлардың алдын алу саласында қолданылатын геоақпараттық жүйелердің заманауи әдістері мен технологияларына шолу жүргізеді, сондай-ақ олардың артықшылықтары мен шектеулерін қарастырады. Атап айтқанда, тәуекелдерді талдау, төтенше жағдайларды болжау, модельдеу және визуализациялау үшін геоақпараттық жүйелерді пайдалану мәселелері қарастырылады. Сондай-ақ төтенше жағдайларды басқарудың кешенді тәсілін қамтамасыз ету үшін геоақпараттық жүйелерді басқа ақпараттық жүйелермен және технологиялармен біріктірудің маңыздылығы атап өтіледі.

Түйінді сөздер: географиялық ақпараттық жүйелер, төтенше жағдайлардың алдын алу, картографиялық материалдар, электрондық карта, халықты эвакуациялау.

М. А. Бахтияр, М. У. Жабаева, А. Н. Моргунов

[1]*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*
[2]*Кокшетауский университет им. Абая Мырзахметова, Кокшетау, Казахстан*

КРИТЕРИИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Аннотация. Геоинформационные системы играют ключевую роль в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечивая оперативное и эффективное принятие решений на основе географических данных. Настоящая статья проводит обзор современных методов и технологий геоинформационных систем, применяемых в области предупреждения чрезвычайных ситуаций, а также рассматривает их преимущества и ограничения. В частности, рассматриваются вопросы использования геоинформационных систем для анализа рисков, прогнозирования, моделирования и визуализации чрезвычайных ситуаций. Также освещается важность интеграции геоинформационных систем с другими информационными системами и технологиями для обеспечения комплексного подхода к управлению чрезвычайными ситуациями.

Ключевые слова: географические информационные системы, предупреждение чрезвычайных ситуаций, картографические материалы, электронная карта, эвакуация населения.

Information about the authors / Авторлар туралы мәлімет

Marlen A. Bakhtiar – is a senior lecturer at the Department of Protection in Emergency Situations of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akana-sere str. E-mail: pion_dchs_karg@mail.ru

Marhaba U. Zhabaeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Ecology, Life Safety and Environmental Protection of Abai Myrzakhmetov Kokshetau University. Kazakhstan, Kokshetau, 189 a Auezov str. E-mail: zhabayevaa_m@mail.ru

Arkady N. Morgunov – Master of Technosphere Safety, Deputy Head of the Department of Ecology, Life Safety and Environmental Protection of the Abai Myrzakhmetov Kokshetau University. Kazakhstan, Kokshetau, 189 a Auezov street. E-mail: m.arkan@mail.ru

Марлен Ардақұлы Бақтияр – Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының төтенше жағдайларда қорғау кафедрасының аға оқытушысы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: pion_dchs_karg@mail.ru

Мархаба Уракпайқызы Жабаева – биология ғылымдарының кандидаты, Абай Мырзахметов атындағы университеттің экология, тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау кафедрасының аға оқытушысы. Қазақстан, Көкшетау, Әуезов көшесі, 189 а. zhabayevaa_m@mail.ru

Аркадий Николаевич Моргунов – техносфералық қауіпсіздік магистрі, Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университетінің Экология, тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау кафедрасы меңгерушісінің орынбасары. Қазақстан, Көкшетау, Әуезов көшесі 189 а. E-mail: m.arkan@mail.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.8

В. В. Голев, А. Г. Мусайбеков, А. Тимирғали

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

ОСОБЕННОСТИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

Аннотация. В статье изложены особенности функционирования подразделений гражданской защиты Республики Казахстан при ликвидации пожаров, проведении аварийно-спасательных работ на электротранспорте. Приведены конструктивные особенности автотранспортных средств и общий алгоритм проведения работ рекомендуемый сотрудникам гражданской защиты. Представлен обзор способов тушения автомобильного транспорта с электроприводом, описаны основные критерии аппаратной и программных частей электромобиля. Результаты работы могут послужить базой для подготовки специалистов гражданской защиты к действиям по ликвидации пожаров, последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобиля.

Ключевые слова: электромобиль, аккумулятор, батарея, дорожно-транспортное происшествие, чрезвычайная ситуация, пожар, тушение.

Введение

Согласно анализа сектора инфраструктуры электротранспорта, текущей глобальной тенденцией является переход на транспортные средства с электродвигателями. Этому переходу способствуют повышение энергоэффективности, производительности, сокращение выбросов парниковых газов и вредных веществ, уменьшение загрязнения воздуха и улучшение городской среды.

Глобальные продажи электромобилей и подзаряжаемых гибридов в 2024 году увеличатся на 18,5 %, до 17,5 млн единиц, следует из прогноза Rystad Energy. При этом их общая доля в структуре продаж новых легковых авто достигнет 21,8 % против 19,2 % в 2023 г. [1].

Лидером рынка остается Китай, где в 2023 г. продажи электромобилей и подзаряжаемых гибридов увеличились на 37 %, до 9 млн единиц, а их доля в структуре продаж новых легковых авто достигла 34 %. Объем продаж в Китайской народной республике (КНР) в 2024 году увеличится до 11,5 млн единиц, а их доля – до 44 %. При этом на долю КНР будет приходиться свыше двух третей продаж электромобилей и подзаряжаемых гибридов (в декабре 2023 г. эта доля составила 69 %).

Важной точкой роста для отрасли остается Европа, даже несмотря на недавнюю отмену субсидий на покупку электрокаров в Германии. По данным

Европейской ассоциации автопроизводителей (ACEA), продажи электромобилей в ЕС в 2023 году выросли на 37 % (до 1,5 млн единиц), а их доля в структуре продаж новых легковых авто достигла 14,6 % (против 12,1 % в 2022 г.). Рост рынка электротранспорта характерен и для США: по данным Управления энергетической информации (EIA), общая доля электромобилей и гибридов (включая те, что подзаряжаются только на ходу, а не от общей сети) увеличилась с 12,9 % в 2022 г. до 16,3 % в 2023 г. Регионом-лидером спроса остается Калифорния, в том числе благодаря высокому уровню развития зарядной инфраструктуры. Если в США в целом к ноябрю 2023 г. насчитывалось 173,6 тыс. станций, то отдельно в Калифорнии – 48,7 тыс. (28 %).

Что касается производителей электромобилей, то здесь лидером по объему продаж остается китайская BYD, которая в IV квартале 2023 г. реализовала 942 тыс. единиц электрокаров, почти вдвое опередив по этому показателю Tesla (484,5 тыс. единиц) [2].

Статистические данные Республики Казахстан согласно информации Министерства внутренних дел показывает, что по состоянию на IV квартал 2023 года в Казахстане зарегистрировано уже более 7600 электромобилей. Большая часть приходится на г. Алматы – свыше 4800 электрокаров. Далее следует г. Астана (1160) и другие регионы [3].

Данные из Республики Казахстан показывают, что электромобили становятся все более популярными среди автовладельцев. По данным Министерства внутренних дел, к 2025 году количество электромобилей достигнет примерно 15 000, а к 2030 году электромобили будут иметь около 10 % жителей Казахстана. Наиболее распространенными моделями таких автомобилей являются: MITSUBISHI I-MIEV, NISSAN LEAF-1, NISSAN E-NV200, BMW i3 и i8, TESLA (все модели), CHEVROLET VOLT, AUDI E-TRON, BYD, CITROEN C-ZERO, FIAT 500, FORD FOCUS, GEELY, Geometry A.

Ключевым фактором развития автотранспорта с электроприводом в Республике Казахстан являются современные мировые тенденции, направленные на электрификацию технических средств, а также развитие приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Основная часть

Сегодня электрический автомобильный транспорт представляет интерес не только для потребителей нашей страны, но и для пожарных аварийно-спасательных подразделений. Данная техника несет особенности и новшества как конструктивного характера, так и технологического. В частности, необходим особый подход при тушении электрических транспортных средств, при извлечении из них пострадавших в случае проведения аварийно-спасательных работ. При этом проведение данных работ связано с безопасностью как самих заблокированных пассажиров, так и спасателей. Это объясняется наличием аккумуляторов с особо опасными веществами и материалами, которые при горении могут выделять вредные газы, способные к воспламенению и взрыву, высоковольтного оборудования (силовые батареи) напряжением более 600 В, электродвигателей, инверторов и другого силового оборудования, представляющего опасность поражения электрическим током.

В настоящее время проблемными вопросами по ликвидации пожаров, последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП), с участием

электромобилей является отсутствие:

– нормативной базы (алгоритмов) ликвидации пожаров, последствий ДТП;

– тренажерной базы по отработке действий сотрудниками органов гражданской защиты (ОГЗ) по ликвидации чрезвычайных ситуаций с наличием электромобилей;

– образовательных программ по обучению и переподготовке лиц рядового и начальствующего состава ОГЗ в учебных заведениях и ведомствах МЧС Республики Казахстан.

Установлено, что основные аварии (пожары) с участием электромобилей происходят как во время движения, в ДТП, так и во время стоянки (в том числе на пунктах зарядки).

В отличие от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, электромобили с литий-ионными батареями горят интенсивнее и дольше, что усложняет локализацию пожара. Легковые автомобили выгорают за 5-10 минут, а пламя обычно не превышает 2 метров в высоту и 1 метр в ширину. Электромобили устроены сложнее и пламя при возгорании литий-ионной батареи электромобиля может достигать 5-7 метров. Следует также отметить, что пары, образующиеся при сгорании литий-ионных батарей, гораздо опаснее паров, образующихся в обычных автомобилях с двигателем внутреннего сгорания. Температура горения литиевых батарей в электромобилях может достигать 1 300°С.

Возможные способы тушения электромобилей:

– погружение в емкость с водой;

– использование огнетушителей;

– накрыть электромобиль специальным противопожарным одеялом;

– методы охлаждения и тушения пожара с помощью большого количества воды.

Кроме того, электромобили, особенно поврежденные, при перевозке должны рассматриваться как опасные грузы. Такие транспортные средства должны буксироваться вертикально, а буксировка запрещена. Это связано с тем, что при вращении колес вырабатывается электричество, которое, если электромобиль поврежден, может снова вызвать пожар.

Во многих случаях процесс тушения включает подачу большого количества воды (5-15 тонн) на горящий электромобиль или погружение его в специальный резервуар с водой (рисунок 1).

Рисунок 1 – Способы тушения (охлаждения) силовой батареи

Однако в настоящее время существуют и другие способы тушения пожаров в этих автомобилях в условиях глобального пожаротушения. Например, компания Rosenbauer решила проблему затрудненного доступа к аккумуляторным батареям, разработав пробивной ствол, который отделяет блок пожаротушения от блока управления. Конструкция этого ствола позволяет пожарным-спасателям охлаждать батарею водой и тушить пожар с безопасного расстояния в 7 метров (рисунок 2).

Рисунок 2 – Использование пробивного ствола при пожаротушении электромобилей

В США для тушения возгораний электромобилей используется жидкость для тушения литий-ионных аккумуляторов F-500 Encapsulator Agent ([F-500 EA] lithium-ionfirefightingfluid). Это смачивающий агент, который быстро охлаждается при взаимодействии с водой, отделяет углеводороды и прерывает цепные реакции свободных радикалов, что делает его пригодным для тушения пожаров литий-ионных батарей (рис. 3). В данном случае ключ к прекращению пожара в литий-ионной батарее – это быстрый отвод тепла и остановка реакции между материалом электрода и другими компонентами батареи. Благодаря этому решению подачу воды можно сократить на 20-25 % без повторного возгорания. В тоже время она не становится проводником электричества для пожарного ствола и 350-вольтовой литий-ионной автомобильной батареи [4].

Рисунок 3 – Устройство для подачи раствора F-500 Encapsulator Agent

На рисунке 4 представлен алгоритм ликвидации последствий ДТП на электротранспорте и отличительные особенности проведения данных работ на транспортном средстве (ТС) с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

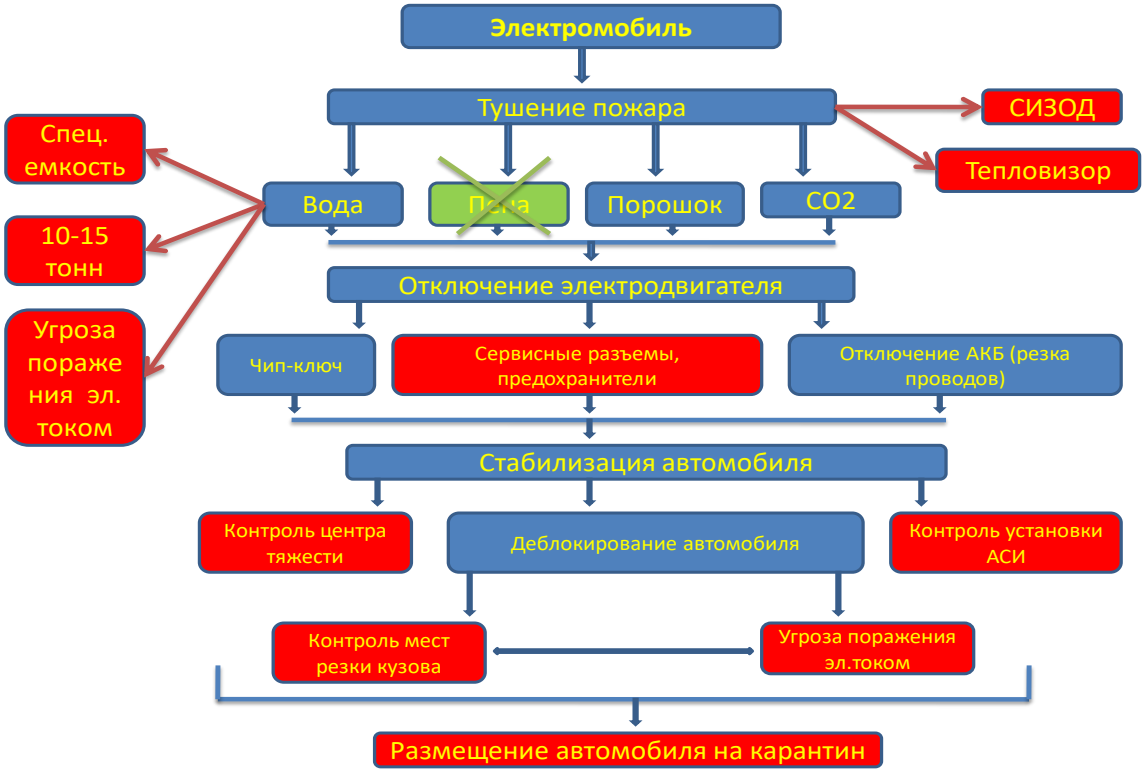


Рисунок 4 – Отличительные особенности тушения пожаров на электротранспорте от ТС с ДВС

Таким образом, основными проблемами при ликвидации последствий ДТП с электротранспортом являются:

– возможность поражения электрическим током (необходимость заземления приборов тушения и использования диэлектрического комплекта);

– возможность отравления продуктами горения (необходимость использования аппаратов на сжатом воздухе);

– использование тепловизора для определения нагрева силовой батареи;

– использование большого количества воды для охлаждения силовой батареи;

– необходимость хранения электромобиля в специально отведенных местах на протяжении 24 часов после ДТП, для контроля возможного самовозгорания силовой батареи.

Предлагаемый алгоритм отображает основные действия сотрудников гражданской защиты, на которые следует обращать внимание:

1) идентификация ТС (учитывает конструктивные особенности ТС);

2) стабилизация ТС;

3) приведение электрических приводов оборудования ТС в необходимое положение (стеклоподъемники, системы регулировки сидений);

4) отключение линий низкого и высокого напряжения ТС;

5) проведение деблокирования с учетом конструктивных особенностей ТС;

6) ликвидация возгорания;

7) проведение мероприятий по предотвращению возможного возгорания ТС.

Отработка данного алгоритма действий будет способствовать безопасному выполнению работ по тушению пожаров, ликвидации последствий ДТП на электротранспорте [5, 6].

Заключение

Исходя из вышеизложенного, учитывая особенность тушения пожаров электромобилей, для подразделений службы гражданской защиты необходимо принять во внимание, что работы, связанные с тушением электромобилей должны осуществляться с применением средств индивидуальной защиты, соблюдением мер техники безопасности (угроза взрыва, поражения электрическим током), повышенным применением огнетушащих средств и времени для ликвидации такого рода пожаров. Заблаговременно предусмотреть возможность задействования вспомогательной техники, для размещения и погрузки в «карантин» электромобилей после тушения.

Учитывая особенности в проведении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций на легковом автомобильном транспорте с электроприводом, является необходимым изучение тенденции развития технической отрасли, определение наиболее эффективных методов и способов реагирования на чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами на электромобилях. Определенно первостепенной базой будет служить опыт в этом направлении зарубежных коллег, рекомендации технических исполнителей электромобилей, а также материально-техническая база, которая имеется на вооружении в подразделениях гражданской защиты МЧС Республики Казахстан.

Список литературы

1. Электромобили (мировой рынок). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php / (дата обращения: 07.04.2024).

2. Последние новости России и мира. [Электронный ресурс] // Коммерсантъ: справка. – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/4799230. (дата обращения:11.04.2024).

3. Рост числа электромобилей в Казахстане. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/10-kratnyiy-rost-chisla-elektromobiley-kazahstane-gde-517806 (дата обращения: 11.04.2024).

4. F-500 Encapsulator Agent (EA) [Electronic resource] // Hazard Control Technologies. – Modeofaccess: https://hct-world.com/products/chemical-agents/f-500-encapsulator-agent/. (Date ofaccess: 11.04.2024).

5. Кусаинов А. Б., Нарбаев К. А., Сакенов Р. Е. Оценка рискованности выбора решающего направления руководителем тушения пожара // Наука и образование в гражданской защите. – 2023. – № 3(51). – С. 64-71.

6. Кусаинов А. Б., Нарбаев К. А., Сакенов Р. Е. Выбор решающего направления на пожаре в условиях неопределенности // Наука и образование в гражданской защите. – 2023. – № 2(50). – С. 32-43.

References

1. Elektromobili (mirovoj rynok). [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.tadviser.ru/index.php / (data obrashcheniya: 07.04.2024).

2. Poslednie novosti Rossii i mira. [Elektronnyj resurs] // Kommersant: spravka. – Rezhim dostupa: https://www.kommersant.ru/doc/4799230. (data obrashcheniya:11.04.2024).

3. Rost chisla elektromobilej v Kazahstane. [Elektronnyj resurs] Spravka. – Rezhim dostupa: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/10-kratnyiy-rost-chisla-elektromobiley-kazahstane-gde-517806 (data obrashcheniya: 11.04.2024).

4. F-500 Encapsulator Agent (EA) [Electronic resource] // Hazard Control Technologies. – Modeofaccess: https://hct-world.com/products/chemical-agents/f-500-encapsulator-agent/ (date ofaccess:11.04.2024).

5. Kusainov A.B., Narbaev K.A., Sakenov R.E. Ocenka riskovannosti vybora reshayushchego napravleniya rukovoditelem tusheniya pozhara // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2023. – № 3(51). – S. 64-71.

6. Kusainov A.B., Narbaev K.A., Sakenov R.E. Vybor reshayushchego napravleniya na pozhare v usloviyah neopredelennosti // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2023. – № 2 (50). – S. 32-43.

В. В. Голев, А. Ғ. Мұсайбеков, А. Тимирғали

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

ЖОЛ-КӨЛІК ОҚИҒАЛАРЫНДАҒЫ ЭЛЕКТР КӨЛІГІНДЕГІ ӨРТТЕРДІ ӨШІРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада жол-көлік оқиғаларындағы электр көлігіндегі өрттерді өшіру, авариялық-құтқару жұмыстарын жүргізу кезінде Қазақстан Республикасының азаматтық қорғау бөлімшелерінің жұмыс істеу ерекшеліктері баяндалған. Автокөлік құралдарының конструктивті ерекшеліктері және азаматтық қорғау қызметкерлеріне ұсынылатын жұмысты жүргізудің жалпы алгоритмі келтірілген. Электр тоғымен басқарылатын автомобиль көлігін сөндіру әдістеріне шолу жасалды, электромобильдің аппараттық және бағдарламалық бөліктерінің негізгі критерийлері сипатталды. Жұмыс нәтижелері азаматтық қорғау мамандарының электромобильдің қатысуымен болған жол-көлік оқиғаларының салдарын болған өртті жою жөніндегі іс-қимылдарға дайындық үшін негіз бола алады.

Түйінді сөздер: электромобиль, акумуляторлы батарея, жол-көлік оқиғасы, төтенше жағдай, өрт, сөндіру.

V. V. Golev, A. G. Mussaibekov, A. Timirgali

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

FEATURES OF ELIMINATION OF FIRE, ROAD ACCIDENTS IN ELECTRIC TRANSPORT

Abstract. The article describes the features of the functioning of civil protection units of the Republic of Kazakhstan in the elimination of fires, emergency rescue operations on electric vehicles. The design features of motor vehicles and the general algorithm of work recommended to civil protection personnel are given. An overview of the methods of extinguishing electric motor vehicles is presented, the main criteria of the hardware and software parts of an electric vehicle are described. The results of the work can serve as a basis for training civil protection specialists for actions to eliminate fires, consequences of road accidents involving an electric vehicle.

Keywords: electric car, battery, battery, traffic accident, emergency, fire, extinguishing.

Сведения об авторах / Information about the authors

Голев Владимир Владимирович – заместитель начальника кафедры оперативно-тактических дисциплин Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: golev.v@internet.ru

Мусайбеков Асхат Гайнуллаұлы – кандидат технических наук, начальник кафедры общетехнических дисциплин информационных систем и технологий Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: lettermus@mail.ru

Тимирғали Айдар – магистр педагогических наук, старший преподаватель кафедры гражданской обороны и военной подготовки Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: baldyr_karaganda@mail.ru

Vladimir V. Golev – Deputy Head of the Department of Operational and Tactical Disciplines of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere str. E-mail: golev.v@internet.ru

Askhat G. Mussaibekov– Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of General Technical Disciplines of Information Systems and Technologies of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere str. E-mail: lettermus@mail.ru

Aidar Timirgali – master of pedagogical sciences, senior lecturer of the Department of Civil Defense and Military Training of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere str. E-mail: baldyr_karaganda@mail.ru

УДК - 004.8:630.93

П. В. Максимов, И. А. Захаров, А. А. Кузьмичев, Б. Ж. Рахметулин

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

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАСЧЕТЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. В статье анализируется применение технологий искусственного интеллекта для оптимизации расчета необходимого количества сил и средств для ликвидации лесных пожаров в Республике Казахстан. Рассмотрены существующие методы планирования, основанные на статистическом моделировании, и выделяются их недостатки в условиях непредсказуемости пожаров. Предлагается использование искусственного интеллекта для анализа больших объемов данных и прогнозирования распространения пожаров, что позволяет более точно и оперативно реагировать на возникающие угрозы. Описывается процесс разработки и внедрения специализированной автоматизированной системы, которая позволит ускорить процесс принятия решений, повысить точность стратегий тушения пожаров и улучшить координацию между различными службами.

Ключевые слова: лесной пожар, силы и средства, искусственный интеллект, чат бот, автоматизированная система, карта местности.

Лесные пожары представляют собой серьезную экологическую и экономическую угрозу для Республики Казахстан. С ежегодным увеличением числа пожаров и масштабом их распространения растет необходимость принятия мер по эффективному управлению ресурсами, задействованными в их тушении. Казахстанская лесная система, характерная своим разнообразием и сложными природными условиями, делает борьбу с пожарами особенно сложной задачей. Неэффективное планирование ресурсов приводит к неполной ликвидации пожаров, увеличению затрат и усугублению экологических последствий.

Актуальность проблемы обуславливается не только рисками для экосистемы, но и серьезным влиянием на экономику и общество страны. Лесные пожары ведут к разрушению биологических ресурсов, изменению ландшафта, ухудшению качества воздуха, что влияет на здоровье людей, и уничтожению имущества. Важнейшим аспектом борьбы с пожарами становится оптимальное использование пожарных ресурсов, включающих в себя технику, оборудование и человеческие ресурсы.

В этом контексте возникает необходимость разработки современных подходов, которые позволят более эффективно распределять ресурсы и планировать действия в условиях быстро меняющейся обстановки пожаров. Использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые возможности для точного анализа и прогнозирования потребностей в ресурсах, что позволяет оперативно и точно реагировать на пожары [1].

Цель исследования – продемонстрировать потенциал технологий ИИ в расчетах необходимого количества сил и средств для ликвидации лесных пожаров. Исследование рассматривает возможности использования алгоритмов ИИ для оптимизации процесса планирования ресурсов в зависимости от условий пожара, с

целью минимизации ущерба и более эффективного использования доступных ресурсов.

Планирование ресурсов в противопожарных операциях включает оценку возможных рисков, доступности техники и персонала, а также координацию действий между различными службами. Существующие методы в основном базируются на исторических данных, статистическом моделировании и опыте экспертов. Основные практики включают создание прогнозов распространения пожаров на основе метеорологических данных, определение зон с высокой плотностью растительности и, как следствие, высокой вероятностью пожаров, а также анализ особенностей ландшафта для определения наиболее эффективных методов тушения [2].

Однако традиционные подходы часто оказываются недостаточно эффективными, особенно в условиях непредсказуемости распространения пожаров, сжатых сроков на проведение расчетных методов и принятия решений. Это обуславливает необходимость внедрения более совершенных методов планирования ресурсов.

В мировой практике современные технологии с применением искусственного интеллекта находят все большее применение в противопожарных системах, благодаря своей способности анализировать большие объемы данных и прогнозировать распространение пожаров. Среди используемых технологий выделяются машинное обучение и глубокое обучение, которые позволяют моделировать поведение пожаров на основе различных факторов, таких как погодные условия, растительность и ландшафт [3].

Системы ИИ можно настроить на автоматическую обработку данных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), спутников и метеорологических станций и т.д., прогнозируя вероятные зоны возникновения и направления распространения пожаров. Также они используются для анализа эффективности различных стратегий тушения и оптимизации планирования ресурсов, что особенно актуально в условиях ограниченного бюджета и ресурсов [4].

Таким образом, современные исследования показывают значительный потенциал использования технологий ИИ в оптимизации и повышении эффективности противопожарных мероприятий, что делает их перспективным инструментом для борьбы с лесными пожарами в Республике Казахстан.

На базе Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина, ведется разработка специализированной автоматизированной системы информационной поддержки, предназначенной для оптимизации процессов принятия решений при борьбе с лесными пожарами.

Разработка и внедрение автоматизированной системы позволит достичь нескольких ключевых улучшений в процессе борьбы с лесными пожарами:

ускорение принятия решений (система предоставит оперативный доступ к данным о текущей ситуации на месте пожара, что позволит быстрее анализировать ситуацию и принимать решения);

повышение точности решений (используя информацию с различных источников таких как, спутниковые изображения и информацию от дронов и БПЛА, очевидцев и участников тушения пожара система поможет создавать точные модели распространения огня, что улучшит стратегию тушения пожара и эвакуационные планы);

координация действий (система обеспечит более эффективное взаимодействие между различными подразделениями и организациями, участвующими в тушении пожаров, включая пожарных, лесничества, волонтерские группы и другие);

обучение и подготовка (платформа может использоваться для обучения персонала, симуляции различных сценариев пожаров и подготовки к непредвиденным ситуациям, что повысит общую готовность к чрезвычайным ситуациям);

анализ прошлых событий (сбор и анализ данных о прошлых пожарах помогут выявлять общие причины возникновения пожаров и оптимизировать стратегии предотвращения пожаров в будущем).

Первым этапом разработки автоматизированной системы стала разработка программы для определения сил и средств, необходимых для тушения пожара, а также примерной его площади. Программа разработана на платформе telegram на основе чат бота chat GPT.

В основе программы применена методика из монографии «Управление лесопожарными рисками» [5].

Рассмотрим порядок реализации алгоритма. Зная параметры развития лесного пожара можно определить необходимое количество сил и средств для его локализации и ликвидации.

Для этого определим минимальное количество рабочих и техники по формулам:

- количество рабочих:

$$N_{\text{раб}}^{min} = \frac{P}{l \cdot k} \text{ чел.} \quad (1)$$

где l – протяженность кромки пожара, закреплённой за 1 рабочим;

$к$ – коэффициент использования рабочего времени равный 0,75.

- количество пожарной техники:

$$N_{\text{АЦ}}^{min} = \frac{P}{l_{\text{АЦ}}} \cdot K \text{ ед.} \quad (2)$$

где $l_{АЦ}$ – производительность по локализации кромки пожара АЦ, м.;

- K – коэффициент, зависящий от погодных условий равный 1. При IV-V классе пожарной опасности и скорости ветра более 5 м/с принимается равным 2.

- количество тракторов для создания минерализованных полос:

$$N_{\text{трак}}^{min} = \frac{P}{l_{\text{трак}}} \cdot K \text{ ед.} \quad (3)$$

где $l_{трак}$ – производительность трактора с плугом по созданию минерализованной полосы, м.

Определяется необходимое количество рабочих для окарауливания по всему периметру лесного пожара по формуле:

$$N_{\text{окр}} = \frac{P}{l_{\text{окр}}} \text{ чел.} \quad (4)$$

где P - периметр пожара на начало его тушения, м;

$l_{\text{окр}}$ – протяженность кромки локализованного пожара, закреплённой для окарауливания за 1 рабочим, равная 100 м.

Для этого определяем скорость распространения кромки низового пожара по формуле:

$$V_{\text{кр}} = \left(\frac{0{,}5 \cdot \sqrt{S_n^2} - 0{,}5 \cdot \sqrt{S_n^1}}{\Delta\tau} - 0{,}07 \right) \cdot 0{,}25, (\text{м/мин}) \qquad (5)$$

где: $\Delta\tau$ - время развития пожара от момента обнаружения до начала тушения, час;
S_n^2 - площадь пожара на момент начала тушения пожара, га;
S_n^1 - площадь пожара на момент обнаружения пожара, га.

После ведения соответствующих параметров, программой производится расчет необходимого количества специальной техники необходимой для тушения пожара.

Пример отчета о пожаре составленного ИИ:

- Площадь пожара при обнаружении: 10.0 га
- Площадь пожара на момент начала тушения: 2.0 га
- Время развития пожара от обнаружения до начала тушения: 1.0 часов
- Скорость распространения огня: -8.00 м/мин

Требуемые ресурсы для тушения:

- Рабочие на тушение: 18 человек
- Пожарная техника: 4 единиц
- Трактора для создания минерализованных полос: 2 единиц

Рекомендации по тушению пожара:

1. Немедленно отправить на место пожара все необходимые ресурсы для быстрого и эффективного тушения.
2. Распределить рабочих по всей площади пожара, чтобы они могли быстро и эффективно потушить огонь.
3. Использовать пожарную технику для быстрого подавления очагов возгорания.
4. Применить трактора для создания минерализованных полос, чтобы остановить распространение огня.
5. Осуществлять постоянный мониторинг ситуации и принимать меры по предотвращению возможных новых очагов возгорания.

Следующий этап разработки автоматизированной системы будет заключаться в создании программного модуля, который позволит интегрировать данные о лесном пожаре с привязкой к карте местности и данными по техническому оснащению, доступному для операций по тушению. Этот модуль будет обеспечивать не только визуализацию распространения огня на карте, но и отображение местоположения и статуса доступной техники и персонала. Интеграция таких данных позволит командам быстрее координировать свои действия и эффективнее использовать ресурсы.

Модуль будет включать функции для реального времени обновления данных о состоянии пожара, погодных условиях и движении техники. Также он сможет предлагать оптимальные маршруты для подразделений, на основе анализа быстроты распространения пожара и препятствий на местности.

Это значительно усилит возможности принятия обоснованных и своевременных решений, опираясь на комплексный анализ всех доступных данных.

Планирование и координация действий станут более гибкими и адаптивными к меняющейся ситуации.

В итоге, создание автоматизированной системы управления станет значительным шагом в повышении эффективности управления ресурсами для борьбы с пожарами. Это позволит не только точнее планировать распределение ресурсов и сил, но и в реальном времени адаптироваться к изменениям в динамике пожара, улучшая координацию действий различных служб и повышая общую эффективность противопожарных операций. Такой подход укрепит возможности по быстрому реагированию на чрезвычайные ситуации, сократит время на принятие решений и минимизирует потенциальный ущерб от лесных пожаров.

Список литературы

1. Актаева А.У. Искусственный интелект и пожарная безопасность / А. У. Актаева, Т.Д. Жаксылык, Ж. Сарсенбаева // НИР/S&R. – 2023. – № 1(13). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intelekt-i-pozharnaya-bezopasnost

2. Вычерова Н.Р. Разработка системы раннего обнаружения лесных пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта / Н.Р. Вычерова, Е.А. Будевич, А.Э. Беляев // Resour. Technol. – 2022. – № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-rannego-obnaruzheniya-lesnyh-pozharov-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-i-iskusstvennogo

3. Кусаинов А.Б., Шаймердинов К., Шарипханов С.Д., Максимов П.В. Прогнозирование развития лесного пожара с учетом метеорологических условий // Наука и образование в гражданской защите. – 2024. – № 1 (53). – С. 63-71.

4. Гизатуллин А.Т. Разработка методов использования данных дистанционного зондирования земли для предупреждения природных пожаров // Географический вестник. – 2021. – № 1 (56). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodov-ispolzovaniya-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-dlya-preduprezhdeniya-prirodnyh-pozharov.

5. Кусаинов А.Б. Управление лесопожарными рисками: монография – Кокшетау: Академия гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан, 2024. – 138 с.

References

1. Aktaeva A.U. Iskusstvennyj intelekt i pozharnaya bezopasnost' / A. U. Aktaeva, T.D. ZHaksylyk, ZH. Sarsenbaeva // NIR/S&R. – 2023. – № 1(13). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intelekt-i-pozharnaya-bezopasnost

2. Vycherova N.R. Razrabotka sistemy rannego obnaruzheniya lesnyh pozharov s ispol'zovaniem bespilotnyh letatel'nyh apparatov i iskusstvennogo intellekta / N.R. Vycherova, E.A. Budevich, A.E. Belyaev // Resour. Technol. – 2022. – № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-rannego-obnaruzheniya-lesnyh-pozharov-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-i-iskusstvennogo

3. Kusainov A.B., SHajmerdinov K., SHariphanov S.D., Maksimov P.V. Prognozirovanie razvitiya lesnogo pozhara s uchetom meteorologicheskih uslovij // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2024. – № 1 (53). – S. 63-71.

4. Gizatullin A.T. Razrabotka metodov ispol'zovaniya dannyh distancionnogo zondirovaniya zemli dlya preduprezhdeniya prirodnyh pozharov // Geograficheskij vestnik. – 2021. – №1 (56). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodov-ispolzovaniya-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-dlya-preduprezhdeniya-prirodnyh-pozharov

5. Kusainov A.B. Upravlenie lesopozharnymi riskami: monografiya – Kokshetau: Akademiya grazhdanskoj zashchity im. M. Gabdullina MCHS Respubliki Kazahstan, 2024. – 138 s.

П. В. Максимов, И. А. Захаров, А. А. Кузьмичев, Б. Ж. Рахметулин

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

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ОРМАН ӨРТТЕРІН СӨНДІРУГЕ ҚАЖЕТТІ КҮШ ПЕН ҚҰРАЛДАРДЫ ЕСЕПТЕУДЕ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстан Республикасында орман өрттерін сөндіруге қажетті күш пен құралдарды есептеуді оптимизациялау үшін жасанды интеллект технологияларының қолданылуы талданады. Мақалада статистикалық модельдеуге негізделген бар мақсаттау әдістері қарастырылады және олардың кемшіліктері, әсіресе өрттердің болжанбайтын жағдайларында айқындалады. Ұлқен деректер көлемін талдау және өрттердің таралуын болжау үшін жасанды интеллект пайдалануды ұсыну, бұл пайда болатын қауіптерге дәлірек және уақтылы жауап беруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, шешім қабылдау процестерін жеделдету, өрт сөндіру стратегияларының дәлдігін арттыру және әр түрлі қызметтер арасындағы үйлестіруді жақсартуға мүмкіндік беретін арнайы автоматтандырылған жүйені әзірлеу және енгізу процесі сипатталады.

Түйінді сөздер: орман өрті, күш пен құралдар, жасанды интеллект, чат-бот, автоматтандырылған жүйе, жер картасы.

P. V. Maksimov, I. A. Zakharov, A. A. Kuzmichev, B. J. Rakhmetulin

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

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN ESTIMATING THE NECESSARY RESOURCES AND FORCES FOR WILDFIRE SUPPRESSION

Abstract. This article analyzes the application of artificial intelligence technologies to optimize the calculation of the necessary resources and forces for wildfire suppression in the Republic of Kazakhstan. The paper reviews existing planning methods based on statistical modeling and highlights their shortcomings, especially under the unpredictability of fire conditions. It proposes the use of artificial intelligence to analyze large volumes of data and forecast the spread of fires, allowing for more accurate and timely responses to emerging threats. The process of developing and implementing a specialized automated system is also described, which will accelerate decision-making processes, enhance the accuracy of firefighting strategies, and improve coordination among various services.

Keywords: forest fire, resources and forces, artificial intelligence, chatbot, automated system, geographic map.

Сведения об авторах / Information about the authors

Максимов Петр Викторович – профессор кафедры пожарной профилактики Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, улица Акан Серэ, 136. E-mail: maxmpv@mail.ru

Захаров Игорь Анатольевич – кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского центра Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, улица Акан Серэ, 136. E-mail: emercom.87@mail.ru

Кузьмичев Александр Андреевич – магистрант Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, улица Акан Серэ, 136. E-mail: kuzmichev2011@inbox.ru

Рахметулин Берик Жамбулович – заместитель начальника кафедры пожарной профилактики Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акан Серэ 136. E-mail: b.rahmetulin@mail.ru

Pyotr V. Maksimov – is a professor at the Department of Fire Prevention of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. 136 Akana Sere Street, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: maxmpv@mail.ru

Igor A. Zakharov – Candidate of Technical Sciences, head of the research center of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere street. E-mail: emercom.87@mail.ru

Alexander A. Kuzmichev – is a graduate student of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. 136 Akana Sere Street, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kuzmichev2011@inbox.ru

Berik Zh. Rakhmetulin – Deputy Head of the Department of Fire Prevention of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, Akan Sery Str. 136. E-mail: b.rahmetulin@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

УДК 51:37

Қ. С. Мұсабеков[1], Н. А. Абдрахманова[2]

[1]Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан
[2]Көкшетау қаласындағы Физика-математика бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі

ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНЫҢ СТУДЕНТТЕРІ МЕН КУРСАНТТАРЫНЫҢ СТАНДАРТТЫ ЕМЕС ОЙЛАУЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДАҒЫ МАТЕМАТИКАНЫҢ ЕРЕКШЕ РӨЛІ

Аңдатпа. Бұл жұмыста техникалық университет курсанттары мен орта білім беру мектебінің оқушыларының математика сабақтарында ойлауын қалыптастыру процесінің ерекшеліктері қарастырылған. Күрделі практикалық есептердің стандартты емес шешімдерін табу дағдыларын дамыту қажеттілігі атап өтіледі. Мұндай білім беруде курсанттардың математикалық дайындығына ерекше рөл беруге болады. Оқушылардың стандартты емес ойлауын тәрбиелеуде математиканың ерекше рөлін ежелгі гректер дәуірінен бүгінгі күнге дейінгі қоғамның даму тәжірибесі дәлелдеген. Сонымен бірге қоғам жақсы математикалық білімнің математика маңызды рөл атқармайтын қызмет салаларында табысқа жетуге мүмкіндік беретінін түсінді. Логикалық ойлауды дамыту процесіне математикалық есептерді шығару үлкен әсер етеді. Бұл жұмыста стандартты және стандартты емес есептердің айырмашылығын көрсетіп, стандартты және стандартты емес есептерді шешуге мысалдар келтіреді. Математикаға тұрақты және терең қызығушылықты дамыту процесіне есептерді стандартты емес жолмен шешу әдісі әсер етуі мүмкін. Жұмыста екі стандартты емес мәселенің шешімдері келтірілген.

Түйінді сөздер: стандартты есептер, стандартты емес есептер, логикалық пайымдаулар, Дирихле принципі.

Техникалық жоғары оқу орнында курсант даярлағанда күрделі есепті шешудің стандартты емес жолдарын іздеу дағдыларын, шектеулі уақыт аралығында практикалық есептердің тиімді шешімін таба білу дағдыларын қалыптастыру қажет. Бұл дағдылар төтенше жағдайлардың мамандарын дайындауды жақсартуға мүмкіндік береді. Бұл үдерісте курсанттардың математикалық ойлауын дамытуға және математикалық оқытуға ерекше рөл беруге болады. Бұл дағдылар төтенше жағдайлар жөніндегі мамандарды даярлауды жетілдіруге мүмкіндік береді. Бұл үдерісте курсанттарды математикалық дайындық пен курсанттардың математикалық ойлау дағдыларын дамытуға ерекше рөл бөлінуі қажет.

Математиканы орта мектепте және университетте оқытудың негізгі мақсаттарының бірі–оқушылардың ақыл-ой белсенділігін, ойлау қабілеттерін дамыту.

Барлық заманда оқу процесінде оқушылардың ойлау қабілетін дамытуға үлкен мән берілген. Жоғарыда аталған талаптарға толығырақ тоқталайық.

Ежелгі гректер заманынан бастап (Милеттік Фалес, Самостың Пифагоры) орта ғасырларға дейін жалғаса отырып, математиканы оқыту басқа ғылымдарға қарағанда филологияны, теологияны және т.б. оқытумен салыстырғанда әрқашан ерекше, жоғары орында болды. Математика сабақтарында интеллект жетілдіріледі, ойлау қабілеті дамып, ми үнемі жаттығып, жетілдіріліп отырады деп санаған.

Уақыт өте келе қоғам оның одан әрі дамуы үшін дарынды және қабілетті жастарды іріктеу қажет екенін түсіне бастады. Мұндай іріктеуді жүргізу үшін барлық ғылымдардың ішіндегі ең тиімдісі математика болып шықты. Осылайша қоғам біртіндеп өзінің интеллектуалды элитасын құра бастады.

Өз заманының ең қабілетті және көрнекті адамдары математиканың ойлау қабілетін жетілдіріп қана қоймай, математиканы әртүрлі ғылыми және практикалық мәселелерді шешуде қолдана білу қажеттілігін түсінді [1]. Біздің дәуірімізге дейінгі 585 жылы Милеттік Фалес Күннің тұтылуын осылай болжаған. Пифагорлықтар музыканың математикалық мәселелерін зерттеді. Орта ғасырларда И. Кеплер Күн жүйесі планеталарының қозғалысының өзінің үш заңын ойлап тапты және т.б..

Мұның бәрі математиканың барлық ғылымдар арасындағы ерекше рөлін көрсетеді және қоғамда білім беру жүйесінде математиканың артықшылығын айқындайды. Сонымен бірге ойлауды дамытудағы математиканың рөлін атап көрсете отырып, математикадан кім мықты болса, басқа ғылымдардан да мықты деген ұғым жиі айтылады.

Сонымен, адам өмірінің мыңжылдық тәжірибесі математиканы оқу процесінде логикалық ойлаудың ерекше белсенді түрде дамитынын көрсетті. Логикалық ойлауды дамытуда мектептегі және университеттегі математика курсында есептер мен жаттығуларды шешуге ерекше орын беріледі. Сонымен қатар математикалық есептер мен жаттығулар стандартты және стандартты емес [2] болып екіге бөлінеді.

Стандартты есептің келесі анықтамасын келтірейік.

Анықтама. Математикалық есептерді шешу үшін математика курсында дайын ережелер бар (кез келген түрде) немесе осы ережелер осы есептерді дәйекті қадамдар түрінде шешу бағдарламасын анықтайтын кез келген анықтамадан немесе теоремалардан тікелей туындайтын есептерді стандартты деп атаймыз.

Сонымен қатар, математика курсында стандартты есептерді шешудің жеке қадамдарын орындау үшін де әбден анықталған ережелер бар деп болжанады. Стандартты есептер шешілетін тақырыпты жақсы түсінуге және меңгеруге мүмкіндік береді.

1-Есеп. $A(1;1), B(2;1+\sqrt{3}), C(3;1)$ төбелері болатын үшбұрыштың дұрыс үшбұрыш болатындығын көрсетіңіз және оның ауданын есептеңіз.

Шешуі. Қарастырылып отырған есеп стандартты болып табылады, оны шешу үшін элементарлық және жоғары математикадан тиісті білімнің болуы жеткілікті. Мәселені шешу келесі қадамдар бойынша жүзеге асырылады.

1. ABC үшбұрышының қабырғаларының ұзындықтарын табайық және ABC үшбұрышының дұрыс екеніне көз жеткізейік.

2. Дұрыс үшбұрышта барлық бұрыштар бір-біріне тең және 60^0 тең.

3. Белгілі формула бойынша $S = \frac{1}{2}a^2 \sin 60^0$ дұрыс үшбұрыштың ауданын табамыз, мұнда a –үшбұрыштың қабырғасы.

Осы қадамдардың әрқайсысын орындау үшін сәйкес формулалар бар, олардың көмегімен біз мәселенің шешімін табамыз. Үшбұрыштың қабырғаларының ұзындықтарын табу үшін $A(x_1; y_1), B(x_2; y_2)$ нүктелер арасындағы қашықтықты есептеу формуласын $|AB| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ қолданамыз: $|AB| = \sqrt{(2-1)^2 + (1+\sqrt{3}-1)^2} = 2.$ Дәл осылай табамыз $|BC| = 2, |AC| = 2$. Сондықтан үшбұрыш дұрыс болады.

Үшбұрыштың ауданы жоғарыдағы формула бойынша есептеледі

$$S = \frac{1}{2} \cdot 2^2 \sin 60^0 = \sqrt{3}(\textit{кв.бір})$$

1-есепті шешуде осы үш кезеңнің амалдарын орындау курсанттарға белгілі сәйкес формулаларды есте сақтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде курсанттардың ой-өрісін одан әрі дамыту болып табылады.

Жоғары математикадан практикалық сабақтарды өткізу кезінде біз келесі жаттығуды кездестіреміз, оның шешімін студенттерге көрсеткен жөн.

2-Есеп. Келесі функция периодты емес екенін дәлелдеңдер

$$f(x) = \begin{cases} 0, \textit{егер } x = 0, \\ \sin \frac{\pi}{x}, \textit{егер } x \neq 0 \end{cases}$$

Бұл мәселені шешу үшін алдымен мына тұжырымды дәлелдейміз.

1-лемма. $f(x)$ периодтық функция және a тұрақты нақты сан болсын. Егер $f(x) = a$ теңдеудің ең болмағанда бір шешімі болса, онда бұл теңдеудің барлық шешімдерінің жиыны жоғарыдан да, төменнен де шектеусіз болады.

Дәлелдеу. $f(x)$ функциясы T периоды бар периодты функция деп есептейік. Сонда $l \cdot T$ сандары да $f(x)$ функцияның периодтары, мұнда $l \neq 0, l \in Z, Z -$ бүтін сандар жиыны болып табылады.

$f(x) = a$ теңдеудің $x_0 -$ шешімі бар болсын, яғни $f(x_0) = a$. Онда $f(x_0 + l \cdot T) = f(x_0) = a$. Демек, $x_0 + l \cdot T$ сандары да $f(x) = a$ теңдеудің шешімі болып табылады. Бұл жағдай осы теңдеудің барлық шешімдерінің жиыны шектелмеген жиын екенін білдіреді. Лемма 1 дәлелденді.

Енді 2-есепті шешуге көшейік. $f(x)$ функциясы периодты деп алайық. $f(x) = 0$ теңдеудің шешімі бар, ол $x_0 = 0$ өйткені $f(0) = 0.$ Осыдан кейін $\sin \frac{\pi}{x} = 0$ теңдеудің нөлдік емес шешімдерін табайық. Бұл теңдеудің шешімі $\frac{\pi}{x} = \pi \cdot k, k \neq 0, k \in Z$ болады, осыдан шығады, $x = \frac{1}{k}, k \in Z \setminus \{0\}$ Демек, $f(x) = 0$ теңдеудің барлық мүмкін шешімдері $M = \{0; \frac{1}{k} | k \in Z \setminus \{0\}\}$ жиынды құрайды. Сонымен қатар $M \subset [-1;1]$, ал бұл

M жиыны шектеулі болады дегенді білдіреді. Бірақ бұл 1-лемманың тұжырымына қайшы келеді. Сондықтан $f(x)$-периодтық функция деген болжам дұрыс емес. $f(x)$ функциясы периодты функция емес.

2-есеп те стандартты болып табылады, өйткені 2-есептің шешімі тікелей 1-леммадан шығады.

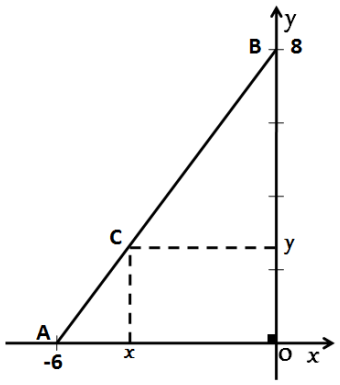
Оқушылардың логикалық ойлауын дамытуда стандартты емес есептерді шешудің маңызы зор.

Анықтама [2]. Стандартты емес есептер – бұл есептерді шешу үшін математика курсында нақты бағдарламасын анықтайтын жалпы ережелер мен анықтамалары болмайды.

Стандартты емес тапсырмалардың мысалдарын қарастырайық.

3-Есеп. Теңдеулер жүйесін шешіңіз

$$\begin{cases}\sqrt{x^2+y^2+12x+36}+\sqrt{x^2+y^2-16y+64}=10,\\ 5y^2-8x^2=8.\end{cases} \quad (1)$$



1 сурет

Шешімі. Бастапқы теңдеулер жүйесін тікелей шығарса, оның шешімі күрделі теңдеуге әкеліп, оның шешімі табылуы қиындық тудырады. Бұл жерде есепті шешудің басқа жолын қарастыру керек. Сондықтан бұл теңдеулер жүйесі стандартты емес теңдеулер болып келеді.

Жүйенің бірінші теңдеуін зерттейік. Бұл теңдеуді былай жазуға $\sqrt{(x+6)^2+y^2}+\sqrt{x^2+(y-8)^2}=10$ болады.

Содан кейін тік бұрышты декарттық координаталар Oxy жүйесінде $A(-6;0), B(0;8)$ нүктелерді қарастырайық. Онда OAB тікбұрышты үшбұрышта OA және OB катеттері сәйкесінше ұзындықтары 6 және 8 болатын, ал гипотенузаның ұзындығы $|AB|^2=|OA|^2+|OB|^2=6^2+8^2=100$, яғни $|AB|=10$ болады.

Демек, егер AB кесіндідегі ерікті $C(x,y)$ нүктені алсақ, онда жүйенің бірінші теңдеуі AC мен CB қашықтықтардың қосындысын өрнектейді, сондықтан (1) жүйенің бірінші теңдеуін AB кесіндісінің қарапайым $AB: y=\frac{4}{3}x+8, -6\le x\le 0$ теңдеуімен ауыстыруға болады.

Нәтижесінде, бізде бастапқы теңдеулер жүйесін шешуге арналған келесі шешу жолы алгоритмі пайда болады.

1.Бастапқы (1) теңдеулер жүйесін қарапайым жүйемен ауыстырамыз

$$\begin{cases}y=\frac{4}{3}x+8,\\ -6\le x\le 0,\\ 5y^2-8x^2=8.\end{cases} \quad (2)$$

2. (2) жүйедегі екінші теңдеу гипербола теңдеуі болып табылады

$$\frac{5}{8}y^2-x^2=1.$$

3. Кесіндісі мен гиперболаның қиылысу нүктесін табамыз.

4. Табылған шешімнің $-6 \le x \le 0$ шарты қанағаттандыратындығын тексереміз.

Оқушылар әрбір қадамды ретімен орындай алады, яғни қолжетімді.

Сондықтан (2) жүйенің теңдеулерін шешуге көшеміз.

$5\cdot(\frac{4}{3}x+8)^2-8x^2=8,$ осыдан шешімі бар квадрат теңдеуін аламыз $x^2+120x+351=0$, яғни $x_1=-3, x_2=-117.$ Мұнда $-6\le x_1<0,$ сондықтан $x_1=-3$ шешімі болады. Табамыз $y_1=\frac{4}{3}x_1+8=4.$ Сонда $x_1=-3, y_1=4$ берілген (1) жүйенің шешімі болады. $x_2=-117\notin[-6,0]$ мәні кірмегендіктен $x_2=-117$ жүйенің шешімі бола алмайды.

Жауабы: $x=-3;\ y=4.$

Осылайша стандартты емес (1) теңдеулер жүйенің шешімін тізбекті түрде екі қадамның орындалуына әкелдік.

1) (1) стандартты емес жүйені, эквивалентті қарапайым стандартты теңдеулер жүйесімен (2) ауыстырылды.

2) (2) жүйенің шешімін таптық, ол (1) теңдеулер жүйесінің шешімі болып табылады.

Бұл жерде ең маңыздысы (1) стандартты емес жүйені, қарапайым стандартты (2) жүйеге ауыстыру болып табылады. Мұндай алмастырудың жалпы ережелері жоқ. (1) жүйенің теңдеулеріне талдау жүргізіп, (1) жүйенің бірінші теңдеуі *AB* кесіндісінің теңдеуі болатынын болжап білу қажет. (1) теңдеулер жүйесін (2) теңдеулер жүйесіне дейін келтіру оқушыны таңқалдырып, қызығушылығын тудырады, ал бұл математикаға деген терең қызығушылығын арттырады және логикалық ойлау дағдысын дамытады.

Келесі стандартты емес есепті қарастыруға көшпес бұрын, алдымен көрнекті неміс математигі Питер Густав Лежен Дирихле (1805-1859) есімімен аталатын математикалық тұжырымды келтірейік. Бұл әдістің идеясы әдетте қарапайым және әзіл түрінде тұжырымдалады: «егер 7 ұяшықта 8 қоян болса, ұяшықтардың бірінде кем дегенде екі қоян отыр».

Бұл мәлімдеменің неғұрлым қатаң тұжырымын келтірейік.

1-Теорема (Дирихле принципі [3]). $n-$сыныптар және $m-$пәндер болсын. Егер $m>n$ болса, онда барлық $m-$пәндерді сыныптарға қойсақ, онда тым болмаса бір сыныпқа кем дегенде екі пән түседі.

Дәлелдеуі. (Кері жору) Айталық, әр сыныпқа бір пәннен артық түскен жоқ. Сонда $n-$сыныптар бар болғандықтан, m пәндер $n-$нен артық болмайды, яғни $m\le n$ шығады. Бірақ бұл берілген $m>n$ теңсіздікке қайшы келеді. Демек, әр сыныпқа ең көбі бір ғана пән түседі деген болжам дұрыс емес. Сондықтан бір сыныпқа кемінде екі пән түседі. 1-Теорема дәлелденді.

Айта кетейік, әрбір нақты тапсырмада сәйкес сыныптар мен элементтерді Дирихле принципі бойынша таңдау нақты анық бола бермейді. Дирихле принципі қолданылған жағдайда пайымдаудың нақтылығы үшін әдетте "қояндар" мен "торлар" қолданылады.

Математиканы оқытуда оқушылардың білімді меңгеруін белсендіру үдерісінің маңызы зор. Алайда оқушыны белсенді білім алуға ынталандыру әрқашан мүмкін бола бермейді. Кейде тіпті қабілетті оқушылардың да математикаға қызығушылық танытпайды. Бұл олардың математиканы түсінбейтіндігімен, терең білім алуға күш салғысы келмейтіндігімен түсіндіріледі.

Мына [4, 5] жұмыста атап өткендей: « ... оқушының пәнге деген көзқарасын өзгертудің бірінші түрткі жағдайы таңқалдыру болуы мүмкін: күтпеген ассоциациялар, белгілі фактіні әдеттен тыс, басқаша жеткізу, әртүрлі баламалармен». Көптеген математикалық және интеллектуалдық ойындар осы қасиеттерге ие. Осындай ойынның мысалын қарастырайық.

4-есеп. Мысық Базилио Буратиноға 3×3 ғажайып шаршы $0,1,-1$ сандарынан құрастырса, керемет құпияияны ашатынын айтты. Ғажайып щаршының көлденеңнен, тігінен, үлкен диагональдарынан құрастырған сандар қосындысы әртүрлі сандар болуы керек. Буратино ғажайып шаршы құрастыра алама?

Бұл есептің шешімі 5-11 сынып оқушыларына қолжетімді. Ғажайып шаршыны табу процесін тыңдаушылар арасында ойын ретінде ұйымдастыруға болады. Көбінесе балалар біздің ойынымызға ұқсас "крестер мен нөлдер" ойынын ойнағанды ұнатады. Сондықтан есептің ережелерін тез түсінетін болады. Осыдан кейін керемет квадратты іздеу процесін бастауға болады. Оқушылар бұл шаршыны әртүрлі нұсқалар арқылы іздеуі мүмкін. Ойыншыларды қызықтыру үшін жеңімпазға сыйлық тағайындауға болады.

Ғажайып шаршыны табу ережесін толық түсіндіру үшін белгілі бір шаршыда ойынды бастамас бұрын көлденеңнен, тігінен және үлкен диагональдар бойынша қосындылардың қалай жасалатынын көрсетуге болады. Қарастырылып отырған квадрат үшін қосындыларды табамыз көлденеңнен:

S_1	**1**	**0**	**-1**
S_2	**0**	**1**	**1**
S_3	-1	0	1
	S_4	S_5	S_6

$S_1 = 1+0-1=0,\ S_2 = 0+1+1=2,\ S_3 = -1+0+1=0;$

тігінен: $S_4 = 1+0-1=0,\ S_5 = 0+1+0=1,\ S_6 = -1+1+1=1;$ диагональыннан:

$S_7 = 1+1+1=3,\ S_8 = -1+1-1=-1.$

Бұл шаршы ғажайып бола алмайды, себебі $S_1 = S_3 = S_4,\ S_5 = S_6.$

Осындай түсініктемеден кейін ойын процесін бастауға болады. Біраз уақыт іздеуден кейін мәселені толық шешуге болады. Ғажайып шаршының болмайтындығын көрсетейік. Ең алдымен, көлденеңнен, тігінен және үлкен диагональдардағы шамалардың өзгеруі мүмкін болатын шекті сандарды анықтап алайық. Мұнда біз қорытындылайтын үш ұяшықтағы сандардың қосындысы, егер барлық үш ұяшықта (-1) саны болған кезде ғана ең кіші мәнді (-3) қабылдайды, Үш ұяшық қосындысының ең үлкен мәні 3 санын береді, бұл барлық үш ұяшықта 1 саны болған кезде. Осылайша, біз есептейтін қосынды S: -3-тен 3-ке дейінгі аралықта болуы мүмкін.

Шаршы ғажайып болуы үшін $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8$ қосындылар әртүрлі болуы керек. Бірақ -3 пен 3 аралығында 7 әртүрлі сандар болуы мүмкін, мысалы $S_1 = -3, S_2 = -2, S_3 = -1, S_4 = 0, S_5 = 1, S_6 = 2, S_7 = 3.$

Сондықтан $-3 \le S_8 \le 3$ аралығындағы болғандықтан Дирихле принципі бойынша ол $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ қосындылардың бірімен сәйкес келеді. Бірақ бұл ғажайып шаршыны құрастыру мүмкін емес дегенді білдіреді.

Қарастырылып отырған ойын түріндегі есептің өзіндік артықшылықтары бар:

1. 4 есептің жауабы күтпеген нәтижеге ие болды - ғажайып шаршы құрастыру мүмкін емес болып шықты.

2. Буратино шаршылардың көптеген нұсқаларын қалағанша құрастыра алады, бірақ ол есептің толық шешімін бермейді. Толық шешімге Дирихле принципі арқылы пайымдаудың стандартты емес логикасы арқылы қолжеткізуге болады.

Қорытындылай келе, егер математикадан оқушыларға білім беру бағдарламасын сәйкесінше құрастырса, олардың стандартты емес ойлауды қалыптастыруға болатын математикалық әдістердің (Дирихле принципі, инварианттар, логикалық есептер және т.б.) бай жиынтығы бар.

Әдебиеттер тізімі

1. Тихомиров В. М. О математике и ее преподавании в школе // Математика в школе. 2011. – № 2. – С. 60-68.

2. Фридман Л. М., Турецкий Е. Н. Как научиться решать задачи. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.

3. Тонких А. П. Математика. Книга 2. – М .: КДУ, 2008. – 444 с.

4. Любимова В. В. "Математические" вопросы в интеллектуальных играх // Математика в школе. – 2016. – № 2. – С.75-80.

5. Шуба М. Ю. Учим творчески мыслить на уроках математики // Математика в школе. – 2013. – № 10. – С. 31-42.

References

1. Tihomirov V. M. O matematike i ee prepodavanii v shkole // Matematika v shkole. – 2011. – № 2. – S. 60-68.

2. Fridman L.M., Tureckij E.N. Kak nauchit'sya reshat' zadachi. – M.: Prosveshchenie, 1989. – 192 s.

3. Tonkih A. P. Matematika. Kniga 2. – M .: KDU, 2008. – 444 s.

4. Lyubimova V.V. "Matematicheskie" voprosy v intellektual'nyh igrah // Matematika v shkole. – 2016. – № 2. – S.75-80.

5. Shuba M. Yu. Uchim tvorcheski myslit' na urokah matematiki // Matematika v shkole. – 2013. – № 10. – S. 31-42.

К. С. Мусабеков[1], Н. А. Абдрахманова[2]

[1]*Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан*
[2]*Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления, Кокшетау, Казахстан*

ОСОБАЯ РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В ФОРМИРОВАНИИ НЕСТАНДАРТНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ И КУРСАНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Аннотация. В данной работе рассматриваются особенности процесса формирования мышления курсантов технического вуза на уроках математики. Отмечается необходимость воспитания навыков поиска нестандартного решения сложных проблем практики. В таком воспитании особая роль может быть отведена математической подготовке курсантов. Особая роль математики в воспитании нестандартного мышления обучаемых установлена опытом развития общества от времен древних греков и до настоящего времени. При этом общество осознало, что хорошее математическое образование позволяет достигать успехов и в таких сферах деятельности, где математика не играет главную роль. На процесс формирования логического мышления большое влияние оказывает решение математических задач. В работе показано различие между стандартными и нестандартными задачами, приведены примеры решения стандартных и нестандартных задач. На процесс выработки устойчивого и глубокого интереса к математике, влияние может оказать метод решения задач нестандартным способом. В работе приведены решения двух нестандартных задач.

Ключевые слова: стандартные задачи, нестандартные задачи, логическое мышление, принцип Дирихле.

K. S. Mussabekov[1], N. A. Abdrakhmanova[2]

[1]*Kokshetau University named Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan*
[2]*Nazarbayev Intellectual School of Physics and Mathematics in Kokshetau, Kazakhstan*

THE SPECIAL ROLE OF MATHEMATICS IN THE FORMATION OF NON-STANDARD THINKING OF STUDENTS AND CADETS OF TECHNICAL UNIVERSITIES

Abstract. In the paper considered aspects of the shaping of thinking of a technical university student at the mathematics lessons. Emphasized the need of education of nonstandard solution search skill of deep problems of practice. In such education special role could be given to mathematical training of students. Special role of mathematical in training of nonstandard way of thinking of students is established by the experience of society development since the time of antient Greece up to present days. At the same time society realized that good mathematical education allows to achieve success in areas where mathematics does not play a major role. The process of formation of logical thinking is greatly influenced by the solution of mathematical problems. The paper demonstrates the difference between standard and non-standard problems, examples of solving standard and non-standard problems are given. The process of developing a stable and deep interest in mathematics can be influenced by the method of solving problems in a non-standard way. The paper presents solutions to two non-standard problems.

Keywords: standardized problems, non-standardized problems, logical thinking, Dirichlet's principle.

Авторлар туралы мәлімет / Information about the authors

Қалимолла Сұлтанұлы Мұсабеков – физика-математика ғылымдарының кандидаты, ШоқанУәлиханов атындағы Көкшетау университетінің физика, математика және информатика кафедрасының доценті. Қазақстан, Көкшетау, Абай к-сі, 76. E-mail: it.kgu@mail.ru

Нұржамал Айдарханқызы Абдрахманова – Көкшетау қаласының физика-математика бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінің сарапшы-мұғалімі. Қазақстан, Көкшетау, Тілеулин көшесі, 59.E-mail: abdrakhmanova_n@kt.nis.edu.kz

Kalimulla S. Musabekov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics, Mathematics and Computer Science of the Shokan Ualikhanov Kokshetau University. Kazakhstan, Kokshetau, 76 Abaya Street. E-mail: it.kgu@mail.ru

Nurzhamal A. Abdrakhmanova – The teacher is an expert of the Nazarbayev Intellectual School of Physics and Mathematics in the city of Kokshetau. Kazakhstan, Kokshetau, 59 Tleulina str. E-mail: abdrakhmanova_n@kt.nis.edu.kz

УДК 355.233

С. К. Имиров

Национальный Университет обороны Республики Казахстан, Астана, Казахстан

О ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЕ КУРСАНТОВ АКАДЕМИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И РОЛЬ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА В ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ

Аннотация. В статье проанализированы правовые ценности и нормы, которыми руководствуются курсанты и профессорско-преподавательский состав, правовые знания, объективное отношение личности и общества к праву. Особое значение это приобретает в воинской среде, где вопросы правовой культуры должны быть возведены в идеалы и в непреложные ценности. Определено что развитие правовой культуры военнослужащих является необходимым условием формирования правовой жизни общества, так как они, как граждане страны представляют часть гражданского общества и осуществляют свою деятельность в рамках, установленных военным законодательством. Предложены критерии для оценки уровня правовой культуры курсантов.

Ключевые слова: правовая культура, курсант, личность, военнослужащий, критерии оценки.

Одним из условий существования демократического, правового государства является признание высшей ценностью человека, его прав и свобод, определяемых в нашей стране Конституцией Республики Казахстан, которая в строгом соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права признаёт соблюдение и защиту прав и свобод человека и гражданина – обязанностью государства [1].

Вместе с тем, правовой нигилизм и низкая правовая сознательность отдельных граждан приводит к совершению различных правонарушений, представляющих в некоторой степени угрозу для дальнейшего поступательного развития общества и государстве.

После «январских событий» 2022 года в Казахстане последовательно и своевременно, путем республиканского референдума были проведены конституционные реформы [2], направленные на усиление защиты конституционных ценностей, обеспечение прав и свобод граждан, развитие демократизации и укрепление правозащитных механизмов, а также повышение ответственности граждан страны [3].

5 ноября 2022 года Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев, публично подписал ряд законов РК по итогам состоявшегося 5 июня 2022 года республиканского референдума о внесении изменений и дополнений в Конституцию страны [4].

Безусловно, проводимые правовые и демократические реформы будут способствовать повышение правовой активности граждан и стремлении отстаивать свои права и свободы, что предполагает проведение активной работы по повышению правовой культуры граждан.

Глава государства Касым-Жомарт Кемелевич Токаев в своем выступлении на сессии Ассамблеи народа Казахстана подчеркнул необходимость повышения

правовой культуры граждан. Так он подчеркнул: «*Следует последовательно повышать правовую культуру людей, культивировать в общественном сознании созидательные ценности. Каждый гражданин должен оценивать свои слова и действия с точки зрения закона, четко понимать правовые последствия своих поступков. «Плюрализму – да, радикализму – нет» – этот принцип остается незыблем», - сказал Касым-Жомарт Токаев* [5].

Объектом правовой культуры является право, которое рассматривается в рамках основных концепций теории права – социологической, нравственной и нормативной. Право – это юридическое понятие, а культура имеет философское значение. Таким образом, в совокупности право и культура представляет собой нравственное и нормативное положения.

По мнению российского ученого Ю. В. Сорокина, право и культура создают правила поведения человека, социальной группы и всего общества, которая живет в определенной культурной среде. И право и культура регулируют различные группы отношений: межличностные, межгрупповые, отношения человека и общества, общества и государства [6].

Анализ основных подходов к понятию и сущности правовой культуры показывает, что, несмотря на некоторое различие, существует достаточно общее понимание его как одной из форм правосознания и социального поведения как личности, так и группы людей, или общества в целом.

Так, в Википедии дано определение правовой культуры как – общий уровень знаний и объективное отношение общества к праву; совокупность правовых знаний в виде норм, убеждений и установок, создаваемых в процессе жизнедеятельности. Проявляется в труде, общении и поведении субъектов взаимодействия. Формируется под воздействием системы культурного и правового воспитания и обучения [7]. В зависимости от носителя правовой культуры различаются три ее вида: правовая культура общества; правовая культура личности; правовая культура группы [8].

Таким образом, правовая культура - это высокая правовая грамотность и уровень правосознания общества, личности и группы людей, уважение человека к праву и правовым отношениям, умение гражданина самостоятельно ориентироваться в различных правовых ситуациях и принимать правильные решения, соотносить свое поведение с существующими нормами права.

Правовая культура включает в себя:

– правовые ценности и нормы, которыми руководствуется личность, группа людей и в целом общество;

- правовые знания, объективное отношение личности и общества к праву;

- уровень *правосознания* личности и правовая деятельность общества в процессе жизнедеятельности.

Эти *три компонента* и представляют правовую культуру.

Соблюдение правовых норм непосредственно связано с сознанием человека, его установками, ценностями и правовой грамотностью. Безусловно, высокий уровень правовой культуры человека способствует правомерному и законопослушному поведению в обществе. Правовая культура начинается с уважения прав других, по принципу: «Права и свободы человека заканчиваются там, где начинаются права и свободы другого».

Предназначение правовой культуры можно рассматривать в двух аспектах:

в-первых, правовая культура аккумулирует все ценности, созданные в сфере права на протяжении всего исторического процесса развития общества;

во-вторых, правовая культура является одним из элементов общей культуры человека, которая регламентирует уровень правовых отношений гражданина, даёт ориентиры законопослушного поведения в любых условиях.

Правовая культура охватывает все ценности, которые созданы деятельностью людей в области права. Она охватывает право, правосознание, правовые отношения, законность и правопорядок, в том числе и правовой менталитет нации и отдельных категорий граждан [9].

По мнению Е.В. Моисеевой, правовое общество невозможно без высокой правовой культуры населения, а деятельность государства по укреплению правопорядка - без ее неуклонного повышения. Правовая культура представляет собой разновидность общей культуры, но относящаяся к правовой действительности. При этом правовая культура включает лишь то, что есть в правовых явлениях относительно прогрессивного, социально полезного и ценного. Она не только результат, но и способ деятельности, и в этом смысле духовная правовая культура понимается как образ мышления, нормы и стандарты поведения [10].

Полагаю, что основными характеристиками правовой культуры общества является понимание каждым человеком роли права в жизни общества, правовые знания и осознанная готовность следовать правовым нормам, уважение к правовым ценностям и нормам.

Эти качества проявляются в повседневном труде, общении и поведении человека или группы людей. На правовую культуру человека влияют: социальная среда (окружение) и уровень общественных отношений; социально-экономические условия и существующие правовые нормы; состояние законности и правопорядка в стране, а также состояние идеологической и правовоспитательной деятельности государства.

Как отметил выдающийся советский педагог В.А. Сухомлинский: «В основе нравственной убежденности лежат чувства. Дорожка от нравственного понятия к нравственному убеждению начинается с поступка, с привычки» [11].

В любом правовом государстве проводится целенаправленная работа и принимаются меры по повышению правовой культуры в обществе и среди граждан, как важной составляющей в укреплении правосознания людей.

Согласно толковому словарю С.И. Ожегова [12] «правосознание - это совокупность взглядов на действующее право, на существующие правовые нормы. В юридической литературе дается следующее определение правосознанию - это одна из форм или областей человеческого сознания, явление идеальное, непосредственно не наблюдаемое. То есть правосознание - это совокупность идей, взглядов, представлений о том, каким должно быть право с точки зрения его справедливости и целесообразности [13].

По мнению ученых, правосознание нуждается в систематическом рациональном формировании убежденного чувства справедливости, стимулировании, позитивном социальном развитии, т.е. правовом воспитании, которое выступает системой мер, направленных на интеграцию в сознании людей политико-правовых идей, норм, принципов, представляющих ценности мировой и национальной правовой культуры [14].

К числу наиболее важных принципов правовой культуры Республики Казахстан можно отнести: легитимность государственной власти, взаимная ответственность государства и личности, разделение властей, высокий уровень законности, единство естественного и позитивного права [15].

По мнению кандидата политических наук, начальника кафедры Казахского национального педагогического университета им. Абая Г. Р. Абсаттарова: «правовая культура казахстанцев отражает идейно-правовое состояние казахстанского общества на определенном историческом этапе, характеризует уровень *правосознания*, знание права, уважение к закону. Состояние и развитие правового сознания народа Казахстана - это не только уровень развития нормативных и индивидуальных юридических актов Казахстана, это еще и уровень развития всей правовой деятельности, уровень развития всего права, это право - психологический, социально-политический климат, правовые ценности, идеалы, традиции и обыкновения и, главное, это реальное правовое, социально-политическое положение личности, уровень ее прав и свободы поведения, гарантированных государством» [16].

По мнению известного казахстанского ученого-юриста А.С. Ибраевой «..правовая культура есть совокупность положительных явлений в правовой жизни общества, а также степень усвоение обществом правовых ценностей. От уровня правовой культуры общества зависит будущее гражданского общества» [17].

В Республике Узбекистан повышение правовой культуры и правосознания населения являются фундаментальными принципами справедливого и процветающего общества. Как отметил доктор юридических наук, профессор М.Х. Рустамбаев: [18]. «С провозглашением государственной независимости Узбекистан выбрал путь создания гуманного демократического правового государства, формирование гражданского общества, понимаемого в качестве социального пространства, где верховенствует закон, который не только не противоречит, но и способствует развитию человека, реализации интересов личности, максимальному функционированию ее прав и свобод. Обеспечение верховенства закона, усиление охраны прав и интересов личности, семьи, общества и государства, повышение правовой культуры и правосознания населения, воспитание законопослушных граждан – это не только цель, но и средство, важнейшее условие построения подлинно демократического, правового государства и гражданского общества с развитой рыночной экономикой».

О мерах по повышению правовой культуры в обществе и государстве свидетельствуют арсенал нормативно-правовых актов, принятых в Республике Узбекистан [19]. В 1997 году, на основании Указа Президента Республики Узбекистан «Об улучшении правового воспитания и повышении правовой культуры населения» [20] принята «Национальная программа повышения правовой культуры в обществе» [21]. В 2019 году издан новый Указ Президента Республики Узбекистан «О коренном совершенствовании системы повышения правосознания и правовой культуры в обществе».

Важнейшим компонентом правовой культуры выступает правовоспитанность, без которой невозможно правомерное поведение. При этом каждый человек должен начинать с себя: повышать свои правовые знания и правовую культуру, он должен сам изучать, понимать, знать и уметь применять законы, которые регулируют его собственную жизнью.

В современном казахстанском в обществе, в последние годы, происходит разрушение нормативных образцов поведения: меняются цели, мотивы разных сфер деятельности людей, происходит переориентация ценностей. Имеющая место трансформация общественного сознания остро нуждается в изучении воспитательного потенциала правовой культуры, поскольку существующие проблемы вносят изменения в правовые взаимоотношения между людьми, приводят к доминированию карьерных, эгоистических установок.

Особое значение эта проблема приобретает в воинской среде, где вопросы правовой культуры должны быть возведены в идеалы и в непреложные ценности. Развитие правовой культуры военнослужащих является необходимым условием формирования правовой жизни общества, так как они, как граждане страны представляют часть гражданского общества и осуществляют свою деятельность в рамках, установленных военным законодательством.

Так, защита Отечества является священным долгом и конституционной обязанностью каждого гражданина Республики Казахстан, соответственно воинская служба является особым видом государственной службы военнослужащих Вооруженных сил, других войск и воинских формирований Республики Казахстан. Особый вид государственной службы предусматривает особый статус военнослужащего, особые права и обязанности, а также социальные льготы и ограничения.

Нравственной и правовой основой воинской службы для гражданина РК является принятие военной присяги на верность народу Казахстана. Военная присяга является нормативно-правовым документом, текст которого утвержден Указом Президента Республики Казахстан.

Кроме того, как сама военно-социальная среда, так и условия воинской службы, а также межличностные отношения в воинских коллективах являются факторами формирования правомерного или неправомерного поведения военнослужащих.

Жизнь, быт и служебно-боевая деятельность Национальной гвардии Республики Казахстан (НГ РК), регламентируется правовыми нормами Конституции Республики Казахстан, законами Республики Казахстан, военной присягой, воинскими уставами, приказами, наставлениями и инструкциями.

В соответствии с законом РК «О Национальной гвардии Республики Казахстан» правовой основой деятельности НГ РК составляют Конституция РК, законы и иные нормативные акты, а военнослужащие НГ РК при выполнении возложенных на них обязанностей, являются представителями власти и находятся под защитой государства. Кроме того, условия воинской службы предполагают тесное взаимодействие и сотрудничество, взаимопомощь и кооперацию между субъектами социальных отношений, что предполагает наличие большого числа контактов между людьми, проявление доверия к ним.

Успешное выполнение НГ РК возложенных задач по обеспечению безопасности общества и государства, защиты прав личности и гражданина от преступных или иных противоправных посягательств зависит от знаний и глубокого уважения личным составом законов РК, воинских уставов и других нормативно-правовых актов, а также беспрекословного и сознательного выполнения приказов командиров и начальников, соблюдения законности и правопорядка.

Важным компонентом профессиональных и морально-деловых качеств военнослужащих НГ РК является правовая культура, предусматривающий высокую правовую грамотность и уровень правосознания, уважение к праву и правовым отношениям, умение самостоятельно ориентироваться в различных правовых ситуациях и принимать правильные решения, соотносить свое поведение с существующими нормами права. В свою очередь, это предполагает осознанное соблюдение военнослужащим требований законов, военной присяги, общевоинских уставов и приказов командиров (начальников).

Наличие правовой культуры в большей степени относится к офицерским кадрам, поскольку нельзя грамотно осуществлять руководство действиями подчиненных без знания и правильного понимания требований военного законодательства, других законов и нормативно-правовых актов Республики Казахстан, обеспечения личной примерности в их соблюдении.

Формирование правовой культуры офицеров НГ РК, интенсивно происходит в период их обучения в Академии НГ РК (Академия НГ), в которой налажена стройная система воспитательной и социально-правовой работы с курсантами.

Содержание правовой культуры курсантов Национальной гвардии Республики Казахстан определяются - Конституцией Республики Казахстан, законами Республики Казахстан «Об обороне», «О Национальной гвардии Республики Казахстан», «О воинской службе и статусе военнослужащих», Указами Президента Республики Казахстан, Постановлениями Правительства Республики Казахстан, военной доктриной, приказами и директивами МВД Республики Казахстан, Главнокомандующего Национальной гвардией Республики Казахстан.

Повседневная деятельность курсантов НГ РК имеют свою особую специфику и особенности. Объясняется это тем, что их профессиональная деятельность, весь уклад жизни и быта направлены на решение получение воинской специальности, предусматривающий выполнение важных государственных задач, участия в общественной жизни государства, управление подчиненным подразделением, воинским коллективом.

Курсант НГ РК, как гражданин своего государства и член казахстанского общества в свободное от службы время вступает в отношения с другими гражданами, государственными служащими, общественными организациями для решения личных проблем и реализации своих прав, не связанных с прохождением воинской службы. Кроме того, курсанты, реализуя свои конституционные права, участвуют в жизни общества и государства, а при выполнении служебных обязанностей обязаны соблюдать законность и правопорядок. Соответственно, высокое правосознание и правовая культура курсантов позволяет качественно выполнять ими своих обязанностей, с достоинством и честью представлять НГ РК в глазах граждан.

Таким образом, правовую культуру курсантов НГ РК, на мой взгляд, нужно рассматривать как – часть общей культуры, совокупность правовых знаний, норм и ценностей, уровень правосознания и отношения к законам, воинским уставам, а также гражданской ответственности, пренебрежительное отношение к любым фактам правонарушения, выполняющих функцию социальной и правовой ориентации в условиях прохождения воинской службы и общественной жизни.

Вопросы правовой культуры курсантов НГ РК, необходимо рассматривать, как «обусловленную спецификой воинской службы его правовую подготовленность к

профессиональной деятельности, которая находит своё внешнее проявление в организаторской и правовоспитательной деятельности, основанной на знании ими законодательства страны, правильном его понимании и глубоким уважении, исполнении и применении в соответствии с предусмотренными в законах целями».

В связи с этим, возрастает роль профессорско-преподавательского состава Академии НГ РК, осуществляющих подготовку офицеров тактического звена по восьми специальностям. Кроме того, с 2023 года в Академии осуществляется подготовка магистрантов оперативно-тактического уровня.

Усилия органов военного управления НГ РК, профессорско-преподавательского состава Академии НГ РК необходимо направить на повышение правовой культуры курсантов, что позволит сформировать у будущих офицеров таких важных качеств, как: беспрекословного уважения к законам и воинским уставам, гражданской ответственности – как основы социального поведения, пренебрежительное отношение к любым проявлениям правового нигилизма и к фактам правонарушений.

Вместе с тем, изучая вопросы, связанные с состоянием правовой культуры курсантов НГ РК, мы может утверждать, что она имеет свою специфику, поскольку нормативные отношения в процессе прохождения воинской службы воспринимаются курсантами неоднозначно, подавляющая их часть имеет низкую правовую культуру, а поведение отдельных курсантов не всегда можно назвать законопослушным. Об этом свидетельствуют статистические данные о совершенных преступлениях как курсантами Академии НГ, так и ее выпускниками в войсках за период с 2013 по 2023 гг.

Стоящие перед преподавателями задачи по формированию у курсантов правовой культуры, требуют использования современных подходов в обучении и воспитании. Формы и методы ВиСПР с курсантами определяются Руководством по организации ВиСПР с личным составом НГ РК а также тематикой занятий по государственно-правовой подготовке с личным составом, правового всеобуча.

Формирование правовой культуры курсантов, должно стать одним из важных направлений деятельности как руководства Академии НГ РК и командиров учебных групп, так и профессорско-преподавательского состава, поскольку проникает в область правовой идеологии, мировоззрения, укрепляет их правовые чувства, убеждения и установки курсантов.

По мнению Иванова А.А., содержание процесса формирования правовой культуры у курсантов военно-учебных заведений представляет совокупность его элементов: правосознание, правовое мировоззрение, правовое мышление, правовое поведение. Правовое мировоззрение выступает как социальное, имеющее ярко выраженное целевую направленность, охватывающее всю совокупность важнейших ценностных компонентов правовой реальности, явление. Правовое мировоззрение в формировании правовой культуры курсанта играет главную роль, выступая в роли внутреннего организатора правового поведения, определяет жизненные стремления, характер и содержание потребностей, мотивы деятельности. В целом, правовое мировоззрение определяет жизненную позицию, возможности и эффективность деятельности курсантов в правовой области. Правовое мышление, в свою очередь, выступает способом организации мыслительного процесса, включающего в себя осознанное соблюдение правил и законов. Правовое мышление связано со способностью курсанта диалектически мыслить, логически грамотно разрешить

возникающие противоречия на основе принципов, законов и категориального аппарата юриспруденции.

Выделим основные составляющие системы формирования правовой культуры у курсантов.

1. Основной этап формирования правовой культуры курсантов – это освоение основной образовательной программы высшего образования, в рамках которого предусмотрены изучение и правовых дисциплин («Основы права», «Основы антикоррупционного законодательства», «Правовые основы применения НГ»). Содержание этого этапа определяется Государственным общеобразовательным стандартом высшего образования в Республике Казахстан (ГОСО). В результате освоения образовательной программы у выпускника должны быть сформированы профессиональные компетенции в той сфере деятельности, к которой готовится выпускник.

2. Выработка у курсантов зрелого юридического мышления и вовлечение их в правовую деятельность.

Это возможно реализовать при помощи занятий, информирований, правового всеобуча, встреч и бесед, во взаимодействии с другими военными правоохранительными органами и военной прокуратурой. Кроме того, в качестве положительного опыта следует отметить совместную программу «**В армии нет место преступности**».

3. Формирование устойчивого антикоррупционного мировоззрения и поведения.

Как отмечают исследователи, коррупция как социальное явление и проводимая государственная антикоррупционная политика становятся предметом изучения в образовательной деятельности, а также объектом нравственной и правовой оценки. У курсантов происходит осмысление личного опыта и информационного фона, соответствующее преломление приобретает изучение истории, литературы, устройства общества и государства, развития правовой системы и т.д. Это, несомненно, способствует формированию устойчивого антикоррупционного мировоззрения.

4. Вовлечение курсантов в научную деятельность — участие курсантов в научных конкурсах и научных мероприятиях создают условия для творческой самореализации личности.

5. Патриотическое воспитание курсантов, которое нацелено на развитие нравственных и патриотических чувств, приобщение к отечественной истории и культуре.

6. Вовлечение курсантов в волонтерскую работу. Именно в этом направлении реализуется принцип инициативности курсантов в выборе способов самореализации; формируется позиция и отношение курсантов к тем или иным событиям и ситуациям, что имеет особую важность как для социума, так и для самой личности курсанта.

Следовательно, у курсантов формируется теоретическая правовая база, накапливаются знания, появляются навыки работы с юридической литературой, умение анализировать нормативные правовые акты, а также применять их.

Какие критерии можно применить для оценки уровня правовой культуры курсантов:

– уровень овладения курсантами объемом правовых знаний;

– умение правильно трактовать нормативные правовые акты;

– способность курсантов оценивать социальную обстановку с точки зрения правовых норм и их устойчивая гражданская позиция;

– умение курсантов дифференцировать правовые и общечеловеческие ценности;

– умения и навыки применять правовые знания на практике;

– пренебрежение к фактам правонарушений и негативным явлениям в обществе и воинской среде.

Таким образом, формирование правовой культуры курсанта является важным требованием подготовки будущего офицера и неотъемлемым компонентом военного образования. Формирование правовой культуры должно выступать как часть процесса усвоения личностью курсанта необходимых правовых знаний, умений, навыков и личностных качеств в системе правового воспитания. Привитие правовой культуры курсантам необходимо осуществлять комплексно, на основе целостного, личностно-ориентированного, интегративного и деятельностного подходов.

Основной парадигмой правовой культуры будущего офицера Национальной гвардии Республики Казахстан, должно стать переход от концепции приобретения правовых знаний к концепции правового сознания, развивающего личность курсанта, дающего ему возможность успешно применять на практике полученные в военном вузе правовые знания.

Список литературы

1. Конституция Республики Казахстан. Принята 30.08.1995 года на республиканском референдуме (с изм. и доп.от 19.09.2022 г). Ст. 1, 2, 336. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/m/amp/dokument/1005029

2. Республика Казахстан. Закон РК. О воинской службе и статусе военнослужащих: принят 16 февраля 2012 года, № 561-IV ЗРК.

3. Указ Президента Республики Казахстан. О военной присяге: утв. 25 августа 1992 года, №870. URL: https://online.zakon.kz/m/amp/dokument/1001405

4. Республика Казахстан. Закон РК. О Национальной гвардии Республики Казахстан: принят 10 января 2015 года. URL: https://akorda.kz.ru/152636

5. Указ Президента Республики Узбекистан. Об улучшении правового воспитания и повышении правовой культуры населения: утв. 25 июня 1997 года, № УП-1791. URL: https://lex.uz/docs/226756

6. Постановление Олий Мажлиса Республики Узбекистан, от 29.08.1997 г. № 466-1 «О Национальной программе повышения правовой культуры в обществе». URL: https://lex.uz/docs/249007.

7. Указ Президента Республики Узбекистан «О коренном совершенствовании системы повышения правосознания и правовой культуры в обществе», №УП-5618 от 09 января 2019 года. URL: https://lex.uz/ru/docs/4149770.

8. Токаев К. К.: «Уроки «трагического января»: единства общества – гарантия независимости». Выступление на заседании Мажилиса Парламента Республики Казахстан 11 января 2022 года. Акорда. URL: https//www.akorda.kz.https//24.kz>news

9. Токаев К. К. Выступление на XXXII сессии Ассамблеи народа Казахстана, 27 апреля 2023 года. URL: https://www.akorda.kz/ru-273234

10. Токаев К.К. Послание Президента Республики Казахстан народу Казахстана «Новый Казахстан: путь обновления и модернизации», от 16 марта 2022 года // Официальный сайт Президента РК. URL: https://akorda.kz.ru/1623953

11. Шестак В.А. О необходимости разработки теоретической модели антикриминогенного обеспечения воинского правопорядка // Военно-юридический журнал. – 2013. – № 4. – С. 15-30; Шестак В. А. Воинский правопорядок как основной элемент системы предупреждения преступности в войсках // Юридический мир. – 2013. – № 5. – С. 48-50.

12. Ударцев С. Путем демократических реформ и усиление правозащитных институтов // «Казахстанская правда» от 26 апреля 2022 года, С. 4.

13. Сорокина Ю. В. О взаимодействии права и культуры // Вестник ВГУ. – 2017. – 2017. – № 4. – С.71-87.

14. Гуляихин В.Н. Правовая культура как объект научного исследования: методологические подходы, структура и критерии оценки // Юридические иссследования. – 2013. – № 4. – С.135-158.

15. Петров А.В., Симканич О.М. Правовая культура: содержание и формы существования. // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачесвского. – 2009. – № 2. – С.186-193.

16. Моисеева Е.В. Формирование правовой культуры студентов в процессе профессионального образования // «Вестник «Өрлеу»-kst98 Инновационные процессы образования. – 2014. – № 2(4). – С. 97.

17. Сухомлинский В.А. Мудрые мысли. 2012. Социальная сеть работников образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: – URL: http://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/raznoe/2012/ 01/08/mudrye-mysli

18. Теория государства и права в вопросах и ответах: учебное пособие / под ред. Н.А. Биекенова – Караганда, 2003. – С.189.

19. Абсатаров Г.Р. Состояние и развитие правового сознания народа Казахстана. Автореферат. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-razvitie-pravovogo-soznaniya-naroda

20. Ибраева А.С., Оразалиева А.М., Дюсебалиева С.С. Роль правовой культуры в развитии местного самоуправления: опыт Республики Казахстан и Польши // Вестник КазНУ. Серия юридическая. – 2015. – № 2. – С. 5.

21. Рустамбаев М.Х. Справедливость – в неуклонной реализации буквы закона. Ташкент. 28.05.2004. ЦентрАзия. URL: https://centrasia.org/newsA.php.st=1085759520

References

1. Konstituciya Respubliki Kazahstan. Prinyata 30.08.1995 goda na respublikanskom referendume (s izm. i dop.ot 19.09.2022 g). St. 1, 2, 336. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://online.zakon.kz/m/amp/dokument/1005029

2. Respublika Kazahstan. Zakon RK. O voinskoj sluzhbe i statuse voennosluzhashchih: prinyat 16 fevralya 2012 goda, № 561-IV ZRK.

3. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan. O voennoj prisyage: utv. 25 avgusta 1992 goda, №870. URL: https://online.zakon.kz/m/amp/dokument/1001405

4. Respublika Kazahstan. Zakon RK. O Nacional'noj gvardii Respubliki Kazahstan: prinyat 10 yanvarya 2015 goda. URL: https://akorda.kz.ru/152636

5. Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan. Ob uluchshenii pravovogo vospitaniya i povyshenii pravovoj kul'tury naseleniya: utv. 25 iyunya 1997 goda, № UP-1791. URL: https://lex.uz/docs/226756

6. Postanovlenie Olij Mazhlisa Respubliki Uzbekistan, ot 29.08.1997 g. № 466-1 «O Nacional'noj programme povysheniya pravovoj kul'tury v obshchestve». URL: https://lex.uz/docs/249007.

7. Ukaz Prezidenta Respubliki Uzbekistan «O korennom sovershenstvovanii sistemy povysheniya pravosoznaniya i pravovoj kul'tury v obshchestve», №UP-5618 ot 09 yanvarya 2019 goda. URL: https://lex.uz/ru/docs/4149770

8. Tokaev K. K.: «Uroki «tragicheskogo yanvarya»: edinstva obshchestva – garantiya nezavisimosti». Vystuplenie na zasedanii Mazhilisa Parlamenta Respubliki Kazahstan 11 yanvarya 2022 goda. Akorda. URL: https//www.akorda.kz.https//24.kz>news

9. Tokaev K. K. Vystuplenie na XXXII sessii Assamblei naroda Kazahstana, 27 aprelya 2023 goda. URL: https://www.akorda.kz/ru-273234

10. Tokaev K. K. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan narodu Kazahstana «Novyj Kazahstan: put' obnovleniya i modernizacii», ot 16 marta 2022 goda // Oficial'nyj sajt Prezidenta RK. URL: https://akorda.kz.ru/1623953

11. SHestak V. A. O neobhodimosti razrabotki teoreticheskoj modeli antikriminogennogo obespecheniya voinskogo pravoporyadka // Voenno-yuridicheskij zhurnal. –2013. – № 4. – S. 15-30; SHestak V. A. Voinskij pravoporyadok kak osnovnoj element sistemy preduprezhdeniya prestupnosti v vojskah // YUridicheskij mir. – 2013. – № 5. – S. 48-50.

12. Udarcev S. Putem demokraticheskih reform i usilenie pravozashchitnyh institutov // «Kazahstanskaya pravda» ot 26 aprelya 2022 goda, S. 4.

13. Sorokina YU. V. O vzaimodejstvii prava i kul'tury // Vestnik VGU. – 2017. – 2017. – № 4. – S.71-87.

14. Gulyaihin V.N. Pravovaya kul'tura kak ob"ekt nauchnogo issledovaniya: metodologicheskie podhody, struktura i kriterii ocenki // YUridicheskie isssledovaniya. –2013. – № 4. – S.135-158.

15. Petrov A.V., Simkanich O.M. Pravovaya kul'tura: soderzhanie i formy sushchestvovaniya. // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachesvskogo. – 2009. – № 2. – S.186-193.

16. Moiseeva E. V. Formirovanie pravovoj kul'tury studentov v processe professional'nogo obrazovaniya // «Vestnik «Өrleu»-kst98 Innovacionnye processy obrazovaniya. – 2014. – № 2(4). – S.97.

17. Suhomlinskij V. A. Mudrye mysli. 2012. Social'naya set' rabotnikov obrazovaniya [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: – URL: http://nsportal.ru/nachalnaya-shkola/raznoe/ 2012/01/08/mudrye-mysli

18. Teoriya gosudarstva i prava v voprosah i otvetah: uchebnoe posobie / pod red. N.A. Biekenova – Karaganda, 2003. – S.189.

19. Absatarov G. R. Sostoyanie i razvitie pravovogo soznaniya naroda Kazahstana. Avtoreferat. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-razvitie-pravovogo-soznaniya-naroda-kazahstana

20. Ibraeva A. S., Orazalieva A. M., Dyusebalieva S. S. Rol' pravovoj kul'tury v razvitii mestnogo samoupravleniya: opyt Respubliki Kazahstan i Pol'shi // Vestnik KazNU. Seriya yuridicheskaya. – 2015. – № 2. – S. 5.

21. Rustambaev M. H. Spravedlivost' – v neuklonnoj realizacii bukvy zakona. Tashkent. 28.05.2004. CentrAziya. URL: https://centrasia.org/newsA.php.st=1085759520

С. К. Имиров

Қазақстан Республикасының Ұлттық Қорғаныс Университеті, Астана, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҰЛАНЫ АКАДЕМИЯСЫ КУРСАНТТАРЫНЫҢ ҚҰҚЫҚТЫҚ МӘДЕНИЕТІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖЕТІЛДІРУДЕГІ ПРОФЕССОР-ОҚЫТУШЫЛАР ҚҰРАМЫНЫҢ РӨЛІ ТУРАЛЫ

Аңдатпа. Мақалада курсанттар мен профессор-оқытушылар құрамы басшылыққа алатын құқықтық құндылықтар мен нормалар, құқықтық білім, жеке тұлға мен қоғамның құқыққа объективті қатынасы талданады. Бұл құқықтық мәдениет мәселелері идеалдар мен өзгермейтін құндылықтарға көтерілуі керек әскери ортада ерекше маңызға ие. Әскери қызметшілердің құқықтық мәдениетін дамыту қоғамның құқықтық өмірін қалыптастырудың қажетті шарты болып табылады, өйткені олар ел азаматтары ретінде азаматтық қоғамның бір бөлігін білдіреді және өз қызметін әскери заңнамада белгіленген шеңберде жүзеге асырады. Курсанттардың құқықтық мәдениетінің деңгейін бағалау критерийлері ұсынылды.

Түйінді сөздер: құқықтық мәдениет, курсант, тұлға, әскери қызметші, бағалау критерийлері.

S. K. Imirov

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

ABOUT THE LEGAL CULTURE OF CADETS OF THE ACADEMY OF THE NATIONAL GUARD OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND THE ROLE OF THE TEACHING STAFF IN ITS IMPROVEMENT

Abstract. The article analyzes the legal values and norms that guide the cadets and the teaching staff, legal knowledge, the objective attitude of the individual and society to the law. This is of particular importance in the military environment, where issues of legal culture must be elevated to ideals and immutable values. It is determined that the development of the legal culture of military personnel is a necessary condition for the formation of the legal life of society, since they, as citizens of the country, represent a part of civil society and carry out their activities within the framework established by military legislation. Criteria for assessing the level of legal culture of cadets are proposed.

Keywords: legal culture, cadet, personality, soldier, evaluation criteria.

Сведения об авторах / Information about the

Имиров Савердин Карлович – магистр экономических наук, начальник факультета Национальной гвардии Национального Университета обороны Республики Казахстан. Казахстан, Астана, просп. Туран, 72.

Saverdin K. Imirov – Master of Economics, Head of the National Guard Faculty of the National Defense University of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Astana, ave. Turan, 72.

УДК 614.8

А. Б. Кусаинов[1], Н. Ж. Байжиенов[1], А. М. Кусаинов[2], К. Ж. Раимбеков[2]

[1]Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан
[2]НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», Кокшетау, Казахстан

ТРЕНАЖЕР ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ЗАВАЛОВ

Аннотация. В работе проведен анализ профессиональной подготовки личного состава пожарно-спасательных подразделений. В целях качественной профессиональной подготовки пожарных-спасателей предложены конструктивные решения и разработан учебный тренажер, позволяющий отрабатывать весь перечень операций при проведении аварийно-спасательных работ в условиях деблокирования пострадавших из-под завалов. Тренажер разработан с учетом возможности моделирования структуры завала. Показано, что использование тренажера «Завал» позволяет повысить навыки ведения аварийно-спасательных работ при деблокировании пострадавших из обрушенных зданий и сооружений.

Ключевые слова: тренажер, деблокирование пострадавших, аварийно-спасательные работы, обучение.

Ежегодно пожарно-спасательными подразделениями Республики Казахстан совершается более 76 тыс. оперативных выездов для локализации и ликвидации пожаров, аварий и чрезвычайных ситуаций, в том числе связанных с обрушением зданий и сооружений. От эффективности действий пожарно-спасательных подразделений зависит жизнь и здоровье людей, находящихся в опасности, а также социально-экономические и экологические последствия.

Повышение эффективности действий пожарно-спасательных подразделений обеспечивается качественной подготовкой личного состава к выполнению полного спектра работ, связанных с тушением пожаров и проведением аварийно-спасательных работ (АСР).

Подготовка пожарных-спасателей – сложный процесс, который зависит от развития научной, технической, методической базы, поэтому для обучения необходимо использовать новейшие технические разработки и методики проведения АСР [1].

Основу подготовки пожарных-спасателей составляет «Программа тактико-специальной подготовки личного состава органов государственной противопожарной службы» (Программа) [2].

Тематическим планом Программы предусмотрено проведение занятий по методам проникновения в разрушенные здания через стеновые и потолочные проломы, подкопы, штольни, шахты и т.д.

Как правило, занятия по данной тематике проводятся в устной форме без практической отработки, т.к. в подразделениях отсутствуют соответствующая учебно-материальная база.

Обеспечение учебно-материальной базы тренажерными комплексами способствует повышению качества профессиональной подготовки, приобретению обучаемыми необходимых знаний, умений и выработке устойчивых навыков ведения АСР [3].

В настоящее время существует большое количество различных учебно-тренажерных комплексов для обучения в проведении АСР при различных чрезвычайных ситуациях, которые используются для подготовки личного состава, что позволяет сформировать требуемые умения и навыки, увеличить профессионализм, уменьшить сроки обучения [4].

Вместе с тем отсутствуют тренажеры, позволяющие осуществлять подготовку пожарных-спасателей по ведению АСР в условиях обрушения зданий и сооружений и необходимости деблокирования пострадавших [5].

Таким образом, разработка учебного тренажера, сочетающего в себе технологические операции деблокирования и извлечения пострадавших из-под завала, позволит повысить качество обучения.

Для разработки тренажера по деблокированию пострадавших из-под завала составлено «дерево событий» при проведении АСР в условиях завалов различных зданий и сооружений (рисунок 1).

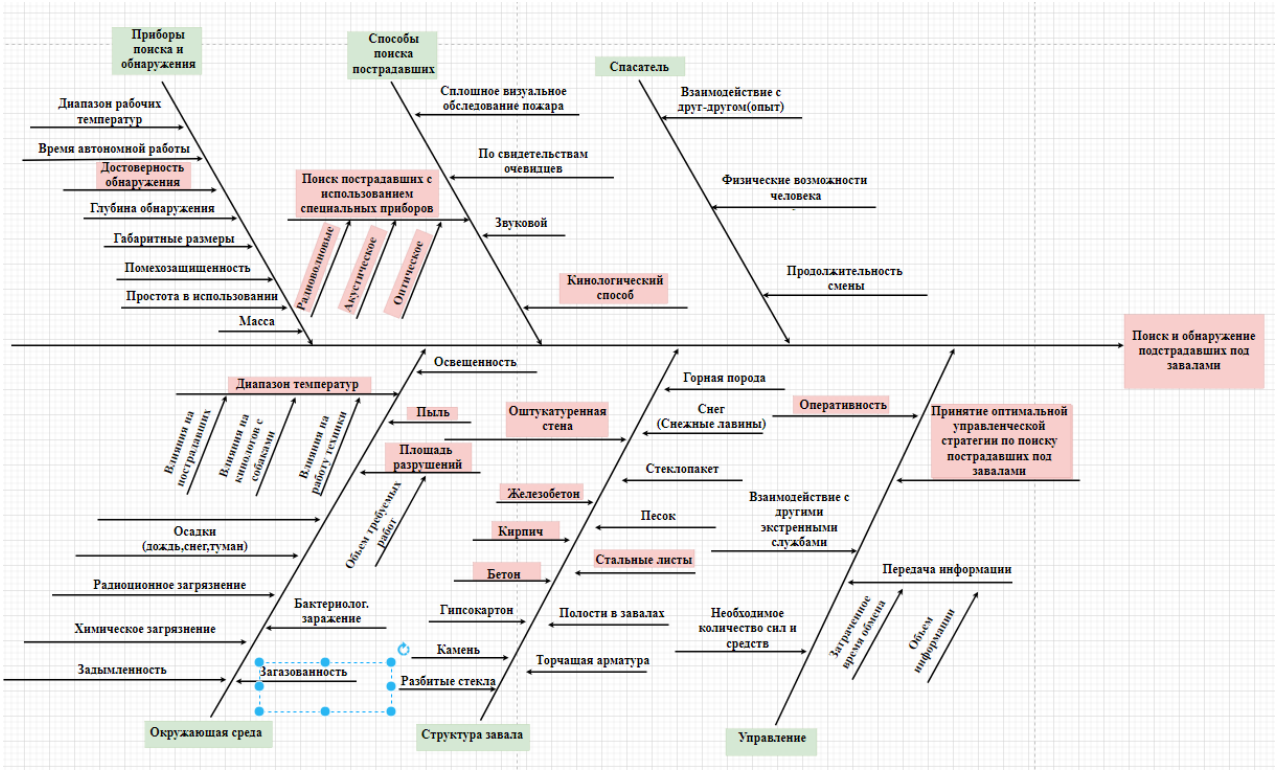


Рисунок 1 – Дерево событий при проведении спасательных работ в условиях завалов

Из рисунка 1 видно, что основными параметрами, влияющими на проведение АСР, в условиях завала являются: окружающая среда, структура завала, приборы поиска и обнаружения, способы деблокирования пострадавших. Каждый перечисленный параметр содержит факторы, которые влияют на выбор приемов и способов ведения АСР.

Способы деблокирования пострадавших зависят от структуры завала, которая в свою очередь будет состоять из строительных и отделочных материалов, использованных при строительстве обрушившегося здания или сооружения [6].

Принимая во внимание структуру завалов, разработан тренажер «Завал» для отработки навыков ведения АСР пожарно-спасательными подразделениями при обрушении зданий и сооружений (рисунок 2).

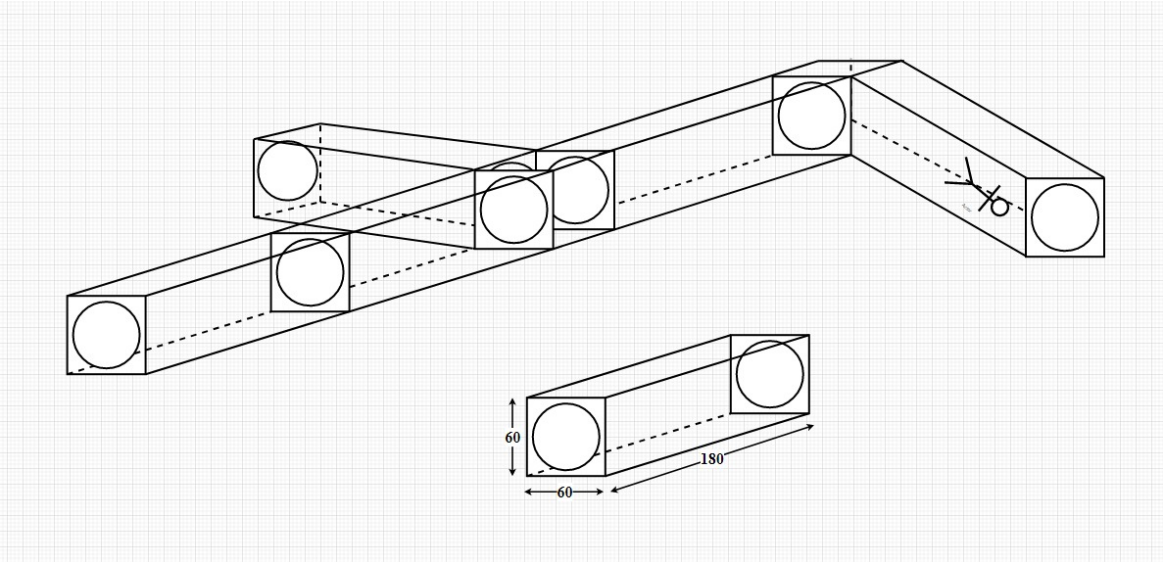


Рисунок 2 - Тренировочный комплекс для проведения аварийно-спасательных работ в условиях завалов

Тренажер представляет собой набор модульных стальных секций с возможностью их механического соединения для формирования полосы препятствий. По исполнению конструкции тренажер подразделяется на секции-препятствия и проходные секции. В стыках между секциями монтируются сменные технологические кассеты с физическими препятствиями, требующие использования гидравлического аварийно-спасательного инструмента различного типа для проделывания в них прохода [7].

Перечень аварийно-спасательных операций, которые предусмотрены в тренажере:

- проделывание спасателями прохода в условном завале с устранением физических препятствий (стальная арматура, деревянный брус, кирпичная кладка, железобетонный блок) в различных заданных комбинациях с применением гидравлического аварийно-спасательного инструмента;
- поэтапное выполнение спасательных операций с применением гидравлических аварийно-спасательных инструментов в условиях ограниченного пространства;
- отработка навыков оказания первой помощи, извлечения и транспортировки пострадавшего (манекен) в стесненных условиях;
- проведение спасательных операций с учетом негативного влияния окружающей среды для личного состава.

Выводы. Разработанный тренажер, позволяет отрабатывать навыки проведения спасательных операции по деблокированию и извлечению пострадавших из-под завалов, а также повысить качество обучения для выполнения полного перечня работ, связанных с деблокированием пострадавших с учетом структуры завалов и негативного влияния окружающей среды [8].

Занятия на учебном тренажере «Завал» для подготовки пожарных-спасателей сформируют у обучающихся четкое понимание практического применения гидравлического аварийно-спасательного инструмента, последовательности действий и особенности извлечения пострадавших из-под завалов зданий и сооружений, а так же позволяют отработать навыки оказания первой помощи в экстремальных условиях [9].

Список литературы

1. Кабелев Н. А. Пожарная разведка: тактика, стратегия и культура. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016. – 348 с.

2. Приказ Председателя Комитета противопожарной службы Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан. Об утверждении программы тактико-специальной подготовки личного состава органов государственной противопожарной службы: утв. 10 апреля 2023 года, № 17.

3. Легошин М. Ю. Практическое использование учебно-тренировочных комплексов для подготовки пожарных и спасателей / М. Ю. Легошин, И. М. Чистяков, С. Н. Никишов и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 11–4 (65). – С. 44–51.

4. Чистяков И. М. Приемы и способы проведения поиска пострадавших на пожаре / И. М. Чистяков, С. Н. Никишов, С. Г. Казанцев // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов IX Междунар. научно-практ. конф., г. Иваново, 2014. – С. 176-178.

5. Шарабанова И. Ю. Применение новых методов подготовки и обучения спасателей, работающих в чрезвычайных ситуациях / И. Ю. Шарабанова, Р. М. Шипилов, А. В. Харламов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. (электронный журнал). URL: http://www.science-education.ru/118-14213 (дата обращения 03.02.2024).

6. Одинцов Л. Г. Разработка тренажеров для подготовки спасателей // Технологии гражданской безопасности. – 2011. – Т. 8. № 4(30). – С. 16–21.

7. Кудрин А. Ю., Бондаренко Л.А. К вопросу о материально-техническом обеспечении подготовки специалистов аварийно-спасательных служб МЧС России // Технологии гражданской безопасности. – 2007. – Т. 4. № 2(14). – С. 69–73.

8. Одинцов Л. Г., Курсаков А. В., Бондаренко Л. А. Тренажеры для обучения и контроля подготовленности спасателей // Технологии гражданской безопасности. – 2007. – Т. 4. № 2(14). – С. 56–61.

9. Семенов А. Д., Моисеев Ю. Н. О работе спасателей с гидравлическими аварийно-спасательными инструментами // Технологии техносферной безопасности. – 2011. – № 5 (39). – С.5.

References

1. Kabelev N. A. Fire intelligence: tactics, strategy and culture / N. A. Kabelev – Yekaterinburg: Kalan Publishing House LLC, 2016. – 348 p.

2. Order of the Chairman of the Fire Service Committee of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan "On approval of the program of tactical and special training of personnel of the State fire service bodies" No. 17 dated 04/10/2023.

3. Legoshin M. Yu. Practical use of educational and training complexes for the training of firefighters and rescuers / M.Yu. Legoshin, I.M. Chistyakov, S.N. Nikishov et al. // International Scientific Research Journal. – 2017. – No.11-4 (65). – Pp. 44-51.

4. Chistyakov I. M. Techniques and methods of searching for victims of a fire / I. M. Chistyakov, S. N. Nikishov, S. G. Kazantsev // Fire and emergency safety: collection of materials of the IX International Scientific and Practical Conference, Ivanovo, 2014. pp. 176-178.

5. Sharabanova I. Y. Application of new methods of training and education of rescuers working in emergency situations / I. Y. Sharabanova, R. M. Shipilov, A. V. Kharlamov // Modern problems of science and education. - 2014. - No. 4. (electronic magazine). URL: http://www.science-education.ru/118-14213 (accessed 03.02.2024).

6. Odintsov L. G. Development of simulators for training rescuers // Technologies of civil safety. – 2011. – Vol. 8. No. 4(30). – Pp. 16-21.

7. Kudrin A. Yu., Bondarenko L. A. On the issue of material and technical support for the training of specialists of emergency rescue services of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Technologies of civil safety. – 2007. Vol. 4. – No. 2(14). – Pp. 69-73.

8. Odintsov L. G., Kursakov A. V., Bondarenko L.A. Simulators for training and monitoring the preparedness of rescuers // Technologies of civil safety. – 2007. – Vol. 4. No. 2(14). –pp. 56-61.

9. Semenov A. D., Moiseev Yu.N. On the work of rescuers with hydraulic emergency rescue tools // Technosphere safety technologies. – 2011. – No.5 (39). – P.5.

А. Б. Құсайынов[1], Н. Ж. Байжиенов[1], А. М. Құсайынов[2], К. Ж. Раимбеков[2]

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

[2]«Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті» КеАҚ, Көкшетау, Қазақстан

ҚҰТҚАРУ ЖАҒДАЙЫНДА АПТА ҚҰТҚАРУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУҒА АРНАЛҒАН ӨРТ-ҚҰТҚАРУШЫЛАРЫН ОҚУ СИМУЛЯТОРЫ

Аңдатпа. Жұмыста өрт сөндіру және авариялық-құтқару бөлімшелері жеке құрамының кәсіби дайындығы талданады. Өрт-құтқарушылардың кәсіби дайындығы жоғары болуы үшін жобалық шешімдер ұсынылып, авариялық-құтқару жұмыстарын жүргізу кезінде жұмыстардың барлық тізбесін жаттықтыруға мүмкіндік беретін оқу тренажеры әзірленді. Тренажер бөгет құрылымын модельдеу мүмкіндігін ескере отырып жасалған. Завал тренажерын пайдалану қираған ғимараттар мен құрылыстардан зардап шеккендерді шығару кезінде авариялық-құтқару жұмыстарын жүргізу дағдыларын жетілдіруге мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Түйінді сөздер: тренажер, зардап шеккендерді босату, авариялық-құтқару жұмыстары, оқыту.

A. B. Kussainov[1], N. Zh . Baizhienov[1], A. M. Kussainov[2], K. J. Raimbekov[2]

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

[2]NJSC «Kokshetau University named after Sh.Ualikhanov», Kokshetau, Kazakhstan

SIMULATOR FOR TRAINING FIREFIGHTERS AND RESCUERS TO CARRY OUT EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN THE CONDITIONS OF BLOCKAGES

Abstract. The work analyzes the professional training of personnel of fire and rescue units. In order to provide high-quality professional training of firefighters and rescuers constructive

solutions have been proposed and a training simulator has been developed that allows you to work out the entire list of operations during emergency rescue operations in the conditions of unblocking victims from the blockages. The simulator is designed taking into account the possibility of modeling the structure of the blockage. It is shown that the use of the "Zaval" simulator makes it possible to improve the skills of conducting emergency rescue operations when unblocking victims from collapsed buildings and structures.

Keywords: simulator, unblocking of victims, emergency rescue operations, training.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кусаинов Арман Булатович – кандидат технических наук, начальник факультета дистанционного обучения Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: arman_1703@mail.ru

Байжиенов Нурлан Жанайдарович – магистрант Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: bai23@bk.ru

Кусаинов Арман Манапович – магистрант кафедры «Горное дело, строительство и экология», НАО «Кокшетауский университет имени Шокана Уалиханова». Казахстан, Кокшетау, ул. Куанышева 170 а

Раимбеков Кендебай Жанабилович – кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор (доцент), ассистент профессора кафедры «Информационно-коммуникационных технологий» Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова. Казахстан, Кокшетау, ул. Куанышева 170 а. E-mail: kendebai_63@mail.ru

Arman B. Kussainov – candidate of Technical Sciences, Head of the Faculty of Distance Learning of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere str. E-mail: arman_1703@mail.ru

Nurlan Zh. Baizhiyenov – is a master's student of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Kokshetau, 136 Akan Sere str. E-mail: bai23@bk.ru

Arman M. Kussainov – undergraduate student of the Department of «Mining, Construction and Ecology» NJSC «Kokshetau University named after Sh.Ualikhanov». Kazakhstan, Kokshetau, Kuanysheva street 170 a

Kendebay Zh. Raimbekov – candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, assistant Professor of the Department of «Information and Communication Technologies» of the Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov. Kazakhstan, Kokshetau, 170 a Kuanyshev street. E-mail: kendebai_63@mail.ru

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 и обучения в области гражданской защиты.

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.

- 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, так же, 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.

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»
№ 2 (54), 2024 г.

Адрес редакции:
Научно-исследовательский центр Академии гражданской защиты
имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан
Акмолинская область. 020000, г. Кокшетау,
ул. Акана 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 25.06.2024 г.
Формат 60х84/8 Объем 11,7 п.л.
Тираж 250 экз. Заказ № 728

Отпечатано в типографии
Общественное объединение
«Реабилитация инвалидов Казахстана»
г. Кокшетау, ул. Мактая Сагадиева, 29

тел.: 8 (7162) 33-87-02
e-mail: 338702@mail.ru