



Входит в утверждённый перечень рецензируемых научных изданий (ВАК ДНР)  
Высшая аттестационная комиссия  
при Министерстве образования и науки  
Донецкой Народной Республики

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
**LIBRARY.RU**

# ВЕСТНИК

## АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

### НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АКАДЕМИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МИНИСТЕРСТВА ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ»



Участие Академии во II Всероссийском слёте студентов-спасателей и добровольцев в ЧС им. Героя России Евгения Зиничева

Выпуск  
Октябрь  
3 (31), 2022

**МИНИСТЕРСТВО ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АКАДЕМИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ  
МИНИСТЕРСТВА ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ  
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ»**

**«ВЕСТНИК  
АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ»**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**ОСНОВАН В МАРТЕ 2015 ГОДА ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД**

**ОКТЯБРЬ**

**ВЫПУСК 3 (31), 2022**

---

**THE MINISTRY FOR CIVIL DEFENCE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF  
CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS OF  
DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC**

**THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF  
DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC**

**STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION  
"THE CIVIL DEFENCE ACADEMY OF THE  
MINISTRY FOR CIVIL DEFENCE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF  
CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTER OF THE  
DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC"**

**"Civil Defence Academy Journal"**

**SCIENTIFIC JOURNAL**

**FOUND ON MARCH, 2015 PUBLICATION FREQUENCY 4 TIMES A YEAR**

**OCTOBER**

**ISSUE 3 (31), 2022**

УДК 355.58(477.62)

«Вестник Академии гражданской защиты»: научный журнал. – Донецк: ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР», 2022. – Вып. 3 (31). – 96 с.

«Вестник Академии гражданской защиты» выпускается по решению Учёного совета ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР (Протокол № 1 от 12.09.2017 г.).

Свидетельство Министерства информации Донецкой Народной Республики о регистрации средства массовой информации «Вестник Академии гражданской защиты» серия ААА № 000154 от 22 августа 2017 г. (как журнала).

Свидетельство Министерства информации Донецкой Народной Республики о регистрации средства массовой информации «Вестник Академии гражданской защиты» серия ААА № 000160 от 15 сентября 2017 г. (как сетевого издания).

«Вестник Академии гражданской защиты» включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) (договор № 489-12/2017 от 12.12.2017 г.; № 257-09/2022 от 05.09.2022 г.).

Входит в утвержденный перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и ученой степени доктора наук (ВАК ДНР) (приказ МОН ДНР № 1145 от 07.11.2017 г.).

ISSN: 2617-7048; (E) ISSN 2617-7056.

Целью журнала «Вестник Академии гражданской защиты» является информирование научной общественности и профильной читательской аудитории о новейших технических разработках и тенденциях в области техносферной безопасности и природообустройства; развитие современных психолого-педагогических направлений подготовки студентов высших учебных заведений и сотрудников МЧС ДНР; обеспечение научных дискуссий для апробации и популяризации приоритетных научных исследований и направлений отрасли.

Материалы сборника рассчитаны на сотрудников учебных и научно-исследовательских организаций и учреждений, преподавателей, аспирантов, сотрудников МЧС и представителей промышленного комплекса.

**Учредитель и издатель:** Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики».

**Главный редактор:** П. В. Стефаненко, д-р пед. наук, профессор, профессор кафедры гуманитарных дисциплин факультета техносферной безопасности ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР», заслуженный работник образования Украины, академик Международной Академии безопасности жизнедеятельности, Почетный начальник Академии гражданской защиты.

**Ответственный секретарь:** О. Э. Толкачев, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры организации службы, пожарной и аварийно-спасательной подготовки ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР».

**Редакционная коллегия:** В. Г. Агеев, д-р техн. наук, с.н.с.; С. В. Борщевский, д-р техн. наук, проф.; С. П. Греков, д-р техн. наук, с.н.с.; С. В. Иванюк, канд. техн. наук.; О. Г. Каверина, д-р пед. наук, проф.; С. А. Калякин, д-р техн. наук, проф.; А. П. Кирьян, канд. техн. наук.; С. В. Константинов, канд. техн. наук, доц.; К. Н. Лабинский, д-р техн. наук, доц.; В. В. Мамаев, д-р техн. наук, с.н.с.; В. Н. Павлыш, д-р техн. наук, проф.; В. В. Паслён, канд. техн. наук, доц.; Е. И. Приходченко, д-р пед. наук, проф.; М. Б. Старостенко, канд. техн. наук, доц.; Т. А. Хачатурова, канд. физ.-мат. наук.; Н. В. Шолух, д-р архитектуры, проф.

Рекомендован к печати решением Ученого совета ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР» (Протокол № 4 от 28.10.2022 г.).

Подписано в печать 28.10.2022 г.

© Авторы статей, 2022  
© ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР», 2022

---

UDK 355.58(477.62)

“Civil Defence Academy Journal”: Scientific Journal. – Donetsk: “The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”, 2022. – Issue 3 (31). – 96 p.

“Civil Defence Academy Journal” has been accepted by the Academic Council of “The Civil Defence Academy” of EMERCOM of DPR on September 12, 2017 (Minutes No 1).

The Donetsk People’s Republic Ministry of Information Certificate on registration of “Civil Defence Academy Journal” series AAA No. 000154 dated August 22, 2017 (As a journal).

The Donetsk People’s Republic Ministry of Information Certificate on registration of “Civil Defence Academy Journal” series AAA No. 000160 dated September 15, 2017 (As a network issue).

The journal is included in the database of the “Russian Science Citation Index” on December 12, 2017 (Decree № 489-12/2017); September 05, 2022 (Decree № 257-09/2022)/

The journal is included in the approved list of peer-reviewed scientific publications, in which basic scientific results of dissertations for the degree of candidate of science and doctorate should be published, on November 07, 2016 (Higher Attestation Commission of Donetsk People’s Republic) (Decree of the Ministry of Education and Science No1145 dated November 07, 2017).

“Civil Defence Academy Journal” for the ISSN Code: 2617-7048; (E) ISSN 2617-7056.

The aim of “Civil Defence Academy Journal” is to inform scientific society and field-specific reader’s audience of the latest technical research and trends in the field of technospheric safety and environmental engineering; to develop contemporary psychological and pedagogical training programs of students and specialists of EMERCOM of DPR; to provide scientific discussions and improvement as well as promotion of the top scientific research and branch.

Topics covered in “Civil Defence Academy Journal” are intended for scientific research organizations and institutions, lecturers, post-graduates, specialists of EMERCOM of DPR and representatives of industrial complex.

**Founder and Publisher:** State Budget Educational Institution of Higher Education “The Civil Defence Academy of the Ministry of Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disaster of the Donetsk People’s Republic”.

**Editor in Chief:** Prof. P. V. Stefanenko, Professor of the Department of Humanitarian Disciplines of the Technospheric Safety Faculty of “The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”, Fellow of Educational Society of Ukraine, Member of International Civil Protection Academy, Honorary Head of the Civil Defence Academy.

**Executive Secretary:** Ass. Prof. O. E. Tolkachyov, Cand. of Tech. Sc., Ass. Prof. of a Fire Extinguishment, Emergency and Rescue Training Department of “The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”.

**Editorial Board:** SRF. V. G. Ageyev, Doc. of Tech. Sc.; Prof. S. V. Borshchevskiy, Doc. of Tech. Sc.; SRF. S. P. Grekov, Doc. of Tech. Sc.; S. V. Ivanitsa, Cand. of Tech. Sc.; Prof. O. G. Kaverina, Doc. of Ped. Sc.; Prof. S. A. Kalyakin, Doc. of Tech. Sc.; A. P. Kiryan, Cand. of Tech. Sc.; Ass. Prof. S. V. Konstantinov, Cand. of Tech. Sc.; Ass. Prof. K. N. Labinskiy, Doc. of Tech. Sc.; SRF. V. V. Mamayev, Doc. of Tech. Sc.; Prof. V. N. Pavlysh, Doc. of Tech. Sc.; Ass. Prof. V. V. Paslyon, Cand. of Tech. Sc.; Prof. K. I. Prikhodchenko, Doc. of Ped. Sc.; Ass. Prof. M. B. Starostenko, Cand. of Tech. Sc.; T. A. Khachaturova, Cand. of Phys. and Math. Sc.; Prof. N. V. Sholukh, Doc. of Arch. Sc.

Recommended for printing by the Academic Council of “The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR” on October 28, 2022 (Minutes № 4).

Signed for printing on October 28, 2022.

© (Author’s Full Name), 2022  
© “The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

- Живов А. А., Паниотова Д. Ю., Ранга Н. Г.** Гражданская оборона: от предпосылок создания до начала Великой Отечественной войны (1918–1941)..... 5
- Кайбичев И. А., Кайбичева Е. И.** Оценка обстановки с гибелью людей при пожарах в Российской Федерации с помощью осциллятора Aroop..... 16

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ИХ ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

- Греков С. П., Головченко Е. А., Белокобыльский М. А.** Экспериментальные исследования динамики адсорбции кислорода слоем газонасыщенного угля..... 23

### ОХРАНА ТРУДА В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

- Берестовая А. А., Шаповалов В. В.** Процессы горения твердофазных систем оксидных соединений калия и лития с солями двухвалентных металлов..... 29
- Кипря А. В., Манжос Ю. В., Сокуренок Е. Л., Шолохов А. А.** Применение метода анализа иерархий для выбора фильтрующего противогаса..... 38
- Кирьян А. П., Серёгин А. Б.** Параметры аккумулятора холода для индивидуальной противогазотепловой защиты спасателей..... 48
- Мавроди А. В.** Газодинамические процессы в выемочном участке угольной шахты при техногенной аварии..... 54

### ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Гребенкина А. С.** Экспериментальная проверка эффективности методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов МЧС..... 60
- Приходченко Е. И., Шевченко Е. Б., Бойко Н. И.** Роль и значение преподавателя в современном высшем образовании и воспитании будущих специалистов МЧС..... 74
- Приходченко О. В.** Здоровьесберегающие технологии в повышении культуры жизненного самоопределения индивида..... 81
- Стефаненко П. В.** Особенности использования интерактивных методов обучения в высшей школе..... 86
- Требования к оформлению статей..... 94

## CONTENTS

### PROTECTION OF THE POPULATION AND TERRITORIES IN MAN-MADE AND NATURAL EMERGENCIES

- Zhivov A. A., Paniotova D. Yu., Ranga N. G.** Civil defense: from the prerequisites of creation to the beginning of the Great Patriotic war (1918–1941)..... 5
- Kaibichev I. A., Kaibicheva E. I.** Assessment of the situation with the death of people in fires in the Russian Federation using the Aroon oscillator..... 16

### BUILDINGS AND STRUCTURES SAFETY IN EMERGENCY SITUATIONS AND THEIR FIRE PROTECTION

- Grekov S. P., Golovchenko Ye. A., Belokobylskiy M. A.** Experimental investigations of dynamics of oxygen adsorption by layer of gas-saturated coal..... 23

### LABOR PROTECTION IN THE FIELD OF FIRE, INDUSTRIAL AND TECHNOSPHERIC SAFETY

- Berestovaya A. A., Shapovalov V. V.** Combustion processes of solid-phase systems of potassium and lithium oxide compounds with divalent metal salts ..... 29
- Kiprya A. V., Manzhos Yu. V., Sokurenko E. L., Sholokhov A. A.** Application of the hierarchy analysis method for the selection of a filter gas mask..... 38
- Kiryan A. P., Seryogin A. B.** Cold storage battery parameters for individual gas-thermal protection of rescuers..... 48
- Mavrodi A. V.** Gas-dynamic processes at the excavation site of a coal mine during a man-made accident..... 54

### THE THEORY AND METHODOLOGY OF PROFESSIONAL EDUCATION

- Grebenkina A. S.** Experimental verification of the efficiency of the methodological system of practice-oriented teaching in mathematics for future EMERCOM specialists..... 60
- Prihodchenko E. I., Shevchenko E. B., Boyko N. I.** The role and importance of the teacher in modern higher education and education of future EMERCOM specialists..... 74
- Prihodchenko O. V.** Health-saving technologies in increasing the culture of life self-determination of the individual..... 81
- Stefanenko P. V.** Features of using interactive teaching methods in higher education..... 86
- Requirements for the formulation of articles..... 94

## ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

УДК 355.58

### ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА: ОТ ПРЕДПОСЫЛОК СОЗДАНИЯ ДО НАЧАЛА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (1918–1941)

**Живов Андрей Алексеевич**, начальник факультета «Техносферной безопасности»  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: agz@mail.dnmchs.ru  
Тел.: +7 (856) 332-17-10

**Паниотова Диана Юрьевна**, канд. пед. наук, доцент,  
заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин  
факультета «Техносферной безопасности»  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: skilos@list.ru

**Ранга Николай Георгиевич**, специалист кафедры гуманитарных дисциплин  
факультета «Техносферной безопасности»  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34а;  
E-mail: ranga71@mail.ru  
Тел.: +7 (949) 327-62-65

*В статье рассматриваются исторические периоды развития гражданской обороны, начиная от принятия отдельных мер и мероприятий по защите населения и объектов от артобстрелов и налётов вражеской авиации, до появления в стране местной противовоздушной обороны. Своевременность ее создания и активное развитие позволили до начала Великой Отечественной войны организовать современную для того времени систему защиты. Авторами исследуется процесс динамичного развития противовоздушной обороны, появление которой связано с внешней угрозой нападения со стороны противника и решением задач по защите населения и территорий.*

***Ключевые слова:** гражданская оборона; противовоздушная оборона; местная противовоздушная оборона; защита; убежище.*

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** Гражданская оборона России имеет более чем 90-летнюю историю. Динамичное совершенствование гражданской обороны представляет собой непрерывный процесс на всех исторических этапах ее развития и тесно связано с различными угрозами, вызовами мирного и военного времени, задачами по обеспечению защиты населения и территорий. На современном этапе предпринимаются попытки переосмысления событий, происходивших на всех периодах становления и развития гражданской обороны. Ряд авторов, среди которых можно выделить Гусева А. В. [3], на отдельных этапах исторического развития занимались изучением создания местной противовоздушной обороны. Обобщению и периодизации становления и развития гражданской обороны в России посвятили свои труды авторы, среди которых следует отметить Шойгу С. К. [4], который в своих работах попытался осмыслить совокупность процессов формирования и развития системы гражданской обороны. В дальнейшем вышли несколько трудов под общей редакцией Пучкова В. А. [1; 2], в которых проводится анализ исторического опыта развития гражданской обороны в России, ее основных характеристик. На данный момент проблемным остаётся вопрос изучения основных этапов развития гражданской обороны, особенностей становления и развития, начиная от предпосылок создания гражданской обороны, до появления местной противовоздушной обороны накануне начала Великой Отечественной войны.

**Изложение основного материала исследования.** Гражданская оборона прошла ряд этапов своего развития. Изначально рассматривается зарождение гражданской обороны в виде отдельных мер и мероприятий (1914–1932 гг.). Далее идёт этап создания и развития местной противовоздушной обороны (1932–1941 гг.).

Предпосылки создания гражданской обороны берут своё начало с Первой мировой войны. Мирное население воюющих и оккупированных стран несло большие потери от бомбардировок городов и других населенных пунктов. В связи с этим возникла необходимость принятия эффективных мер, направленных на защиту населения, а также военных и гражданских объектов от налётов вражеской авиации и артобстрелов.

Проводившиеся мероприятия можно разделить на два вида:

1) военные – инициировались военным командованием и были связаны с уничтожением вражеской авиации с помощью собственной авиации и зенитных орудий;

2) гражданские – непосредственно представлявшие собой мероприятия гражданской обороны.

К мероприятиям, которые свидетельствовали о зарождении гражданской обороны относились:

- оповещение населения о налете вражеской авиации и артиллерийских обстрелах;
- маскировка важных гражданских объектов, включая светомаскировку;
- борьба с пожарами, возникавшими в результате авиационных налетов и артобстрелов;
- укрытие населения в убежищах, подвалах и т. д.

Главную роль в организации указанных мероприятий играли военные власти и полиция, привлекавшие и пожарные формирования. При этом военными и гражданскими властями проводились совместное обсуждение и разработка мероприятий, которые имели решающее значение для их реализации. К указанной работе начали привлекать руководство заводов и фабрик, гражданскую администрацию, добровольческие объединения граждан.

Среди городских жителей проводились мероприятия по разъяснению правил поведения при артиллерийских обстрелах и бомбежках. В городах расклеивались афиши, в которых объяснялись сигналы тревоги, рекомендовалось в случае опасности покидать верхние этажи зданий, спускаться в подвалы, выключать освещение. Подобная информация публиковалась в газетах.

Все принятые в это время меры имели важное значение для защиты мирного населения. Вместе с тем они проводились исключительно руководством гарнизонов и округов, гражданскими властями городов и уездов. На общегосударственном уровне данные вопросы не осуществлялись.

В целом, в Российской империи гражданская оборона еще не стала функцией государства. Это было связано с особенностями данного этапа государственного развития, включая технологическую отсталость, гораздо меньшее количество техногенных катастроф, отсутствие оружия массового поражения и авиации, как реальной угрозы мирному населению. В указанный период основным направлением стала деятельность по организации пожарного дела как в городах, так и сельской местности и направлена была на тушение пожаров, происходивших весьма часто.

После Октябрьской революции 1917 года организацией мероприятий, связанных с защитой населения, стало заниматься Советское правительство. 21 февраля 1918 года по распоряжению Совета Народных Комиссаров РСФСР был организован Комитет революционной обороны Петрограда. Момент его создания можно считать началом государственной организации защиты населения России.

В феврале 1918 года германские войска перешли в наступление и на широком фронте вторглись в глубь территории России. Нависла угроза над Петроградом. В этой ситуации город и Петроградский военный округ были объявлены на осадном положении. Для борьбы с германской авиацией в городе создавалась воздушная оборона. Возникновение её явилось логическим ответом на те новые средства нападения, которые нашли довольно широкое применение в Первую мировую войну. В состав воздушной обороны входили авиационные и прожекторные отряды, зенитные батареи. С целью информирования командования и населения о воздушной обстановке в городе и его окрестностях была организована сеть наблюдательных пунктов. Жителям города предлагалось об обнаруженных вражеских самолётах немедленно сообщать в Штаб воздушной обороны, находящийся в Смольном. В городе открылись специальные пункты, где население могло получить защитные маски, противогазовую жидкость и памятки с указаниями, как можно избежать отравления ядовитыми газами. Начали действовать курсы первой медицинской помощи [4, с. 10].

В марте 1918 года состоялись первые воздушные бомбардировки отечественных городов немецкой авиацией. В ответ на это Комитет революционной обороны Петрограда издал 3 марта 1918 года специальное воззвание «К населению Петрограда и его окрестностей». В нём устанавливались правила поведения населения в условиях воздушного нападения, а также определены

вопросы оповещения населения о воздушном нападении с помощью мотоциклистов, сирен и тревожных гудков с наблюдательных вышек. Жителям при воздушном нападении предписывалось не подходить близко к окнам и не оставаться на верхних этажах зданий и на улице. Для защиты от удушливых газов предлагалось пользоваться масками, а также развешивать в помещениях смоченные водой простыни. Домовым комитетам предписывалось подготовить необходимые для тушения пожаров средства. Также устанавливались требования соблюдения светомаскировки с помощью окрашивания ламп уличных фонарей синей краской и закрытия окон плотными шторами.

Данное воззвание представляет собой один из первых документов, определяющих мероприятия гражданской обороны. Эти мероприятия и вводившие их акты были направлены на создание и укрепление противовоздушной обороны страны применительно к гражданским объектам. К участию в подобных мероприятиях в годы Гражданской войны привлекались жители целого ряда других крупных российских городов [1, с. 18–21].

В 1925 году Реввоенсоветом СССР были разработаны общие принципы организации противовоздушной обороны страны, которыми устанавливалось, что «... противовоздушная оборона строится на использовании активных средств борьбы (истребительная авиация, зенитная артиллерия, зенитные пулеметы) и мероприятий пассивной (местной) обороны, проводимых наркоматами, исполкомами Советов и организациями, в чьем ведении находятся обороняемые пункты и объекты». В указанные принципы заключены два важных принципиальных положения. Первое – необходимость сочетания активной и пассивной противовоздушной обороны. Второе – привлечение к этой работе местных органов власти и организаций (схема 1).

Активная противовоздушная оборона (далее – ПВО) осуществлялась силами и средствами Наркомата по военным и морским делам СССР, а пассивная – силами и средствами гражданских организаций, предприятий и самого населения. Только с конца 1932 года наименование «пассивная ПВО» было заменено наименованием «местная ПВО» [6].

В ноябре 1925 года Совет Народных Комиссаров СССР принял постановление «О мерах противовоздушной обороны при новых постройках в 500-километровой приграничной полосе». В пределах этой зоны, обусловленной радиусом действия авиации противника того времени, организациям и учреждениям предписывалось осуществлять при новом строительстве различные инженерно-технические мероприятия по противовоздушной и противохимической защите (схема 1). Действие этого постановления распространялось также на города Москву, Тулу, Харьков и Курск.

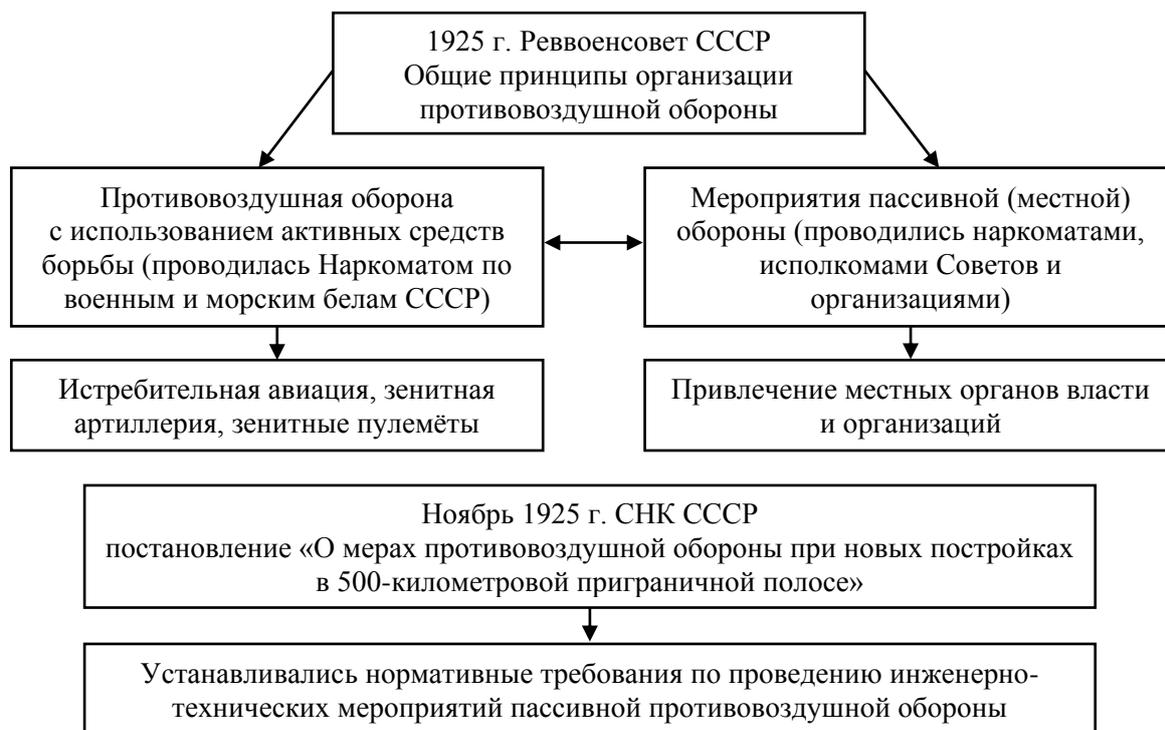


Схема 1. Предпосылки создания МПВО в 1925 году

14 мая 1927 года постановлением Совета труда и обороны СССР «Об организации воздушно-химической обороны территории СССР» были определены меры по усилению защиты стратегически важных районов, аэродромов, сооружений железнодорожного и водного транспорта, средств связи, заводов, фабрик, складов и крупных населенных пунктов при возможных ударах противника с воздуха. Вся территория советского Союза разделялась на две части:

- пограничную угрожаемую полосу, где мероприятия пассивной ПВО проводились в полном объеме,
- тыл страны, где проводилась лишь организационная работа в этой области, а также обучалось население.

Впервые крупные города были определены как пункты ПВО. Они делились на районы, участки и объекты. В свою очередь объекты ПВО делились в зависимости от их политической, экономической и военной значимости на две категории: первую и вторую (схема 2).

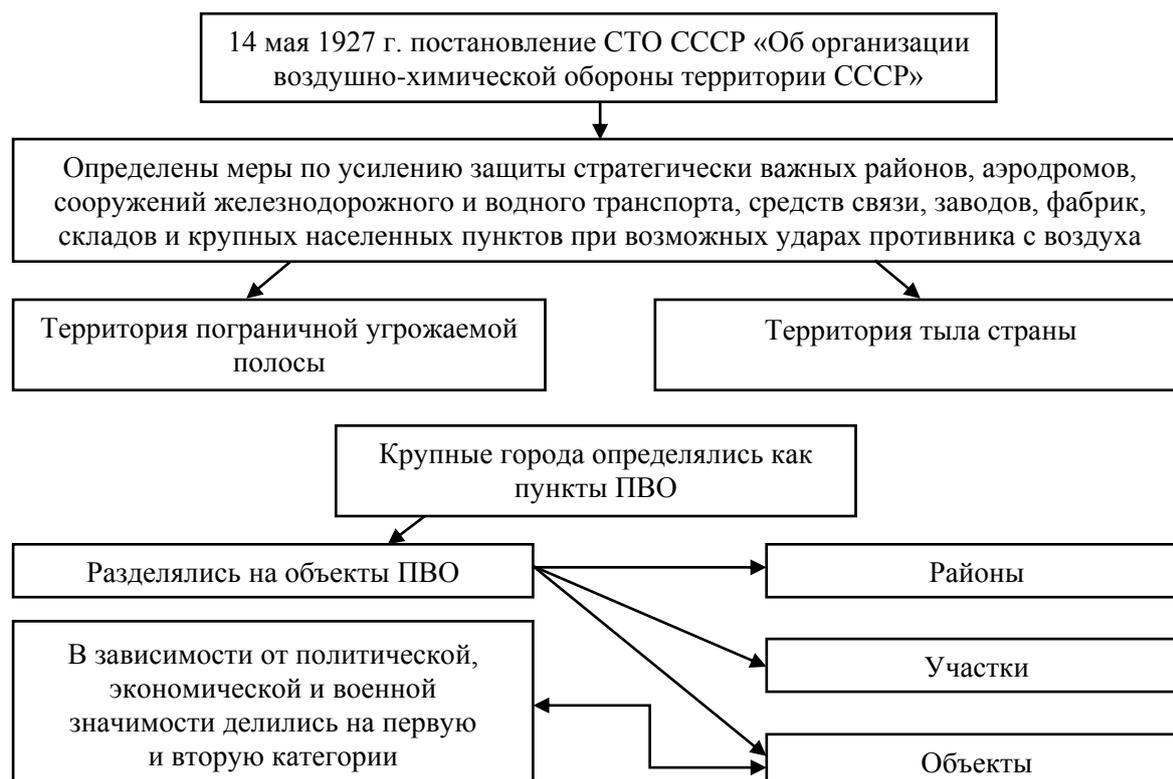


Схема 2. Предпосылки создания МПВО в 1927 году

11 июня 1928 года Советов труда и обороны СССР принял новое постановление «О противовоздушной обороне важнейших пунктов, расположенных в угрожаемой по воздушным нападениям полосе СССР», которым предусматривалось выделение и приведение в оборонительное состояние от воздушного нападения 48 важнейших пунктов ПВО страны. Особое внимание обращалось на защиту важнейших административно-политических и промышленных центров – Москвы, Ленинграда, Минска, Киева, Харькова, Баку.

Решения правительства по вопросам противовоздушной обороны нашли полное отражение в первом Положении о противовоздушной обороне Союза ССР, введенном в действие приказом Наркома по военным и морским делам СССР в 1928 году. В этом Положении мероприятия местной противовоздушной обороны еще не были выделены в качестве самостоятельной системы [2, с. 15–16].

В 1929 году впервые были созданы штабы ПВО районов по пассивной обороне. Важные в военном и экономическом отношении предприятия получили название объектов ПВО (ВХО – воздушной и химической обороны). В зависимости от их политической, экономической и военной значимости они делились на две категории (схема 3). В соответствии с категорией устанавливался объем мероприятий по их защите:

первая – наиболее крупные промышленные предприятия, электростанции, военные заводы, железнодорожные узлы, базы материально-технического снабжения;

вторая – менее важные в экономическом отношении заводы, фабрики, сооружения, учреждения [4, с. 14].

В 1929 году во исполнение постановления Совета Народных комиссаров СССР приказом Реввоенсовета СССР № 371-71 в военных округах создаются управления ПВО, в состав которых включаются службы: инженерной и химической защиты, внутреннего наблюдения и разведки (далее – ВНАР). В 1931 году в управления ПВО добавляются службы: противопожарную, охраны порядка и безопасности, медико-санитарную, ветеринарную (схема 3). Данное введение стало фактом рождения будущих служб местной противопожарной обороны, а затем гражданской обороны [4, с. 15].

В конце 20-х – начале 30-х годов были созданы необходимые условия для перехода к новому этапу строительства местной системы противовоздушной обороны, ее законодательному оформлению в самостоятельную государственную систему по защите населения страны от возможных авиационных ударов. Необходимость создания такой системы особенно остро ощущалась в условиях нарастающей угрозы военного нападения на СССР. Важным шагом в этом направлении было создание в 1932 году городских частей ПВО. 11 апреля 1932 года Народным комиссаром по военным и морским делам и Председателем Реввоенсовета СССР было утверждено «Положение о местных частях противовоздушной обороны». В нем указывалось, что местные части ПВО создаются для инженерно-химического оборудования пунктов ПВО и ликвидации последствий нападения с воздуха. По своему предназначению они подразделялись на части внутреннего наблюдения и авиационной разведки (ВНАР), связи, дегазации, медико-санитарные, противопожарные, инженерные и автотранспортные. Организационно состояли они из рот, батальонов, полков и бригад (схема 3). Это было зарождением будущих воинских частей местной противовоздушной обороны и войск гражданской обороны. Первым начальником названных подразделений был назначен Михаил Евгеньевич Медведев (рис. 1).

В предвоенные годы местную противовоздушную оборону возглавляли Каменев Сергей Сергеевич (рис. 2), Седакин Александр Игнатьевич (рис. 3). В 1937–1938 гг. исполняли обязанности начальника управления ПВО РККА комдив Блажевич Иосиф Францевич (рис. 4) и Кобленц Григорий Михайлович (рис. 5). В 1940 году начальником управления ПВО РККА назначен Поляков Яков Корнеевич (рис. 6).



Рис. 1. Медведев М. Е. (01.10.1898 – 17.06.1937) – первый начальник МВПО, комдив (1932 – 1934)



Рис. 2. Каменев С. С. (04(16).04.1881 – 25.08.1936) – начальник управления ПВО РККА (01.07.1934 – 25.08.1936)



Рис. 3. Седакин А. И. (14(26).11.1893 – 29.07.1938) – начальник управления ПВО РККА (25.01.1937 – 01.12.1937)



Рис. 4. Блажевич И. Ф. (13.09.1891 – 08.05.1939) – и. о. начальника управления ПВО РККА (1937)



Рис. 5. Кобленц Г. М. (04(16).07.1894 – 06.06.1991). – и. о. начальника ПВО РККА (04.1938 – 11.1938)



Рис. 6. Поляков Я. К. (06(18).02.1895 – 28.02.1963) – начальник управления ПВО РККА (31.10.1938 – 06.1940)



Схема 3. Предпосылки создания и развития МПВО в 1928–1931 годах

Важное место в создававшейся ПВО как части будущей системы гражданской обороны занимали общественные добровольные организации (схема 4). Их создание было обусловлено стремлением государства объединить усилия всего общества для решения важных и сложных задач развития гражданской обороны, мобилизовать имеющиеся человеческие ресурсы, а также негосударственные ресурсы материального характера. Это вполне укладывалось в общую схему политики, проводившейся государством в предвоенные годы.

Первая такая организация – Военно-научное общество – была создана еще в 1920 году. В 1926 году она была переименована в Общество содействия обороне СССР.

В марте 1923 года состоялось создание еще одной добровольной и массовой организации – Общества друзей воздушного флота (ОДВФ), цель которого состояла в оказании содействия строительству отечественной авиации.

В 1924 году была создана еще одна оборонная общественная организация – Общество друзей химической обороны и химической промышленности (Доброхим).

В мае 1925 года на базе вышеназванных организаций было создано единое Общество друзей авиационной и химической обороны и промышленности – Авиахим СССР.

В 1927 году в результате объединения Авиахима СССР и Общества содействия обороне СССР было создано добровольное Общество содействия обороне и авиационно-химическому строительству СССР (Осоавиахим). В числе прочих задач на это общество была возложена задача обучения населения приемам и способам защиты от воздушного и химического нападения.

Сочетание деятельности государственных органов и добровольных массовых организаций стало важной и типичной чертой данного этапа развития гражданской обороны. Дело гражданской обороны приобрело всенародный характер. Массовый характер мероприятий гражданской обороны, играл важную роль в системности проводившихся мероприятий [1, с. 23–24].

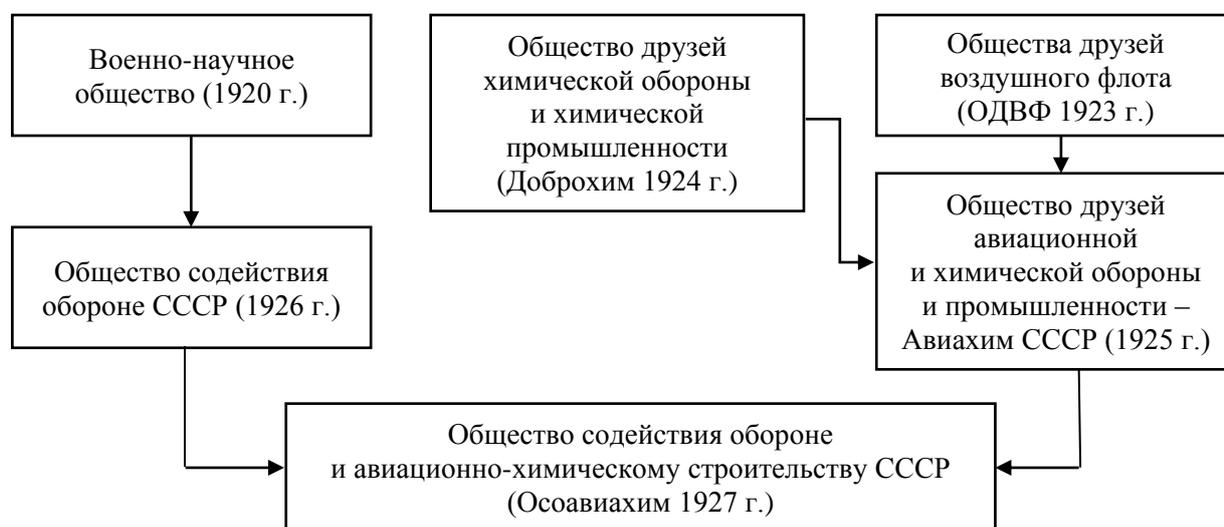


Схема 4. Общественные добровольные организации в системе ПВО

Следующим этапом в развитии организационных форм местной противовоздушной обороны явилось постановление Реввоенсовета СССР № 033, которым 10 мая 1932 года 6-е управление штаба РККА было преобразовано в Управление ПВО РККА с непосредственным подчинением его Реввоенсовету СССР. На управление ПВО РККА было возложено практическое руководство службой ПВО всей территории страны, а также объединение деятельности всех гражданских ведомств, учреждений и общественных организаций в этой области [2, с. 17–18].

Новый этап в развитии системы гражданской обороны начинается 4 октября 1932 года. Совет Народных комиссаров СССР постановлением № 1525/319 утвердил «Положение о противовоздушной обороне территории СССР». Данный нормативный акт установил организационно-правовые основы создания и деятельности целостной системы противовоздушной обороны.

Как самостоятельная составная часть системы ПВО СССР этим актом была выделена система Местной противовоздушной обороны (далее – МПВО). Создание общесоюзной системы МПВО стало важным этапом формирования системы гражданской обороны СССР. Приоритет ПВО в системе мер гражданской обороны объяснялся теми вызовами в военной сфере, которые стояли в данный период времени, и их пониманием высшими должностными лицами государства. В целом создание и развитие местной противовоздушной обороны органично дополнили те меры, которые предпринимались государством по повышению обороноспособности страны в предвоенный период.

Основными задачами местной противовоздушной обороны являлось:

– предупреждение населения об угрозе нападения с воздуха и оповещение об окончании такой угрозы;

- осуществление маскировки населенных пунктов и объектов народного хозяйства от нападения с воздуха (особенно светомаскировки);
- ликвидация последствий нападения с воздуха, в том числе и с применением отравляющих веществ;
- подготовка бомбоубежищ и газоубежищ для населения;
- организация первой медицинской и врачебной помощи пострадавшим в результате нападения с воздуха;
- оказание ветеринарной помощи пострадавшим животным;
- поддержание общественного порядка и обеспечение соблюдения режима, установленного органами власти и МПВО в районах, находящихся под угрозой.

Практическое выполнение указанных задач возлагалось на местные органы власти и объекты народного хозяйства. Штабы, службы и формирования МПВО создавались в тех городах и на тех промышленных объектах, которые могли оказаться в радиусе действия авиации возможного противника.

Общее руководство системой МПВО осуществлялось Народным комиссариатом по военным и морским делам СССР (с 1934 года переименован в Народный комиссариат обороны СССР), а в границах военных округов – их командованием.

На основе данного акта создавались воинские части МПВО и добровольные формирования МПВО. Структура добровольных команд была следующей: в городских районах – участковые команды; на предприятиях – объектовые команды; при домоуправлениях – группы самозащиты.

Участковые команды состояли из различных специальных формирований, а группы самозащиты – из шести подразделений: медицинского; аварийно-восстановительного; противопожарной защиты; охраны порядка и наблюдения; дегазационного; подразделения обслуживания убежищ.

Таким образом, система МПВО как основа будущего формирования гражданской обороны имела следующие особенности:

- сочетала принципы централизации и децентрализации, включала органы управления в центре и на местах;
- включала как военные, так и гражданские структуры;
- состояла как из профессиональных служащих, так и из добровольцев.

Существовавшая в предвоенный период система ПВО решала гораздо более широкий круг задач, чем те, что были непосредственно связаны с такой обороной. В числе прочего к ее задачам относилось поддержание общественного порядка – важная функция государства. В сочетании с такими задачами, как борьба с пожарами, оказание медицинской и ветеринарной помощи и т. д., это позволяет говорить, что система МПВО в действительности представляла собой систему гражданской обороны, несмотря на свое название [1, с. 25–27].

20 сентября 1934 года были опубликованы нормы комплекса «Готов к ПВХО» (противовоздушной и противохимической обороне). Постановлением ЦК ВКП(б) и Совета Народных Комиссаров СССР от 8 августа 1935 года «О работе Осоавиахима» подготовка населения к сдаче нормативов «Готов к ПВХО» и организация формирований МПВО объявлены важнейшими задачами Осоавиахима. Большую популярность в обучении граждан завоевали учения по противовоздушной и химической обороне. В начале сентября 1935 года в Москве состоялись первые всесоюзные соревнования по противовоздушной и химической обороне, в которых приняло участие свыше 1000 человек. В 1936 году в них участвовало 50 тыс. трудящихся, а в 1938 году – 2800 тыс. чел. [3, с. 153].

В Донецкой области с сентября 1936 года службы и части ПВХО находились в постоянной готовности к отражению нападения противника с воздуха, обеспечивая в любую минуту ликвидацию последствия его нападения [7, с. 4]. 17 сентября 1936 года в г. Сталино были проведены одними из первых учения по противовоздушной и химической обороне. Пожарные подразделения в противогазах выполняли задачи по ликвидации нескольких пожаров в разных частях города от налетов вражеской авиации. Санитарные службы оказывали помощь пострадавшим от отравления газами. Дегазационная группа ликвидировала угрозу от химических бомб. Группы самозащиты участвовали в ликвидации пожаров. Подобным образом службами города и населением приобретался необходимый опыт и навыки перед надвигающейся угрозой [8, с. 4].

Среди населения городов стали проводиться различные защитные мероприятия, как военно-химические соревнования, походы и проезды на велосипедах в противогазах. За шесть предвоенных лет в организациях Осоавиахима прошли подготовку более 38 760 тыс. граждан. Число первичных формирований МПВО к 1940 году достигло 20 тыс. человек.

Также были введены нормативы комплекса «Готов к санитарной обороне» (ГСО) для взрослых и «Будь готов к санитарной обороне» (БГСО) для школьников. Подготовкой к сдаче этих нормативов занимались комитеты Союза обществ Красного Креста и Красного Полумесяца. Таким образом, общественные организации продолжали привлекаться к деятельности системы местной противовоздушной обороны как основы для формирования гражданской обороны.

Важным этапом совершенствования структуры ПВО страны явились предвоенные годы. В условиях обострившейся международной обстановки и подготовки вооруженных сил к войне, Совет Народных Комиссаров СССР 7 октября 1940 года принял Постановление № 136, согласно которому все вопросы по подготовке защиты городов-пунктов и населения при нападении воздушного противника были возложены на НКВД СССР. 29 октября 1940 года в его составе было образовано Главное управление МПВО.

Управление развернуло работу по анализу и обобщению накопленного опыта деятельности МПВО, координации усилий различных ее структур, разработке вопросов организации и тактики действий, по совершенствованию взаимодействия с органами военного управления.

На основании приказа Народного комиссариата обороны СССР от 27 декабря 1940 года № 0368 Управление ПВО РККА было преобразовано в Главное управление ПВО Красной армии, которое осуществляло общее руководство ПВО территории страны. Непосредственное руководство ПВО на местах возлагалось на командующих войсками военных округов [3, с. 155].

25 января 1941 года Совет Народных Комиссаров СССР принял Постановление № 198-97 «Об организации противовоздушной обороны». Угрожаемой по воздушному нападению зоной определялась территория, расположенная от государственной границы в глубину на 1200 км. Территория Союза ССР разделялась на три зоны: зоны противовоздушной обороны в границах существующих военных округов; на районы противовоздушной обороны внутри округов; на пункты противовоздушной обороны внутри районов (схема 5). В зону противовоздушной обороны входили все средства ПВО – истребительная авиация, зенитные части и войска воздушного наблюдения, оповещения и связи (ВНОКС), выделенные для защиты пунктов, объектов, сооружений и мостов на территории округа. В районы и пункты противовоздушной обороны вошли все средства ПВО – истребительная авиация, зенитные средства и ВНОКС, выделенные для защиты соответствующего района или пункта [5].

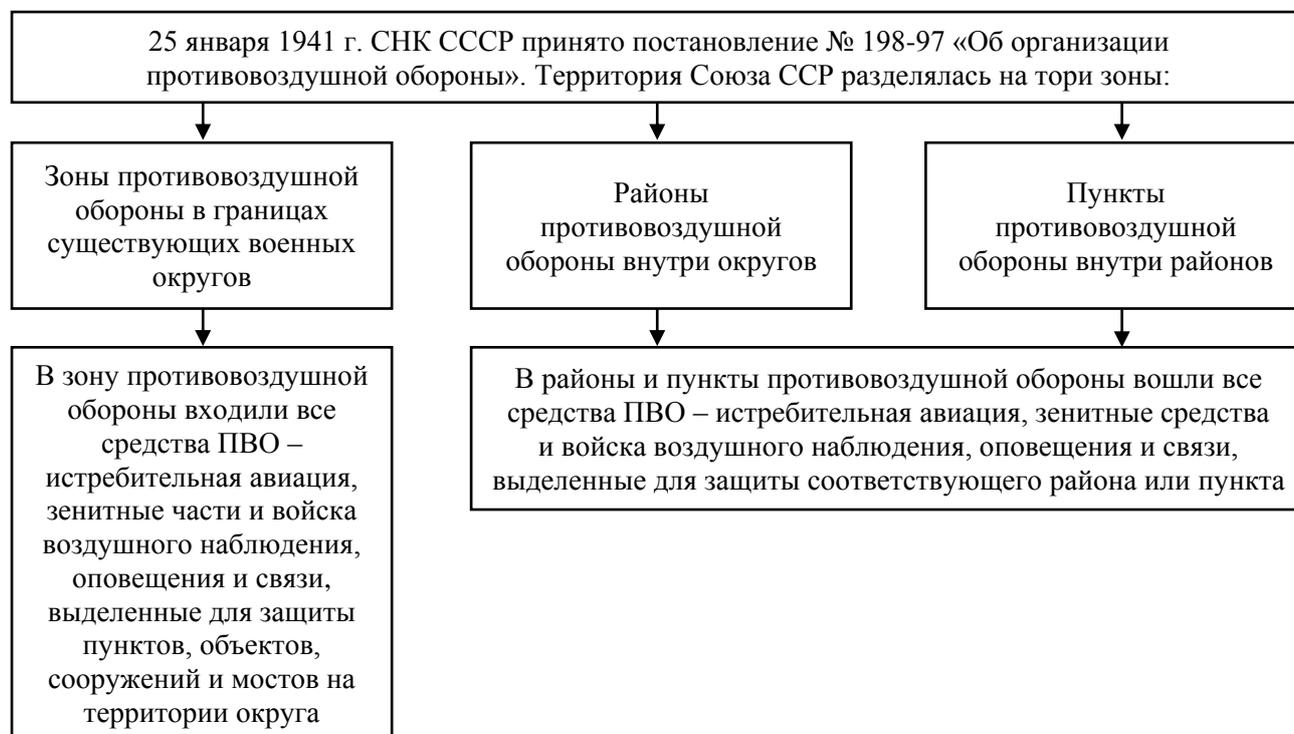


Схема 5. МПВО в 1941 г. Перед началом Великой Отечественной войны

К началу войны численность личного состава войск ПВО составляла 182 тыс. человек. Для решения задач ПВО наиболее важных центров страны было выделено 40 истребительных

авиаполков, насчитывавших около 1500 боевых самолетов, 1206 экипажей. На предприятиях насчитывалось более 25 тыс. формирований, а для жителей городов имелось свыше 30 млн. противогазов. В городах строились бомбовые и газоубежища.

Серьезные меры к укреплению МПВО принимались в Москве. На всех предприятиях, в учебных заведениях, домах проводились учения, которые охватили более двух миллионов человек. К началу войны в МПВО столицы насчитывалось до 650 тыс. подготовленных бойцов [3, с. 155].

В Сталинской области в 1941 году, до вступления на её территорию противника, для лучшего ознакомления населения с методами и способами тушения зажигательных авиабомб были организованы консультационные пункты. Ежедневно на них приходили десятки бойцов групп самозащиты, противопожарных звеньев. За короткое время там побывало более тысячи человек [9, с. 4].

Своевременность создания МПВО, активная работа по ее развитию позволили иметь к началу Великой Отечественной войны современную для того времени систему, главными характерными чертами которой являлись:

- массовая и всесторонняя подготовка населения к противовоздушной обороне и противохимической защите;
- последовательное повышение готовности сил и средств МПВО для защиты населения и объектов народного хозяйства городов, имевших стратегическое значение;
- улучшение оперативного руководства штабами, службами и силами МПВО;
- сосредоточение сил и средств МПВО на наиболее угрожаемых направлениях и объектах с целью накопления фонда защитных сооружений, повышения надежности систем энерго- и водоснабжения;
- подготовка мероприятий по маскировке важнейших объектов и коммуникаций, улучшению противопожарной безопасности городов, сел и объектов экономики [4, с. 42].

**Выводы и перспективы дальнейшего исследования.** Появление местной противовоздушной обороны в стране в период с 1915 по 1941 года, как современной для того периода системы защиты населения и территорий, позволило своевременно подготовиться к нависшей угрозе нападения со стороны противника. Накопленный опыт, усилия и активное развитие создали прочную основу в формировании системы гражданской обороны СССР. Исследование в данном направлении покажет в дальнейшем пути и возможности её создания и развития.

### Библиографический список

1. Гражданская оборона в Российской Федерации: прошлое, настоящее и будущее : монография / В. А. Пучков, Т. Я. Хабриева, Л. В. Андриченко и др.; отв. ред. Т. Я. Хабриева, В. А. Пучков. – Москва : Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации; 2017. – 432 с.
2. Гражданская оборона : учебник / под общ. ред. В. А. Пучкова ; МЧС России. – Москва , 2014. – 499 с.
3. Гусев, А. В. Исторические аспекты создания местной системы защиты населения и объектов от воздушного и химического нападения в СССР / А. В. Гусев // Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина. – 2011. – Т. 4, № 3. – С.151–156.
4. От МПВО к гражданской защите (исторический очерк) / под общ. ред. С. К. Шойгу – Москва : УРСС, 1998. – 336 с.
5. Из постановления СНК СССР «Об организации противовоздушной обороны». 25 января 1941 г. [Электронный ресурс]: // Электронная библиотека исторических документов : сайт. – Режим доступа: <http://docs.historyrussia.org/ru/nodes/102347#mode/inspect/page/1/zoom/6>. – [б. м.] – Загл. с экрана.
6. История МПВО [Электронный ресурс] // МЧС России. Главное управление по Ростовской области : сайт. – Режим доступа: <https://61.mchs.gov.ru/devyatnost/poleznaya-informaciya/dopolnitelnye-stranicy/god-grazhdanskoy-oborony/o-grazhdanskoy-oborone/istoriya-grazhdanskoy-oborony/istoriya-mpvo>. – [б. м.]. – Загл. с экрана.
7. Социалистический Донбасс [Город на учениях] : газета органа Донецкого обкома и сталинского горкома КП(б)У- и облисполкома. – 1936, 15 сентября, № 213 (1215). – Сталино, – 4 полос. – Еженед.
8. Социалистический Донбасс [«Враг» отбит – жизнь города течет нормально. Воздушная «атака» гор. Сталино] : газета органа Донецкого обкома и сталинского горкома КП(б)У- и облисполкома. – 1936, 18 сентября, № 216 (1218). – Сталино, – 4 полос. – Еженед.

9. Социалистический Донбасс [На консультативном пункте по противопожарной охране] : газета органа Донецкого обкома и сталинского горкома КП(б)У- и облисполкома. – 1941, 18 сентября, № 220 (2756). – Сталино, – 4 полос. – Еженед.

© А. А. Живов, Д. Ю. Паниотова, Н. Г. Ранга, 2022  
Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Б. Старостенко  
Статья поступила в редакцию 21.10.2022

## **CIVIL DEFENSE: FROM THE PREREQUISITES OF CREATION TO THE BEGINNING OF THE GREAT PATRIOTIC WAR (1918–1941)**

**Zhivov Andrey Alekseyevich**, Head of the Technosphere Safety Faculty  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: agz@mail.dnmchs.ru  
Phone: +7 (856) 332-17-10

**Paniotova Diana Yurievna**, Candidate of Pedagogical Sciences,  
Head of the Humanitarian Sciences Department  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: skilos@list.ru

**Ranga Nikolay Georgiyevich**, Specialist of the Humanitarian Sciences Department  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: ranga71@mail.ru  
Phone: +7 (949) 3276265

*The historical periods of the development of civil defense, from the adoption of individual measures and measures to protect the population and facilities from shelling and enemy air raids, to the appearance of local air defense in the country are examined in the article. The timeliness of its creation and active development made it possible to organize a modern protection system for that time before the outbreak of the Great Patriotic War. The process of dynamic development of air defense, the appearance of which is associated with the external threat of attack from the enemy and the solution of tasks to protect the population and territories are investigated by the authors.*

**Keywords:** *civil defense; air defense; local air defense; protection; shelter.*

УДК 614.8+519.25+336.761+336.764

## ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ С ГИБЕЛЬЮ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ОСЦИЛЛЯТОРА AROON

**Кайбичев Игорь Апполинарьевич**, д-р физ.-мат. наук, доцент,  
 профессор кафедры математики и информатики  
 Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России  
 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22  
 E-mail: kaibitchev@mail.ru  
 Тел.: +7 (343) 374-07-06

**Кайбичева Екатерина Игоревна**, канд. экон. наук,  
 доцент кафедры региональной, муниципальной экономики и управления  
 Уральский государственный экономический университет  
 620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62  
 E-mail: kaibitchev@mail.ru  
 Тел.: +7 (343) 375-18-97

На основе данных по количеству погибших при пожарах в Российской Федерации за 2001–2021 годы выполнен расчет значений осциллятора Aroon для 2004–2021 годов. Установлено, что прогноз обстановки с количеством погибших при пожарах при скользящего временного окна в 4 года с помощью осциллятора Aroon совпал с фактами в 82,35 % случаев. Использование наиболее часто применяемого трейдерами размера окна в 14 лет снизило совпадение прогноза с фактами до 57,14 %.

**Ключевые слова:** гибель людей при пожарах; оценка обстановки; осциллятор Aroon, алгоритм, прогноз.

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** Среди разнообразия математических методов и моделей в управлении противопожарной службы [3] существует вопрос об оценке обстановки с гибелью людей при пожарах, в частности прогнозирования этого показателя на будущий период.

Выполним анализ имеющихся данных [17] по гибели людей при пожарах (рис. 1).

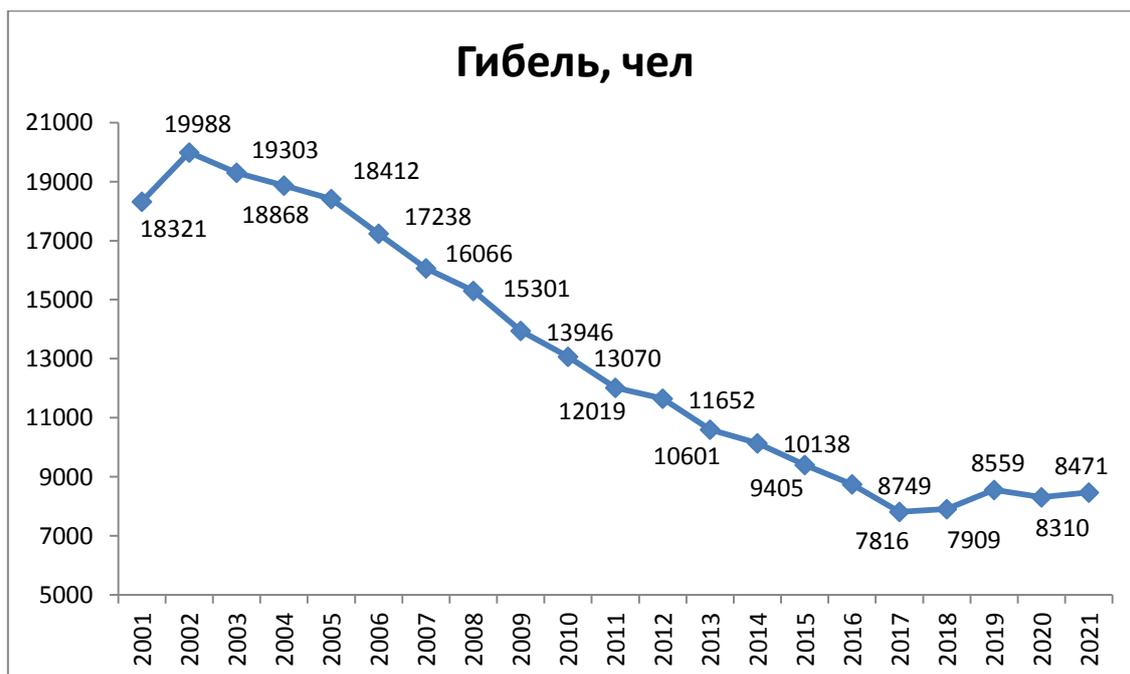


Рис. 1. Количество погибших при пожарах в Российской Федерации, чел.

Представленные данные (рис. 1) являются примером временного ряда [1; 2; 21; 22]. Особенностями временного ряда являются представление значений показателя (в данном случае итогового количества погибших при пожарах в Российской Федерации за год) в моменты времени с заданным промежутком (в нашем случае через 1 год).

Для изучения временного ряда количества погибших при пожарах активно использовался: регрессионный анализ [6–15].

Отметим, что график количества погибших при пожарах (рис. 1) имеет много общего с графиками движения цены на акции или облигации на фондовом рынке. К данному моменту трейдерами разработаны методы оценки обстановки с ценами на акции и облигации. Практика работы на фондовом рынке показала определенную полезность применяемых трейдерами индикаторов и осцилляторов [16; 19].

Индикаторы фондового рынка [16; 19] основаны на анализе исторических данных, позволяют определить направление движение цены (тренд на повышение или понижение), а также сделать вывод об отсутствии тренда (практически горизонтальное движение с небольшими колебаниями, по терминологии трейдеров «боквик»).

Осцилляторы [16; 19] основаны на определении положения текущей цены акции или облигации относительно максимума и минимума внутри выбранного временного интервала.

В литературе возможности применения индикаторов и осцилляторов фондового рынка для оценки данных пожарной статистики практически не рассматривались, за исключением работы [5], где рассматривалась оценка ситуации с пожарами с помощью индикатора линейной регрессии.

Рассмотрим возможность применения одного из популярных осцилляторов фондового рынка – осциллятора Aroon [20] к анализу обстановки с количеством погибших при пожарах (рис. 1).

**Изложение основного материала исследования.** Осциллятор Aroon [20] применяют для определения возможного тренда, нахождения разворотных точек графика.

В основе схемы расчета осциллятора Aroon лежит следующий алгоритм. На первом этапе нужно выбрать размер скользящего временного окна в  $n$  периодов. Для определенности положим  $n = 4$ . На втором этапе внутри данного временного окна определим максимум и минимум (рис. 2).

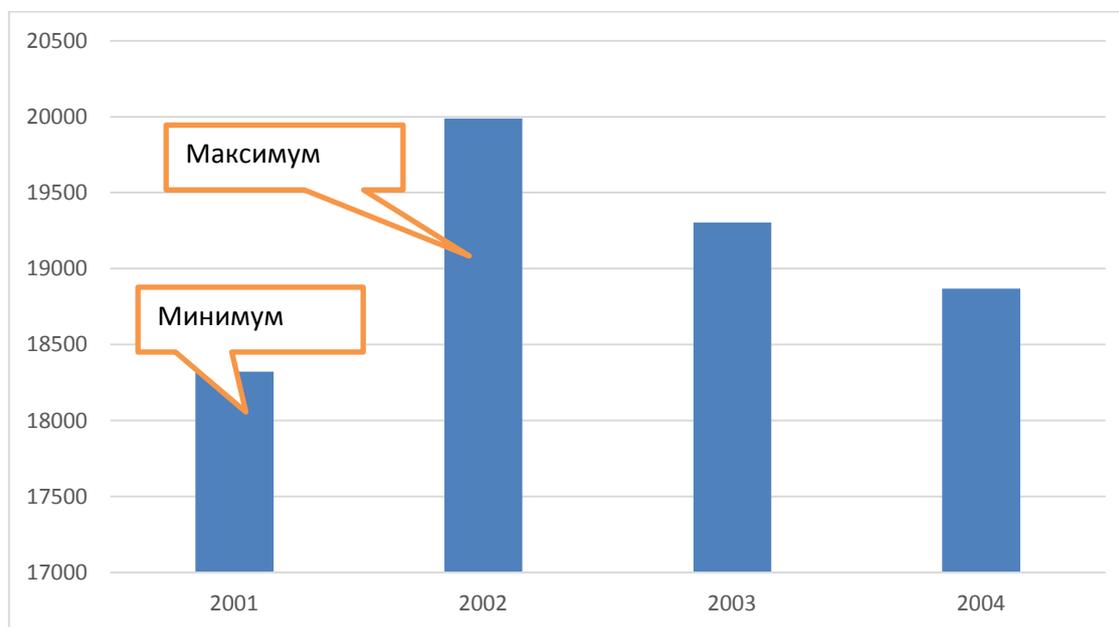


Рис. 2. Временное окно в 4 периода

Максимум внутри временного окна расположен в 2002 году (рис. 2). До конца временного окна (в данном случае 2004 год) есть 2 временных периода (2003 и 2004 годы). Поэтому, количество периодов после максимума  $N = 2$ . Минимум (данные 2001 года) расположен в начале временного окна. Очевидно, что до конца временного окна (2004 год) имеем 3 периода (2002, 2003, 2004 годы). Поэтому, количество периодов после минимума  $L = 3$ .

Третий этап состоит из двух операций. В первой производится расчет показателей Aroon Up и Aroon Down.

$$\text{Aroon Up} = 100 * (n - H)/n \quad (1)$$

$$\text{Aroon Down} = 100 * (n - L)/n \quad (2)$$

Смысл показателя Aroon Up состоит в том, что он дает число периодов (в процентном виде), прошедших после максимума в скользящем временном окне от общего количества периодов n. В нашем случае H = 2 и показатель Aroon Up = 50.

Смысл показателя Aroon Down рассчитывает число периодов (в процентном виде), прошедших после достижения ценой минимума за последние n периодов, от общего количества периодов n. В нашем случае L = 3 и показатель Aroon Down = 25.

Вторая операция рассчитывает значение осциллятора Aroon

$$\text{Aroon} = \text{Aroon Up} - \text{Aroon Down} \quad (3)$$

В нашей ситуации Aroon = 25. Положительное значение осциллятора дает прогноз слабого роста количества погибших при пожарах в 2005 году. Этот прогноз не совпал с фактической обстановкой (рис. 1).

Следующее действие состоит в сдвиге скользящего временного окна на 1 период (рис. 3).

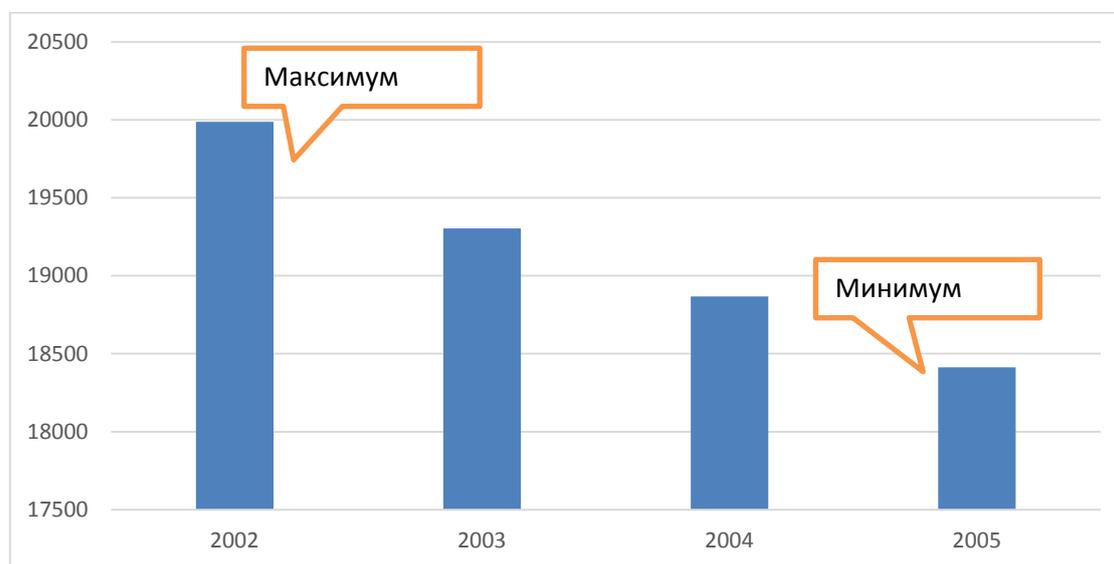


Рис. 3. Временное окно после сдвига на 1 период вперед

Видно, что максимум расположен в начале временного окна, поэтому H = 3. Минимум расположен в конце временного окна, после него нет других временных периодов, поэтому L = 0. В результате повторения алгоритма расчета осциллятора даст значение осциллятора Aroon = -75. Следовательно, в 2006 году можно ожидать уменьшения количества погибших при пожарах. Этот прогноз совпадает с фактической обстановкой (рис. 1).

Далее по вышеописанному алгоритму рассчитали показатели Aroon Up и Aroon Dawn (рис. 4).

Прогноз обстановки на следующий год основан на значении осциллятора Aroon для текущего года. При положительном значении осциллятора Aroon для следующего года предполагали рост, при отрицательном – спад (табл. 1).

Отметим, что для 17 годов (2005–2021) мы можем сравнить прогноз с фактом. В итоге прогноз обстановки по количеству погибших при пожарах с помощью осциллятора Aroon совпал с фактами в 14 случаях, что составляет 82,35 %.

Выбор периода скользящего временного окна n = 4 произволен. В практике работы трейдеров на фондовом рынке наиболее часто используется скользящее окно в 14 периодов (n = 14). Для этого размера скользящего временного окна расчет показателей Aroon Up и Aroon Dawn (рис. 5) выполнен по ранее описанному алгоритму. Отметим, что при скользящем временном окне с n = 14 прогноз можно выполнить для 2015–2022 годов (табл. 2). Для 7 годов (2014–2021) есть возможность сравнить прогноз с фактической ситуацией. Совпадение прогноза с фактом наблюдается в 4 ситуациях (2015, 2016, 2017, 2020 года), что составляет 57,14 %.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Гибель, чел		макс	мин	H	L	AroonUp	AroonDawn	Aroon
2	2001	18321								
3	2002	19988								
4	2003	19303								
5	2004	18868		19988	18321	2	3	50	25	25
6	2005	18412		19988	18412	3	0	25	100	-75
7	2006	17238		19303	17238	3	0	25	100	-75
8	2007	16066		18868	16066	3	0	25	100	-75
9	2008	15301		18412	15301	3	0	25	100	-75
10	2009	13946		17238	13946	3	0	25	100	-75
11	2010	13070		16066	13070	3	0	25	100	-75
12	2011	12019		15301	12019	3	0	25	100	-75
13	2012	11652		13946	11652	3	0	25	100	-75
14	2013	10601		13070	10601	3	0	25	100	-75
15	2014	10138		12019	10138	3	0	25	100	-75
16	2015	9405		11652	9405	3	0	25	100	-75
17	2016	8749		10601	8749	3	0	25	100	-75
18	2017	7816		10138	7816	3	0	25	100	-75
19	2018	7909		9405	7816	3	1	25	75	-50
20	2019	8559		8749	7816	3	2	25	50	-25
21	2020	8310		8559	7816	1	3	75	25	50

Рис. 4. Расчет показателей Aroon Up и Aroon Dawn при скользящем окне n = 4

Таблица 1

Расчет значений осциллятора Aroon при скользящем временном окне n = 4

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Aroon Up	50	25	25	25	25	25	25	25	25
Aroon Dawn	25	100	100	100	100	100	100	100	100
Aroon	25	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75
Прогноз		Рост	Спад						
Факт		Спад							

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aroon Up	25	25	25	25	25	25	25	75	50	
Aroon Dawn	100	100	100	100	100	75	50	25	25	
Aroon	-75	-75	-75	-75	-75	-50	-25	50	25	
Прогноз	Спад	Рост	Рост							
Факт	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Рост	Рост	Спад	Рост	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
59	2013	10601		макс	мин	H	L	AroonUp	AroonDawn	Aroon
60	2014	10138		19988	10138	12	0	14,29	100,00	-85,71
61	2015	9405		19988	9405	13	0	7,14	100,00	-92,86
62	2016	8749		19303	8749	13	0	7,14	100,00	-92,86
63	2017	7816		18868	7816	13	0	7,14	100,00	-92,86
64	2018	7909		18412	7816	13	1	7,14	92,86	-85,71
65	2019	8559		17238	7816	13	2	7,14	85,71	-78,57
66	2020	8310		16066	7816	13	3	7,14	78,57	-71,43
67	2021	8471		15301	7816	13	4	7,14	71,43	-64,29

Рис. 5. Расчет показателей Aroon Up и Aroon Dawn при скользящем окне n = 14

Расчет значений осциллятора Aroon при скользящем временном окне  $n = 14$ 

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aroon Up	14,29	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	
Aroon Dawn	100	100	100	100	92,86	85,71	78,57	71,43	
Aroon	-85,71	-92,86	-92,86	-92,86	-85,71	-71,57	-71,43	-64,29	
Прогноз		Спад	Спад						
Факт		Спад	Спад	Спад	Рост	Рост	Спад	Рост	

Размер скользящего временного окна фактически ограничивает информацию, принимаемую во внимание при расчете осциллятора Aroon. При размере окна в  $n = 4$  рассматривали 4 последних временных периода (4 года). При расширении окна до  $n = 14$  во внимание принимали данные за последние 14 периодов (14 лет).

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Прогноз обстановки с помощью осциллятора Aroon по имеющимся историческим данным по гибели людей при пожарах при скользящем временном окне в 4 года совпал с фактом в 82,35 % случаев, а при расширении окна до 14 лет количество совпадений уменьшилось до 57,14 %.

В исследовании показана возможность использования одного из популярных инструментов технического анализа [16; 19] применяемого на фондовом рынке, а именно осциллятора Aroon [20] для оценки обстановки с гибелью людей при пожарах.

Перспективы дальнейших исследований состоят в расширении объема статистического материала на больший временной период, а также применения других индикаторов и осцилляторов фондового рынка [16; 19].

Относительное количество жертв, приходящихся на 100 000 человек населения [4] дает величину индивидуального пожарного риска (риска гибели в результате пожара). Осциллятор Aroon [20] может оказаться полезным при прогнозе обстановки с величиной индивидуального пожарного риска [18].

#### Библиографический список

1. Бокс, Дж. Анализ временных рядов: прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – Москва : Мир, 1974. – Кн. 1. – 406 с.
2. Бриллинджер, Д. Временные ряды. Обработка данных и теория / Д. Бриллинджер. – Москва : Мир, 1980. – 536 с.
3. Брушлинский, Н. Н. Математические методы и модели управления в противопожарной службе : учебник / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов. – Москва : Академия ГПС МЧС России, 2020. – 200 с.
4. Брушлинский, Н. Н. Статистический анализ гибели и травмирования людей при пожарах в странах мира и России (2008 – 2012 гг.) / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, В. И. Евдокимов, О. В. Иванова // *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. – 2015. – No 2. – С. 30–37.
5. Кайбичев, И. А. Оценка ситуации с пожарами в Российской Федерации с помощью индикатора линейной регрессии / И. А. Кайбичев // *Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития Государственной системы гражданской защиты : сб. тезисов и докладов Междунар. науч.-практ. конф. адъюнктов, магистрантов, курсантов и студентов, 4 марта 2022 г. – Кокшетау : ГУ «АГЗ имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан», 2022. – С. 31–36.*
6. Кайбичев, И. А. Корреляционный анализ количества пожаров и основных показателей социально-экономического развития Российской Федерации за 2001–2015 годы / И. А. Кайбичев, К. И. Калимуллина // *Пожарная и аварийная безопасность : сб. материалов XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году гражданской обороны, 29–30 ноября 2017 г., г. Иваново. – Иваново : ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2017. – с. 804–808.*
7. Кайбичев, И. А. Аппроксимация обстановки с пожарами в Российской Федерации сплайном / И. А. Кайбичев // *Пожарная и аварийная безопасность : сб. материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения. – Иваново : ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2021. – С. 78–82.*

8. Кайбичев, И. А. Отбор факторов для математической модели гибели людей при пожарах на территории России / И. А. Кайбичев, Е. И. Кайбичева // Техносферная безопасность. – 2019. – № 3 (24). – С. 12–19.
9. Кайбичев, И. А. Математическое моделирование временного ряда гибели людей при пожарах на территории Российской Федерации / И. А. Кайбичев, Е. И. Кайбичева // Техносферная безопасность. – 2019. – № 4 (25). – С. 16–31.
10. Кайбичев, И. А. Зависимость показателей пожарной статистики в городах Российской Федерации за 2001–2015 годы / И. А. Кайбичев, К. И. Калимуллина // Материалы XXIX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России : в 2-х ч. – Москва : ВНИИПО. 2017. – Ч. 2. – С. 728–730.
11. Кайбичев, И. А. Регрессионный анализ основных показателей пожарной статистики в сельской местности Российской Федерации / И. А. Кайбичев, К. И. Калимуллина // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2017. – № 1 (22). – С. 24–32.
12. Кайбичев, И. А. Регрессионный анализ гибели и травмирования людей в городской местности Российской Федерации / И. А. Кайбичев, К. И. Калимуллина // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2017. – № 2. – С. 49.
13. Кайбичев, И. А. Регрессионный анализ гибели и травмирования людей в городской местности Российской Федерации / И. А. Кайбичев, К. И. Калимуллина // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – № 1-2 (5). – С. 49–51.
14. Кайбичев, И. А. Установление факта зависимости числа погибших при пожарах в регионах Российской Федерации от номера года / И. А. Кайбичев, О. А. Фридрих // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сб. материалов VI Всеросс. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 140–145.
15. Калимуллина, К. И. Корреляционный анализ количества пожаров и основных показателей социально-экономического развития Российской Федерации за 2001–2015 годы / К. И. Калимуллина, И. А. Кайбичев // Безопасность в чрезвычайных ситуациях : сб. материалов студ. науч. конф., приуроч. ко Дню спасателя ДНР, 20 декабря 2017 г., Донецк. – Донецк : ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2017. – С. 154–161.
16. Мэрфи, Д. Дж. Технический анализ фьючерсных рынков: теория и практика / Д. Дж. Мэрфи. – Москва : Сокол, 1996. – 479 с.
17. Пожары и пожарная безопасность : статист. сб. Статистика пожаров и их последствий. – Москва : ВНИИПО, 2015–2021.
18. Тимофеева, С. С. Анализ, оценка, прогноз гибели и травмирования людей при пожарах в Российской Федерации / С. С. Тимофеева, Е. А. Хамидуллина, В. В. Гармышев // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2018. – № 2. – С. 1–9.
19. Швагер, Дж. Технический анализ. Полный курс / Дж. Швагер. – Москва : Альпина Паблицер, 2001. – 768 с.
20. Chande, T. S. The Time Price Oscillator / T. S. Chande // Technical Analysis of Stocks & Commodities. – 1995. – V. 13, N 9. – P. 360–374.
21. Shumway, R. Time Series Analysis and its Applications / R. Shumway, D. S. Stoffer. – Springer, 2000. – 549 p.
22. Tsay, R. S. Analysis of financial time series / R. S. Tsay. – New York : Wiley, 2010. – 715 p.

*© И. А. Кайбичев, Е. И. Кайбичева, 2022  
Рецензент д-р техн. наук, с. н. с. В. В. Мамаев  
Статья поступила в редакцию 21.10.2022*

## **ASSESSMENT OF THE SITUATION WITH THE DEATH OF PEOPLE IN FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION USING THE AROON OSCILLATOR**

**Kaibichev Igor Appolinariovich**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor, Professor of the Department of Mathematics and Informatics  
Ural Institute of the State Fire Service EMERCOM of Russia  
620062, Yekaterinburg, 22 Mira Str.  
E-mail: kaibitchev@mail.ru  
Phone: +7 (343) 374-07-06

**Kaibicheva Ekaterina Igorevna**, Candidate of Economics,  
Associate Professor of the Department of Regional, Municipal Economics and Management  
Ural State University of Economics  
620144, Yekaterinburg, 62 8 Marta Str.  
E-mail: kaibitchev@mail.ru  
Phone: +7 (343) 375-18-97

*Based on the data on the number of deaths in fires in the Russian Federation for 2001–2021, the values of the Aroon oscillator for 2004–2021 were calculated. It was found that the forecast of the situation with the number of deaths in fires with a sliding time window of 4 years using the Aroon oscillator coincided with the facts in 82,35 % of cases. The use of the window size most often used by traders in 14 years reduced the coincidence of the forecast with the facts to 57,14 %.*

**Keywords:** *death of people in fires; assessment of the situation; the Aroon oscillator; algorithm; predict.*

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ИХ ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

УДК 622.822.22:001.891.572

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ АДСОРБЦИИ КИСЛОРОДА СЛОЕМ ГАЗОНАСЫЩЕННОГО УГЛЯ

**Греков Святослав Павлович**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,  
главный научный сотрудник  
ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР»  
83048, г. Донецк, ул. Артема, 157  
E-mail: ober.niigd@list.ru  
Тел.: +7 (856) 332-78-83

**Головченко Евгений Александрович**, начальник отдела  
ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР»  
83048, г. Донецк, ул. Артема, 157  
E-mail: ennio\_80@mail.ru  
Тел.: +7 (856) 332-78-83

**Белокобыльский Михаил Александрович**, инженер  
ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР»  
83048, г. Донецк, ул. Артема, 157  
E-mail: ober.niigd@list.ru  
Тел.: +7 (856) 332-78-83

*В статье представлены результаты проведенных экспериментов по исследованию динамики адсорбции кислорода слоем скопления угля, позволяющие проанализировать влияние параметров адсорбции на процесс самонагревания угля. Разработаны требования к экспериментам с углями и экспериментальная лабораторная установка для изучения динамики адсорбции.*

*Выполнены исследования динамики адсорбции кислорода газонасыщенными углями шахтопластов Донбасса с содержанием горючих  $V^{daf}$  от 8 до 43 %. Получены скорость отработки газонасыщенного угля разной степени его метаморфизма и распределение величин поглощенного углем кислорода вдоль пути его проникновения в скопление угля.*

**Ключевые слова:** адсорбция; химическая реакция; температура диффузии; самонагревание; окисление угля; самовозгорание угля.

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** Определенный интерес представляет исследование влияния химических реакций на распределение концентраций примеси в потоке вдоль слоя сорбента (угля) при выполнении экспериментов на лабораторных установках в условиях, приближенных к шахтным.

Интенсивность химической реакции существенно влияет на динамику сорбции [5], причем этот эффект значителен при малых скоростях потока и незначителен при большой скорости. При одном и том же значении скорости потока и фиксированном значении кинетического коэффициента степень влияния скорости химической реакции на динамику изменения примеси уменьшается с увеличением скорости реакции и при определенном ее значении процесс выходит на «автомодельный» режим, т. е. дальнейшее увеличение скорости химической реакции практически не влияет на динамику концентраций примеси в потоке, поскольку процесс при этом лимитируется адсорбцией [2].

Учитывая вышеизложенное, **цель работы:** разработать лабораторную установку для изучения динамики адсорбции кислорода слоем скопления угля и выполнить экспериментальные исследования динамики адсорбции кислорода с углями разной степени метаморфизма.

**Изложение основного материала исследования.** В результате действия необратимой химической реакции, концентрация примеси падает вдоль слоя сорбента (угля), причем этот эффект весьма мал при больших скоростях потока и существенен при малых [1; 4]. Однако с увеличением скорости химической реакции профиль концентраций стабилизируется, что также свидетельствует о наступлении «автомодельного» режима, лимитируемого адсорбцией.

Такую возможность можно реализовать при проведении лабораторных исследований. Для этого целесообразно использовать зависимость расчета поглощенного сорбентом (газонасыщенным углем) вещества (в частности, вступившего в реакцию с кислородом воздуха в шахтной атмосфере) [3]:

$$\bar{c} = \frac{c}{c_0} = \bar{a} = \frac{a}{a_0} = 0,5 \cdot \left[ 1 - \operatorname{erf} \left( \frac{x - \omega \cdot \tau}{2\sqrt{H\tau}} \right) \right], \quad (1)$$

где  $\bar{c}$ ,  $c$ ,  $c_0$  – приведенная текущая концентрация вещества, текущая концентрация вещества и концентрация поглощенного вещества в начальный период времени, моль/м<sup>3</sup>;

$\bar{a}$ ,  $a$ ,  $a_0$  – приведенная концентрация адсорбированного вещества, концентрация вещества в твердом теле и газообразной фазе, моль/м<sup>3</sup>;

$x$  – пространственная координата;

$\omega$  – скорость движения фронта адсорбции, м/с;

$\tau$  – время, с;

$H = D \cdot \gamma / (\gamma + 1)$  – приведенный коэффициент массоотдачи;

$D$  – коэффициент диффузии в фильтрационном потоке, м<sup>2</sup>/с;

$\gamma$  – коэффициент Генри;

$\operatorname{erf}(y) = (2/\sqrt{\pi}) \int_0^y \exp(-y^2) \cdot dy$  – интеграл Крампа, при этом функция  $\operatorname{erf}(y)$  табулирована [2].

Исходя из анализа теоретических предпосылок хемосорбции кислорода газонасыщенных слоев скопления углей в горных выработках, лабораторная установка должна удовлетворить следующим требованиям:

- иметь длину реакционной колонки не менее 0,8 м исходя из того, что эндогенные пожары, пожары в горных выработках в слое скопления угля происходят на расстояниях 0,1...0,7 м от входа в них окислителя (кислорода в шахтной атмосфере) и диаметр реакционной колонки не менее 0,1 м для возможности загрузки в нее частиц сорбента до 0,1 м.

- давать возможность получать первичную информацию о скорости адсорбции  $\beta_1$ , с<sup>-1</sup> кислорода в нескольких точках колонки от места поступления в нее адсорбтива;

- обеспечить непрерывное поступление в реакционную колонку воздуха со скоростью просасывания его между частицами адсорбента  $1 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-6}$  м/с;

- иметь водяной U-образный манометр для наблюдения и регистрации величин поглощенного адсорбента в различных местах реакционной емкости и расходомеры на входе и выходе из реакционной колонки;

- иметь возможность производить отбор проб адсорбтива в нескольких точках реакционной колонки от места поступления в нее воздуха.

Предлагаемая экспериментальная лабораторная установка для исследования динамики адсорбции компонентов адсорбтива с использованием небольших последовательно соединенных реакционных колонок, отвечающей поставленным требованиям представлена на рисунке.

Подготовка к эксперименту и выполнение наблюдений за динамикой сорбции кислорода производятся в следующей последовательности:

- отобранным непосредственно в шахте углем фракцией 1...3 мм заполняются все части реакционной колонки;

- регулируется подача адсорбтива с расходом, необходимым для получения линейной скорости в сорбционной колонке, одновременно с началом подачи в колонку адсорбтива начинается измерение его расхода на выходе из колонки, через различные промежутки времени, начиная с первого часа и по мере снижения процесса адсорбции кислорода увеличивая его сначала до 12–24 часов, а затем до нескольких суток, отбираются и анализируются пробы на содержание кислорода, из всех частей реакционной колонки;

- количество поглощенного адсорбтива каждой части колонки  $\Delta a^{(n)}$ , моль/м<sup>3</sup>, определяют по разности его концентраций для моментов различных времени  $\Delta \tau$ , с;

- константу скорости поглощения адсорбтива  $K$ , моль/(м<sup>3</sup>·с), определяют по разности концентраций адсорбтива в потоке между двумя замерами;

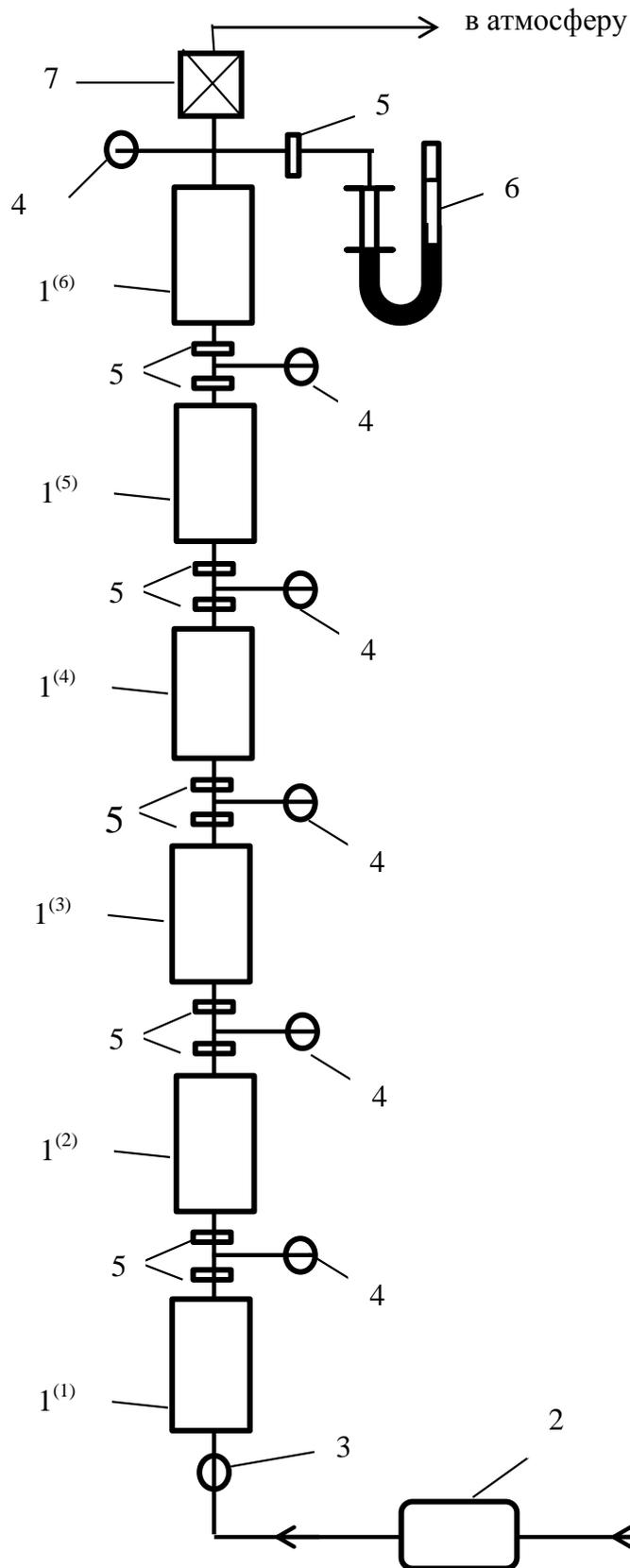


Рис. Схема экспериментальной лабораторной установки для исследования динамики адсорбции компонентов адсорбтива:  $1^{(n)}$  – компоненты реакционной колонки; 2 – насос для подачи адсорбтива; 3 – кран регулировочный для подачи требуемого расхода адсорбтива; 4 – краны для отбора проб адсорбтива; 5 – зажимы для регулировки мест отбора проб адсорбтива; 6 – водяной манометр; 7 – пленочный расходомер

– по данным о количестве поглощенного адсорбтива за отрезок времени строятся кинетические кривые его адсорбции для каждой части реакционной колонки;

– по данным кинетических кривых каждой колонки строятся их безразмерные кинетические кривые, при этом для каждой части колонки фиксируется время отработки сорбента, т.е. время достижения безразмерной величины равной 0,5 и определяется скорость движения отработки адсорбтива  $w$ , м/с;

– по найденным величинам константы скорости поглощения с использованием теории адсорбции, приведённой в работе [3], строится кинетическая кривая кислорода, вступившего в реакцию с углем, и по ней находится время полуотработки сорбента и определяется скорость движения адсорбционного слоя  $\omega$ , м/с;

– по двум смежным величинам констант скорости поглощения адсорбтива  $K$ , для каждой части реакционной колонки находится коэффициент адсорбции  $\beta_1, c^{-1}$  и строятся графики зависимости коэффициента адсорбции от времени.

По полученным точкам адсорбции адсорбтива (кислорода, либо его смеси с азотом) производится моделирование процесса кинетики адсорбции смеси газов и кислорода каждой части колонки  $1^n$  и находится безразмерная величина прореагировавшего кислорода  $Ka_{O_2}$ , а по ним и экспериментальным данным коэффициента адсорбции  $\beta_1, c^{-1}$ , вычисляются величины коэффициентов диффузии  $D, m^2/c$ .

В экспериментальных исследованиях динамики адсорбции (хемосорбции) кислорода использовались угли шахт Донбасса с содержанием горючих веществ  $V^{daf}$  от 8 до 43 %. Отобранные пробы на содержание поглощенного углями кислорода в течении длительного периода времени (до 480 часов) позволили отыскать все необходимые параметры массопереноса и газообмена.

В таблице 1 представлены параметры хемосорбции кислорода углем пласта  $h_{10}^B$  шахты имени С. М. Кирова ГУП ДНР «Макеевуголь», найденные по кинетической кривой адсорбции кислорода. Характеристики угля: марка угля Т, выход летучих веществ  $V^{daf} = 8,2-10,6 \%$ , дробимость угля  $D_r = 8,2$ , критическая температура самовозгорания угля  $T_{кр} = 323,9 \text{ }^\circ\text{K}$ ; концентрация кислорода  $C(O_2) = 27,009 \text{ моль/м}^3$ ;  $S_{уд}/S_{max} = 0,765$ ; критическая константа скорости окисления  $k_{кр} = 1,006 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3/(c \cdot \text{моль})$ ;  $Q_0 = 25,0 \text{ м}^3/\text{т}$ ;  $a_c = 114 \text{ 166,7 моль/м}^3$ ; энергия активации  $E = 12 \text{ 831,4 Дж/моль}$ ;  $K_a = 12,907$ ;  $\gamma = 1,776$ ;  $R_1 = 0,00075 \text{ м}$ ;  $v = 2,024 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ .

Таблица 1

Параметры хемосорбции кислорода газонасыщенным углем пласта  $h_{10}^B$  шахты им. С. М. Кирова ГУП ДНР «Макеевуголь»

Параметры хемосорбции	Время, $\tau$ , ч/с					
	12/43200	24/86400	48/172800	72/259200	120/432000	240/864000
$\beta_1, c^{-1}$	$3,50 \cdot 10^{-5}$	$2,60 \cdot 10^{-5}$	$2,20 \cdot 10^{-5}$	$1,80 \cdot 10^{-5}$	$1,10 \cdot 10^{-5}$	$7,00 \cdot 10^{-6}$
$D, m^2/c$	$1,395 \cdot 10^{-12}$	$9,588 \cdot 10^{-13}$	$7,845 \cdot 10^{-13}$	$6,973 \cdot 10^{-13}$	$4,794 \cdot 10^{-13}$	$3,051 \cdot 10^{-13}$
$Fo$	0,107	0,147	0,241	0,321	0,368	0,469
$\mu, \text{ч}^{-1}$	0,1092	0,0943	0,0702	0,0523	0,0291	0,0067
$\xi$	$1,074 \cdot 10^{-3}$	$2,928 \cdot 10^{-3}$	$6,905 \cdot 10^{-3}$	$1,073 \cdot 10^{-2}$	$1,736 \cdot 10^{-2}$	$2,394 \cdot 10^{-2}$
$\bar{a}_{\text{экср}}$	0,742	0,860	0,953	0,981	0,989	1,000
$a_{\text{экср}}, \text{моль/м}^3$	35,59	41,25	45,70	47,07	47,46	47,98
$\bar{a}_{\text{погл}}$	0,733	0,865	0,944	0,963	0,979	0,992
$a_{\text{погл}}, \text{моль/м}^3$	35,18	41,51	45,30	46,18	46,96	47,60
$\gamma$	0,038	0,151	0,435	0,76	1,789	3,876
$\bar{a}_{\text{хим}}$	0,637	0,632	0,591	0,512	0,345	0,231
$a_{\text{хим}}, \text{моль/м}^3$	30,53	30,32	28,36	24,54	16,56	11,08

Параметры хемосорбции кислорода углями различной степени метаморфизма некоторых шахт Донбасса, найденные по кинетической кривой адсорбции кислорода, представлены в таблице 2, где в последних колонках таблицы 2 даны результаты, отражающие примерно 90 % отработку сорбента. Дальнейшее поглощение кислорода и его химическое реагирование происходило настолько медленно, что это может длиться месяцами.

Поэтому возможно предположить, что процесс адсорбции кислорода к этому времени практически подошел к завершению и им заполнены крупные поры и почти окончены химические реакции с углеродом на активных центрах. Тогда, учитывая, что приведенный размер реакционной колонки составляет  $l = 0,05$  м, скорость отработки сорбента (движения адсорбционного слоя)  $\omega$ , м/с, составит

$$\omega = \beta_1 \cdot l. \quad (2)$$

Величины коэффициентов адсорбции  $\beta_1$  и скорости отработки сорбента  $\omega$  для каждого из исследованных углей представлены в последних колонках таблицы 2.

Таблица 2

Параметры хемосорбции кислорода углями различной степени метаморфизма

Шахта, пласт	Марка угля	$V^{daf}$ , %	Параметры низкотемпературного окисления												
			$K_{кр}$ , м <sup>3</sup> /(с·моль)	$T_{кр}$ , К	$E$ , Дж/моль	$\gamma$	$Ka$	$S_{уд}/S_{max}$	$\Gamma$	$a_{эксп}$ , моль/м <sup>3</sup> , $\bar{a}_{эксп}$	$a_{хим}$ , моль/м <sup>3</sup> , $\bar{a}_{хим}$	$a_{эксп} _{\tau=0,9}$ , моль/м <sup>3</sup> , $\bar{a}_{эксп} _{\tau=0,9}$	$a_{хим} _{\tau=0,9}$ , моль/м <sup>3</sup> , $\bar{a}_{хим} _{\tau=0,9}$	$\omega$ , м/с	$\beta_1$ , 1/с
Им. С.М. Кирова, h <sup>B</sup> <sub>10</sub>	Т	8,2-10,6	$1,006 \cdot 10^{-9}$	323,9	12 831,4	1,776	12,907	0,765	3,876 (240)	47,98	11,08 (240)	$\frac{46,25}{0,86}$	$\frac{30,32}{0,63}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$
Холодная Балка, h <sup>B</sup> <sub>10</sub>	Т	13,2	$1,430 \cdot 10^{-9}$	344,5	11 729,1	2,921	0,663	0,899	3,779 (240)	42,66	4,58	$\frac{31,61}{0,88}$	$\frac{28,46}{0,51}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$
Горняк - 95, h <sup>B</sup> <sub>8</sub>	К	22	$1,612 \cdot 10^{-9}$	343,0	11 025,5	1,699	4,868	0,996	5,81 (480)	42,07	5,81 (480)	$\frac{33,97}{0,43}$	$\frac{3,16}{0,07}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$
Щегловская Глубокая, l <sub>3</sub>	К	25,4-27,8	$8,875 \cdot 10^{-10}$	333,0	14 114,6	1,699	4,868	0,927	2,27 (480)	42,07	2,27 (480)	$\frac{33,97}{0,74}$	$\frac{7,55}{0,16}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$
Россия, m <sub>3</sub>	ДГ	42	$2,888 \cdot 10^{-10}$	377,0	31 992,5	1,323	9,219	0,102	23,79 (480)	35,75	23,79 (480)	$\frac{31,26}{0,88}$	$\frac{21,55}{0,6}$	$1,25 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$
Им. Челюскинцев, l <sub>1</sub>	ДГ	42,6	$1,102 \cdot 10^{-9}$	329,7	29 447,0	1,323	9,219	0,052	25,46 (480)	35,75	25,46 (480)	$\frac{31,59}{0,88}$	$\frac{22,94}{0,64}$	$1,25 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Разработана конструкция экспериментальной лабораторной установки для изучения динамики адсорбции кислорода слоем угля в приближенных к горным выработкам условиях его нахождения. Выполнены экспериментальные исследования динамики адсорбции кислорода газонасыщенными углями Донбасса с содержанием горючих  $V^{daf}$  от 8 до 43 %.

Установлены скорости отработки сорбента для каждого исследованного угля различной степени его метаморфизма и распределение величин поглощенного углями кислорода при проникновении его в скопление угля.

#### Библиографический список

1. Агеев, В. Г. Профилактика эндогенной пожароопасности : монография / В. Г. Агеев, П. С. Пашковский, С. П. Греков. – Донецк, 2020. – 592 с.
2. Карнаухов, А. П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов / А. П. Карнаухов. – Новосибирск : Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 470 с.
3. Лыков, А. Н. Теория теплопроводности / А. Н. Лыков. – Москва : Высш. школа, 1967. – 599 с.
4. Пашковский, П. С. Актуальные вопросы борьбы с самовозгоранием угля / П. С. Пашковский, С. П. Греков, И. Н. Зинченко. – Донецк : ЧП «Арпи», 2012. – 656 с.
5. Пашковский, П. С. Эндогенные пожары в угольных шахтах / П. С. Пашковский. – Донецк : Ноулидж (Донецкое отделение), 2013. – 792 с.

© С. П. Греков, Е. А. Головченко, М. А. Белокобыльский, 2022  
 Рецензент д-р техн. наук, с. н. с. В. В. Мамаев  
 Статья поступила в редакцию 09.08.2022

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF DYNAMICS OF OXYGEN ADSORPTION  
BY LAYER OF GAS-SATURATED COAL**

**Grekov Svyatoslav Pavlovich**, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,  
Senior Scientific Researcher  
GBU NII “Respirator” EMERCOM DPR  
83048, Donetsk, 157 Artyom Str.  
E-mail: obep.niigd@list.ru  
Phone: +7 (856) 332-78-83

**Golovchenko Yevgeny Aleksandrovich**, Head of Department  
GBU NII “Respirator” EMERCOM DPR  
83048, Donetsk, 157 Artyom Str.  
E-mail: ennio\_80@mail.ru  
Phone: +7 (856) 332-78-83

**Belokobylskiy Mikhail Aleksandrovich**, Engineer  
GBU NII “Respirator” EMERCOM DPR  
83048, Donetsk, 157 Artyom Str.  
E-mail: obep.niigd@list.ru  
Phone: +7 (856) 332-78-83

*The article presents the results of the conducted experiments on investigation of the dynamics of oxygen adsorption by the layer of coal accumulation making it possible to analyze the impact of the adsorption parameters on the coal spontaneous heating process. The requirements for the experiments with coals and the experimental laboratory-scale installation for adsorption dynamics studies have been elaborated.*

*The investigations of dynamics of oxygen adsorption by the gas-saturated coal containing volatile parts  $V^{daf}$  from 8 up to 43 % from Donbas basin seams have been conducted. There have been obtained the rate of processing of coal with different grades of metamorphism and distribution of oxygen volumes adsorbed by coal along the path of its permeation into the coal accumulation.*

**Keywords:** adsorption; chemical reaction; diffusion temperature; spontaneous heating; coal oxidation; coal spontaneous combustion.

## ОХРАНА ТРУДА В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 544.3-971.2+614.841.11

### ПРОЦЕССЫ ГОРЕНИЯ ТВЕРДОФАЗНЫХ СИСТЕМ ОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КАЛИЯ И ЛИТИЯ С СОЛЯМИ ДВУХВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Берестовая Алина Анатольевна**, старший преподаватель  
кафедры «Прикладная экология и охрана окружающей среды»  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»  
83015, г. Донецк, пр-т Б. Хмельницкого, 106  
E-mail: berestova865@gmail.com  
Тел.: +7 (949) 334-92-00

**Шаповалов Валерий Васильевич**, д-р хим. наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды»  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»  
83015, г. Донецк, пр-т Б. Хмельницкого, 106  
E-mail: wwshapovalov@gmail.com

*Рассмотрены новые химические реакции оксидных соединений калия и лития с солями двухвалентных металлов и определены их термодинамические характеристики. Установлено, что тепловыделение и развиваемая температура в процессе взаимодействия достаточны для протекания реакций в режиме горения. Теплота реакций и температура в зоне горения увеличиваются в ряду  $Li_2O_2 - Li_2O - KO_2 - K_2O_2 - K_2O$ . Теплота горения коррелирует с потенциалами ионизации металлов, образующих соли и увеличивается в последовательности  $Mn^{+2} - Fe^{+2} - Co^{+2} - Zn^{+2} - Ni^{+2} - Cu^{+2}$ .*

**Ключевые слова:** горение; термодинамика; оксидные соединения; пероксид калия; супероксид калия; соли; оксиды лития; теплота реакции; температура горения.

**Постановка проблемы.** Оксидные соединения щелочных металлов  $Me_xO_y$  (далее суммарно оксиды), в особенности пероксиды –  $Me_2O_2$  и супероксиды –  $MeO_2$ , находят широкое применение в различных сферах деятельности. Они используются для получения кислорода в изолирующей дыхательной аппаратуре, в генераторах кислорода, в пиротехнике, в химическом анализе, при переработке рудных концентратов, для получения некоторых полупроводниковых материалов, что отражено в фундаментальной работе [5] и получило дополнение в [1].

Щелочные свойства и наличие активного кислорода обуславливают чрезвычайно высокую реакционную способность пероксидных соединений и, как следствие, пожароопасность. Они способны взаимодействовать практически со всеми классами химических соединений. Вследствие этого определение характеристик реакций пероксидных соединений с различными веществами важно как при их применении, так и с точки зрения безопасности их использования в производственных процессах.

**Анализ последних исследований.** Традиционно считается, что опасность использования соединений с высоким содержанием кислорода, к которым относятся нитраты, хлораты, перхлораты, и особенно органические и неорганические пероксиды, состоит в их способности окислять органические вещества, что может вызывать процессы горения или взрыва. В этом случае реализуется классический режим горения типа окислитель(кислород) – топливо.

Существенной особенностью пероксидных соединений щелочных металлов, является их способность экзотермически реагировать и с веществами, которые нельзя отнести к категории обычных топлив, так как они не обладают восстановительными свойствами. Так установлено, что вследствие высокой реакционной способности оксиды натрия  $Na_2O_2$  и  $NaO_2$  взаимодействуют с неорганическими солями многих металлов с выделением большого количества тепла и при определенных условиях реакция осуществляется в режиме горения [2; 11]. Твердофазное горение в системе пероксид натрия – перхлорат металла использовалось при разработке автономных генераторов кислорода [9]. В настоящее время особый интерес представляет использование

пероксидных соединений для получения, в частности, наноразмерных частиц различных материалов, которые проявляют различные специфические свойства, в том числе магнитные. Магнитные нанопорошки могут применяться в самых различных областях от создания магнитных жидкостей для регулируемых автомобильных амортизаторов, до применения в медицине в качестве средств целенаправленной доставки лекарств к пораженному органу под действием магнитного поля [6].

При горении смесей некоторых сульфатов металлов с  $\text{Na}_2\text{O}_2$  и  $\text{NaO}_2$  в [3; 10] синтезированы наноразмерные материалов общей формулы  $\text{MeFe}_2\text{O}_4$  проявляющие свойства магнитных материалов – суперпарамагнетиков. В основе горения лежит процесс соответствующий уравнению:



где  $\text{Me} - \text{Co}^{+2}, \text{Ni}^{+2}, \text{Zn}^{+2}$ .

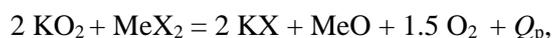
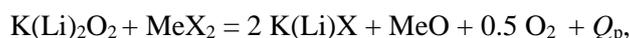
Во фронте горения развивается температура от 800 до 1300 К в зависимости от качественного и количественного состава композиций. При этом процесс горения легко инициируется и сопровождается выделением кислорода.

Несмотря на то, что пероксидные соединения калия и лития имеют не меньшее значение, чем соединения натрия, данные об их взаимодействии с солями, отсутствуют. В значительной степени это относится к литию и его соединениям, которые в настоящее время помимо традиционных областей их применения начали широко использоваться в автономных источниках тока. Исходя из общности свойств соединений щелочных металлов, работа с оксидными соединениями калия и лития, а также с составами их содержащими, не может осуществляться без должного внимания, как к технике безопасности, так и к противопожарным мероприятиям. Поэтому анализ возможных последствий использования пероксидных соединений важен как с точки зрения практического применения, так и с точки зрения безопасности их использования в производстве.

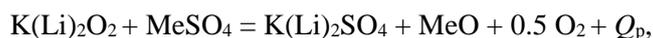
**Цель работы** – провести термодинамический анализ реакций оксидов калия и лития с солями ряда двухвалентных металлов и выявить возможность горения таких систем.

**Метод исследования.** Использован теоретический термодинамический анализ на основе фундаментальных термодинамических характеристик участвующих в реакциях веществ. Экспериментально определялись скорости горения ряда анализируемых систем. Образцы для исследований диаметром 40 мм и высотой до 60 мм прессовали под давлением 1000...1500 кг/см<sup>2</sup>. Линейную скорость горения определяли как частное от деления длины образца на время горения. Инициировали процесс керамической пластинкой с температурой 800 °С.

**Изложение основного материала.** Взаимодействие оксидов калия и лития с солями можно представить следующими уравнениями термодинамически возможных реакций:



где  $\text{X} - \text{Cl}^-, \text{NO}_3^-$ , (1)



где  $\text{Me} - \text{Mn}^{+2}, \text{Fe}^{+2}, \text{Co}^{+2}, \text{Ni}^{+2}, \text{Cu}^{+2}, \text{Zn}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{Ca}^{+2}, \text{Ba}^{+2}$ ,  $Q_p$  – тепловой эффект реакции в термохимической системе.

Реакции с участием супероксида лития  $\text{LiO}_2$  не рассматривались, так как синтезировать его не удалось [5].

Тепловой эффект приведенных выше реакций при стандартных условиях в термохимической системе определяется формулой:

$$Q_p = \left| \sum_{i=1}^m \nu_i \Delta H_i - \sum_{y=1}^n \nu_y \Delta H_y \right|, \quad (2)$$

где  $\nu_i$  – стехиометрический коэффициент  $i$ -го компонента в продуктах горения;  
 $\nu_y$  – стехиометрический коэффициент  $y$ -го компонента в исходной смеси;  
 $\Delta H_i$  и  $\Delta H_y$  – энтальпии образования продуктов реакции и исходных веществ, соответственно, при стандартных условиях, кДж/моль [4; 8],  
 $n$  и  $m$  – количество молей участвующих в реакции исходных соединений и образующихся продуктов реакции.

Реакции взаимодействия оксидов калия и лития с солями являются экзотермическими и сопровождаются разогревом образующихся продуктов. Расчет теоретической температуры развиваемой в результате взаимодействия проводился из условия, что энтальпия продуктов реакции при температуре их разогрева равна энтальпии исходных веществ при стандартной температуре. Исходя из этого положения тепло реакции направлено на разогрев продуктов реакции до некоторой определенной температуры, а также и на осуществление в них фазовых превращений, включающих плавление, что соответствует уравнению:

$$Q_{\text{расч}}(T) = \sum_{i=1}^m \nu_i \int_{T_0}^T (C_p^i(T) dT) + \sum_{j=1}^u \nu_j \varphi_j \Delta H_{ji}, \quad (3)$$

$$Q_{\text{расч}}(T) = \sum_{i=1}^m \nu_i \int_{T_0}^T \left( a_i + b_i T + \frac{d_i}{T^2} \right) dT + \sum_{j=1}^u \nu_j \varphi_j \Delta H_{ji},$$

где  $C_p^i(T) = a_i + b_i T + \frac{d_i}{T^2}$  – теплоемкость  $i$ -го продукта реакции как функция температуры и его фазового состояния кДж/моль·К,

- $a_i, b_i, d_i$  – справочные данные для  $i$ -го продукта реакции;
- $\Delta H_{ji}$  – теплота  $j$ -го фазового перехода в  $i$ -м продукте реакции, кДж/моль;
- $\varphi_j$  – степень  $j$ -го фазового превращения  $i$ -го продукта реакции;
- $u$  – количество фазовых переходов в продуктах реакции в интервале температуры  $T-T_0$ ;
- $m$  – число химических соединений в продуктах реакции;
- $T_0$  – исходная стандартная температура, 298 К;
- $T$  – температура в зоне взаимодействия, К.

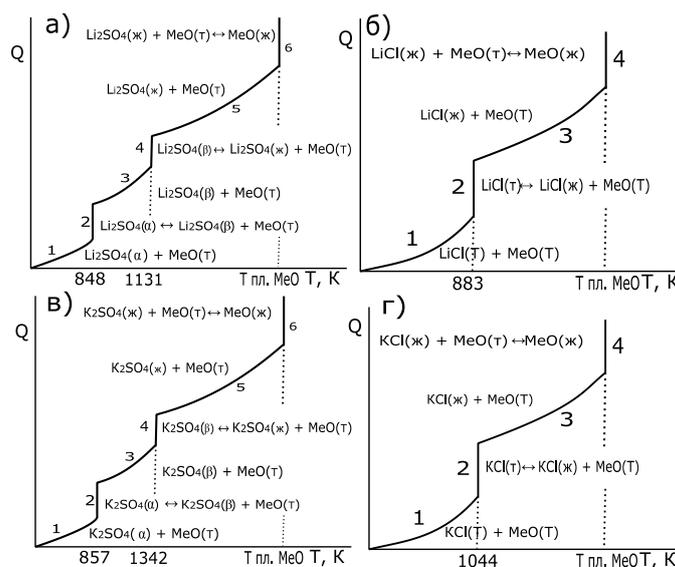


Рис. 1. Диаграммы состояния продуктов реакций оксидов калия и лития с сульфатами и хлоридами двухвалентных металлов в зависимости от температуры. Скачки на кривых соответствуют фазовым превращениям.  $T = 1157$  К и  $T = 1073$  К – температуры плавления  $K_2SO_4$  и  $KCl$ .  
 $T_{\text{пл. MeO}}$  – температура плавления оксида двухвалентного металла

При взаимодействии сульфатов металлов с оксидами калия и лития конденсированными продуктами реакций являются:  $K_2SO_4$ ,  $Li_2SO_4$ , оксиды двухвалентных металлов  $MeO$ . При взаимодействии хлоридов металлов с оксидными соединениями калия и лития конденсированными продуктами реакций являются:  $KCl$ ,  $LiCl$  и также  $MeO$ . При участии в реакции  $Li_2O_2$ ,  $K_2O_2$  и  $KO_2$  в качестве продукта образуется газообразный кислород.

На рис. 1 представлены диаграммы состояний конденсированных продуктов реакций в зависимости от температуры. Как видно состав системы зависит от температуры, которая в свою очередь определяется теплотой реакции и составом системы. В зависимости от температуры в зоне реакции перечисленные вещества могут находиться как в твердом, так и в жидком состоянии. Распределение тепла реакции на разогрев продуктов до температуры  $T$  и на фазовые переходы – твердофазные полиморфные и плавление соответствует уравнению:

$$Q_p = \left| \sum_{i=1}^m \nu_i \Delta H_i - \sum_{y=1}^n \nu_y \Delta H_y \right| = \sum_{i=1}^m \nu_i \int_{T_0}^T \left( a_i + b_i T + \frac{d_i}{T^2} \right) dT + \sum_{i=1}^u \nu_i \varphi_j \Delta H_{ji}. \quad (4)$$

В уравнении (4) неизвестны фазовый состав и температура реакции  $T$ . Поэтому оно является трансцендентным и может быть решено методом итераций путем задания состава ( $\nu_i$ ,  $\varphi_j$ ), значений теплоемкости  $C_p^i(T)$  продуктов с учетом их фазового состояния, и последующего задания значений температуры до выполнения равенства по условию (4). Результатом итерации является значение температуры, которая соответствует вполне определенному фазовому составу продуктов в области их существования при данной температуре и согласованная с тепловым эффектом реакции.

Так, например, в системе продуктов  $Li_2SO_4 - MeO$  на участке 5 (рис. 1 а) в диапазоне температуры от 1131 К до температуры плавления  $MeO$  продукты горения представляют собой расплавленный  $Li_2SO_4$  и твердый оксид  $MeO$ . Их конкретная температура определяется тепловым эффектом. На вертикальных участках при постоянной температуре один их продуктов реакции находится в разных политропных или агрегатных состояниях, что при расчете учитывается величиной степени фазового превращения  $\varphi_j$ . Так, например, на участке 4 (рис. 1 в) в системе  $K_2SO_4 - MeO$  одновременно присутствуют  $\beta$ - $K_2SO_4$ (твердый) –  $K_2SO_4$ (жидкий) –  $MeO$ (твердый). Таким образом, в результате расчета определяется не только температура горения, но и фазовый состав продуктов горения.

В таблицах 1–5 приведены результаты расчета теплового эффекта и теоретической температуры реакций в стехиометрических системах солей двухвалентных металлов с оксидными соединениями лития и калия.

Из приведенных данных видно, что в результате взаимодействия солей с оксидами калия и лития температура в результате взаимодействия может достигать 1000 К и выше, что вполне достаточно для реализации процесса горения. Особенно высокие температуры могут развиваться в системах содержащих  $K_2O$  (табл. 1–3). В этих системах будет наблюдаться не только плавление продуктов, но даже их частичное испарение (табл. 2). Возможность горения анализируемых систем экспериментально подтверждена на составах содержащих сульфаты ряда металлов с супероксидом калия  $KO_2$ . Значения теплового эффекта и температуры в данных системах соответствуют некоторым средним значениям среди рассмотренных систем. Наблюдается удовлетворительная корреляция между скоростью горения и тепловым эффектом реакции (рис. 2).

Таблица 1

Тепловые эффекты и температура горения оксидных соединений калия с нитратами металлов.  
Температура плавления  $KNO_3$  607 К

Соль	$K_2O$		$K_2O_2$		$KO_2$	
	$Q_p$ , кДж/моль	$T$ , К	$Q_p$ , кДж/моль	$T$ , К	$Q_p$ , кДж/моль	$T$ , К
$Mn(NO_3)_2$	437.362	1656	356.192	1335	233.184	890
$Co(NO_3)_2$	444.812	1695	363.642	1370	240.634	918
$Ni(NO_3)_2$	450.912	1680	369.742	1359	246.734	918
$Cu(NO_3)_2$	476.922	1715	395.752	1415	272.744	985
$Zn(NO_3)_2$	491.362	1840	410.192	1508	287.184	1045
$Mg(NO_3)_2$	435.472	1675	354.302	1345	231.294	892
$Ca(NO_3)_2$	323.402	1270	242.232	972	119.224	565
$Ba(NO_3)_2$	193.192	860	112.022	570	-10.986	–

Таблица 2

Тепловые эффекты и температура реакций оксидных соединений калия с хлоридами металлов.

 $\varphi_{\text{исп}}$ ,  $\varphi_{\text{пл}}$  – степень испарения и плавления KCl, соответственно.

1044 К, 1680 К – температуры плавления и кипения KCl соответственно

Соль	K <sub>2</sub> O			K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>			KO <sub>2</sub>		
	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{\text{исп}}$	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{\text{исп}}$	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{\text{пл}}$
MnCl <sub>2</sub>	414.822	1680	0.35	333.652	1680	0.03	210.644	1044	0.9
FeCl <sub>2</sub>	435.732	1680	0.4	354.562	1680	0.08	231.554	1095	1
CoCl <sub>2</sub>	440.252	1680	0.45	359.082	1680	0.12	236.074	1145	1
NiCl <sub>2</sub>	449.406	1680	0.44	368.236	1680	0.12	245.228	1150	1
CuCl <sub>2</sub>	450.522	1680	0.44	369.352	1680	0.12	246.344	1140	1
ZnCl <sub>2</sub>	444.032	1680	0.45	362.862	1680	0.13	239.854	1150	1
MgCl <sub>2</sub>	470.852	1680	0.55	389.682	1680	0.53	266.674	1275	1
CaCl <sub>2</sub>	348.712	1680	0.12	267.542	1385	0	144.534	855	0
BaCl <sub>2</sub>	208.642	1185	0	127.472	1044	0.1	4.464	320	0

Таблица 3

Тепловые эффекты, температура и скорость горения ( $U$ ) смесей оксидных соединений калия с сульфатами металлов. 857 К, 1342 К – температуры полиморфного перехода и плавления K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 1641 К – температура плавления FeO, 1750 К – температура плавления CuO

Соль	K <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		KO <sub>2</sub>		
	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	U, мм/мин
MnSO <sub>4</sub>	395.412	1725	314.242	1345	191.234	957	21.8
FeSO <sub>4</sub>	416.072	1660 FeO(ж)	334.902	1400	211.894	1012	29.7
CoSO <sub>4</sub>	427.532	1870	346.362	1475	223.354	1072	41.6
NiSO <sub>4</sub>	446.272	1895	365.102	1508	242.094	1110	51.5
CuSO <sub>4</sub>	461.362	1750 CuO(ж)	380.192	1525	257.184	1145	62.8
ZnSO <sub>4</sub>	443.902	1920	362.732	1525	239.724	1118	53.9
MgSO <sub>4</sub>	399.382	1770	318.212	1380	195.204	983	25.2
CaSO <sub>4</sub>	274.312	1148	193.142	1035	70.134	577	-
BaSO <sub>4</sub>	169.242	968	88.072	738	-34.936	-	-

Таблица 4

Тепловые эффекты и температура реакций оксидных соединений лития с сульфатами металлов.

 $\varphi_{\text{ф}}$  – степень полиморфного превращения Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 848 К, 1131 К, 1650 К – температуры полиморфного перехода, плавления и кипения Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Соль	Li <sub>2</sub> O			Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		
	Q <sub>г</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{\text{ф}}$	Q <sub>г</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{\text{ф}}$
MnSO <sub>4</sub>	157.719	910	1	121.778	835	0
FeSO <sub>4</sub>	178.379	980	1	142.438	848	0.6
CoSO <sub>4</sub>	189.839	1045	1	153.898	865	1
NiSO <sub>4</sub>	208.579	1090	1	172.638	920	1
CuSO <sub>4</sub>	223.669	1130	1	187.728	965	1
ZnSO <sub>4</sub>	206.209	1100	1	170.268	925	1
MgSO <sub>4</sub>	161.689	937	1	125.748	848	0.14
CaSO <sub>4</sub>	36.619	495	0	0.678	302	0
BaSO <sub>4</sub>	-68.451	-		-104.392	-	

Тепловые эффекты и температура реакций оксидных соединений лития с хлоридами металлов.  
 $\varphi_{пл}$  – степень плавления LiCl. 883 К – температура плавления LiCl

Соль	Li <sub>2</sub> O			Li <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		
	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{пл}$	Q <sub>p</sub> , кДж/моль	T, К	$\varphi_{пл}$
MnCl <sub>2</sub>	122.821	883	0.75	86.88	660	0
FeCl <sub>2</sub>	143.731	930	1	107.79	883	0.05
CoCl <sub>2</sub>	148.251	988	1	112.31	883	0.3
NiCl <sub>2</sub>	157.405	1005	1	121.464	883	0.4
CuCl <sub>2</sub>	158.521	1000	1	122.58	883	0.4
ZnCl <sub>2</sub>	152.031	1005	1	116.09	883	0.37
MgCl <sub>2</sub>	178.851	1170	1	142.91	900	1
CaCl <sub>2</sub>	56.711	660	0	20.77	420	0
BaCl <sub>2</sub>	-83.359	–	–	-119.3	–	0

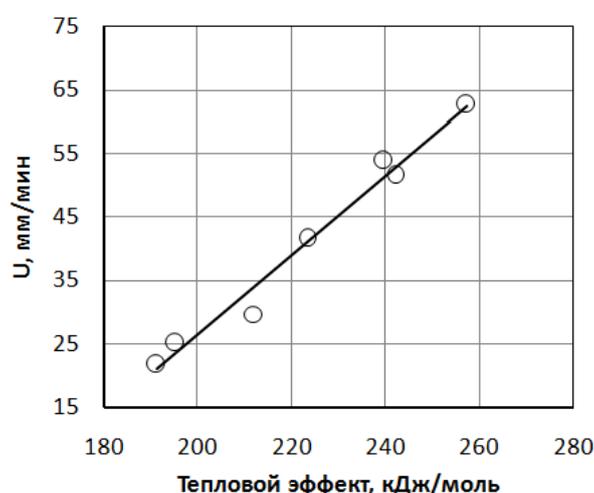


Рис. 2. Зависимость скорости горения систем MeSO<sub>4</sub>–KO<sub>2</sub> от теплового эффекта реакции (по данным табл. 3)

Соли бария не будут взаимодействовать с оксидами лития, поскольку реакции являются эндотермическими ( $Q_p < 0$ , табл. 4, 5). Возможность горения солей кальция, вероятно, может реализоваться только с K<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. С другими оксидными соединениями калия и лития процесс горения наблюдаться не будет.

Анализ приведенных данных показывает, что наибольшее тепловыделение происходит при горении систем содержащих оксидные соединения калия и нитраты металлов (табл. 1). Опасность работы с такими системами связана не только с большим тепловым эффектом и высокой температурой горения, но и с образованием легкоплавкого нитрата калия (334 °С), который обладает в расплавленном состоянии сильнейшими окислительными свойствами и, растекаясь, будет вызывать появление очагов возгорания. Высокие температуры на уровне 1500 °С развиваются при горении смесей K<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O<sub>2</sub> с хлоридами и сульфатами ряда металлов (табл. 2 и 3, рис. 3). Во всех случаях будет наблюдаться плавление одного из продуктов реакции – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> или KCl. В некоторых случаях возможно плавление и оксида металла. Плавлением FeO и CuO обусловлены изломы на кривой температурной зависимости в системах MeSO<sub>4</sub>–K<sub>2</sub>O (рис. 3). Температура в зоне горения увеличиваются в ряду Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>–Li<sub>2</sub>O–KO<sub>2</sub>–K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>–K<sub>2</sub>O. Составы, содержащие соли металлов с Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, отличаются невысокими тепловыми эффектами и в небольших количествах, вероятно, не являются пожароопасными.

В ряду Mn<sup>+2</sup>–Fe<sup>+2</sup>–Co<sup>+2</sup>–Ni<sup>+2</sup>–Cu<sup>+2</sup>–Zn<sup>+2</sup>, включающем металлы одного периода периодической системы, наблюдается некоторое увеличение тепловыделения с увеличением молекулярной массы металла (рис. 3).

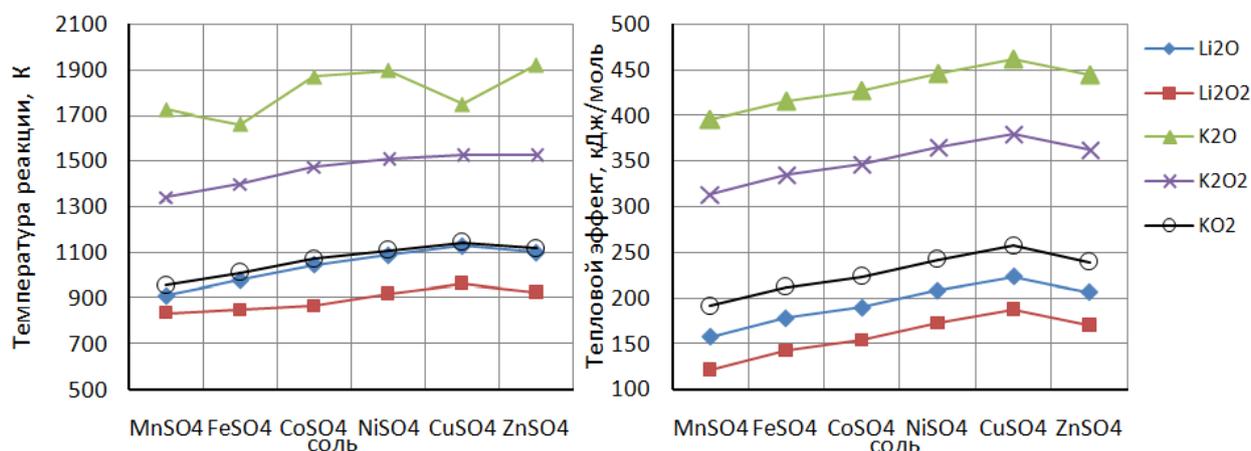


Рис. 3. Зависимость температуры и теплового эффекта реакций в системах содержащих оксидные соединения калия и лития с солями двухвалентных металлов от природы соли

Некоторое уменьшение температуры горения и теплового эффекта реакции в системах с солями цинка, вероятно связано с особым электронным строением атома цинка среди рассмотренных металлов, в котором отсутствуют частично заполненные электронные уровни.

Следует отметить, что теплоты рассмотренных реакций, как и для систем содержащих соли металлов с оксидами натрия [2], хорошо коррелируют с суммой первых двух потенциалов ионизации [7] металлов, образующих соли (рис. 4).

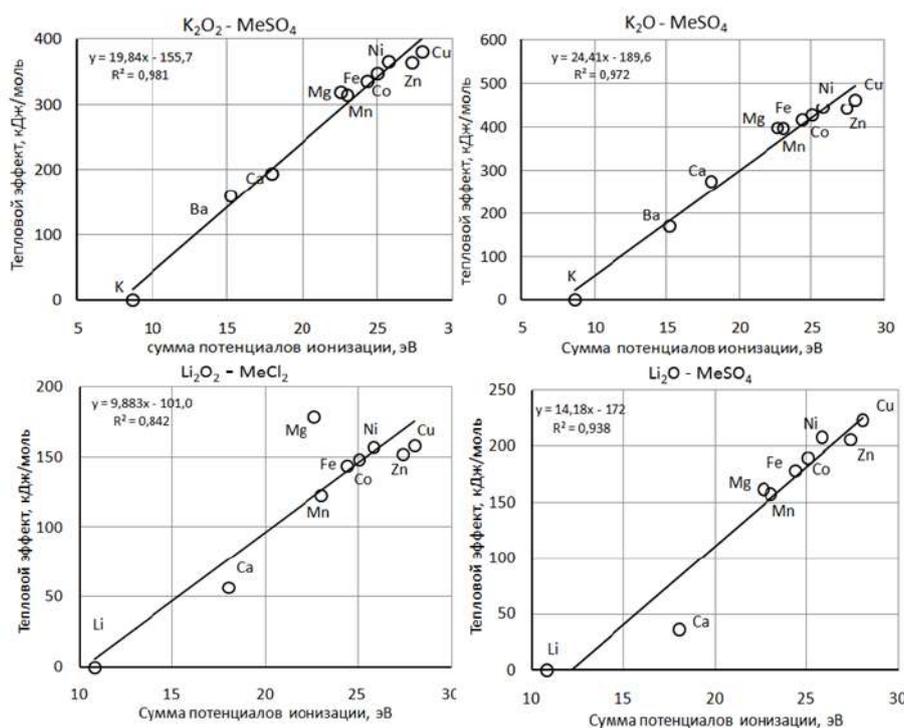


Рис. 4. Зависимость мольной теплоты реакций солей металлов с оксидами калия и лития от суммы первого и второго потенциалов ионизации металлов образующих соль

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Установлено, что в смесях оксидов калия и лития с солями двухвалентных металлов могут протекать высокоэнергетические реакции, переходящие в режим горения. Тепловой эффект и температура горения увеличиваются в ряду  $\text{Li}_2\text{O}_2 - \text{Li}_2\text{O} - \text{KO}_2 - \text{K}_2\text{O}_2 - \text{K}_2\text{O}$ . Теплота горения коррелирует с потенциалами ионизации металлов, образующих соли и увеличивается в последовательности  $\text{Mn}^{+2} - \text{Fe}^{+2} - \text{Co}^{+2} - \text{Zn}^{+2} - \text{Ni}^{+2} - \text{Cu}^{+2}$ . Тепловой эффект реакций оксидов лития и калия с солями пропорционально увеличивается с увеличением энергии ионизации атомов металлов образующих соль.

В тепловом отношении наибольшую опасность при использовании представляют системы содержащие оксид калия  $K_2O$ , горение которых кроме самой высокой температуры сопровождается всегда образованием жидких растекающихся высокотемпературных продуктов способных вызвать воспламенение горючих материалов. Горение систем с  $K_2O_2$  и  $KO_2$  протекает при более низких температурах, но сопровождается выделением горячего кислорода, являющегося инициатором вторичных возгораний. В смесях содержащих нитраты металлов при горении во всех случаях образуется расплавленный  $KNO_3$ , который в горячем состоянии является сильнейшим окислителем. Использование систем оксидных соединений калия с нитратами металлов целесообразно избегать. Наименее опасными в пожарном отношении являются составы с оксидами лития.

Наиболее устойчивыми по отношению к оксидным соединениям калия и лития являются соли бария, особенно  $BaSO_4$ , который может быть использован как защитный материал от воздействия пероксидов щелочных металлов.

На основе изученных систем предполагается разработать автономные генераторы кислорода для технических и медицинских целей в полевых условиях, а также способы утилизации пероксидных соединений и солей тяжелых металлов с получением специальных функциональных материалов.

### Библиографический список

1. Артемьев, С. Р. Анализ результатов проведенных исследований в области химии перекисных соединений [Электронный ресурс] / С. Р. Артемьев, С. И. Дворецкий, Д. С. Дворецкий [и др]. – Электрон. дан. (1 файл: 139 Кб) – Тамбов : ТГТУ, 2007. – 11 с. – Систем. требования: Acrobat Reader.
2. Берестовая, А. А. Термодинамический анализ процесса горения в оксидно- и пероксидно-солевых системах / А. А. Берестовая, В. В. Шаповалов // Научный вестник НИИГД «Респиратор»: науч.-техн. журн. – 2022. – № 1(56). – С. 26–37.
3. Берестовая, А. А. Синтез суперпарамагнетиков в режиме самораспространяющегося взаимодействия в системах  $MeSO_4-Fe_2(SO_4)_3-NaO_2(Na_2O_2)$  / А. А. Берестовая, В. В. Шаповалов // Физико-химия и технология неорганических материалов: материалы XII Российской конференции молодых научных сотрудников и аспирантов. – Москва, 2015. – С. 17–18.
4. Верятин, У. Д. Термодинамические свойства неорганических веществ : справочник / У. Д. Верятин, В. П. Маширев, И. Г. Рябцев [и др.] ; под ред. А. П. Зефирова. – Москва : Атомиздат, – 1965. – 460 с.
5. Вольнов, И. И. Перекиси, надперекиси и озониды щелочных и щелочноземельных металлов / И. И. Вольнов. – Москва : Наука, 1964. – 123 с.
6. Губин, С. П. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства / С. П. Губин, Ю. А. Кокшаров, Г. Б. Хомутов, Г. Ю. Юрков // Успехи химии. – 2005. – Т. 74. – С. 539–574.
7. Гурвич, Л. В. Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону / Л. В. Гурвич, Г. В. Карачевцев, В. Н. Кондратьев [и др.]. – Москва : Наука, 1974. – 351 с.
8. Термические константы веществ [Электронный ресурс] // ChemNet : сайт. – Электрон. дан. – [Химический факультет МГУ], [б. г.]. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcme.html/welcme.html>. – Дата обращения: 25.07.2022. – Загл. с экрана.
9. Шаповалов, В. В. Химия простых и координационных соединений источников и переносчиков молекулярного кислорода: автореф. дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.01 / Шаповалов Валерий Васильевич, ИОНХ НАН Украины. – Киев, 2004. – 40 с.
10. Шаповалов, В. В. Самораспространяющееся взаимодействие в системе  $CoSO_4 - Fe_2(SO_4)_3 - NaO_2$  / В. В. Шаповалов, А. А. Берестовая // Научные труды ДонНТУ. Сер.: Химия и химическая технология. – 2014. – Вып. 1. – С. 71–81.
11. Шаповалов, В. В. Низкотемпературное горение в пероксидно-солевых системах / В. В. Шаповалов, А. А. Берестовая // Научный вестник НИИГД «Респиратор». – 2019. – № 1(56). – С. 110–117.

© А. А. Берестовая, В. В. Шаповалов, 2022  
Рецензент д-р техн. наук, с. н. с. С. П. Греков  
Статья поступила в редакцию 17.10.2022

## COMBUSTION PROCESSES OF SOLID-PHASE SYSTEMS OF POTASSIUM AND LITHIUM OXIDE COMPOUNDS WITH DIVALENT METAL SALTS

**Berestovaya Alina Anatolyevna**, Senior Lecturer  
of the Department of Applied Ecology and Environmental Protection  
Donetsk National Technical University  
83015, Donetsk, 106 B. Khmel'nitsky Ave.  
E-mail: berestova865@gmail.com  
Phone: +7 (949) 334-92-00

Prof. **Shapovalov Valery Vasilyevich**, Doctor of Chemical Sciences,  
Head of the Department of Applied Ecology and Environmental Protection  
Donetsk National Technical University  
83015, Donetsk, 106 B. Khmel'nitsky Ave.  
E-mail: wwshapovalov@gmail.com

*New chemical reactions of potassium and lithium oxide compounds with divalent metal salts are considered and their thermodynamic characteristics are determined. It is established that the heat release and the developed temperature during the interaction are sufficient for the reactions to occur in the combustion mode. The heat of reactions and the temperature in combustion increase in the range  $\text{Li}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{KO}_2 - \text{K}_2\text{O}_2 - \text{K}_2\text{O}$ . Combustion heat correlates with the ionization potentials of metals forming salts and increases in the sequence  $\text{Mn}^{+2} - \text{Fe}^{+2} - \text{Co}^{+2} - \text{Zn}^{+2} - \text{Ni}^{+2} - \text{Cu}^{+2}$ .*

**Keywords:** combustion; thermodynamics; oxide compound; potassium peroxide; potassium superoxide; salts; lithium oxides; heat of reaction; combustion temperature.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ФИЛЬТРУЮЩЕГО ПРОТИВОГАЗА

**Кипря Александр Владимирович**, канд. хим. наук, доцент,  
доцент кафедры естественнонаучных дисциплин  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: aleksandrkipra@gmail.com

**Манжос Юрий Викторович**, канд. техн. наук,  
доцент кафедры гражданской обороны и защиты населения  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: u.manzhos@gmail.com

**Сокуренок Екатерина Людвиговна**, ассистент  
кафедры гражданской обороны и защиты населения  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: yekdomsok@mail.ru  
Тел.: +7 (949) 438-53-73

**Шолохов Андрей Александрович**, магистрант группы ТБмз-20а  
факультета «Техносферной безопасности»  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: sholohov1987@mail.ru  
Телефон: +7 (949) 329-64-87

*Статья посвящена проблеме обеспечения средствами индивидуальной защиты органов дыхания работников химически опасного объекта. Показана возможность выбора конкретной модели фильтрующего противогаза с помощью метода анализа иерархий. Приведена сравнительная характеристика некоторых современных моделей промышленных противогазов. Предложены основные критерии выбора фильтрующего противогаза. Построено дерево иерархии для выбора фильтрующего противогаза. Проведено качественное сравнение критериев для выбора противогаза. Построены матрицы попарных сравнений альтернатив по критериям, проведен анализ полученных матриц.*

***Ключевые слова:** средства индивидуальной защиты органов дыхания; метод анализа иерархий; критерий; альтернатива; матрица; противогаз; степень защиты; эргономичность.*

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** Обеспечение персонала химически опасного объекта средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) – важная и ответственная задача. При этом одной из проблем является выбор необходимых СИЗОД из множества различных марок и модификаций, имеющих на рынке. В современных условиях номенклатура средств защиты органов дыхания, выпускаемых на предприятиях Российской Федерации и используемых в области охраны труда, в интересах гражданской обороны и при защите населения в чрезвычайных ситуациях, представлена широким перечнем продукции, обеспечивающей достаточно высокую степень безопасности населения, работников химически опасных объектов, личного состава формирований силовых структур [1; 2; 5; 11; 12]. Алгоритм выбора СИЗОД представлен в ГОСТ 12.4.299 – 2015. Система стандартов безопасности труда [4]. Данный алгоритм позволяет выбрать тип СИЗОД. Выбор конкретной марки остается за ответственным лицом. В настоящей работе выбор промышленного фильтрующего противогаза был проведен нами с помощью метода анализа иерархий.

**Изложение основного материала.** Метод анализа иерархий был предложен в конце 1970-х гг. американским математиком Томасом Саати [6; 10].

Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и поэтапном установлении приоритетов, оцениваемых с использованием парных (попарных) сравнений [7–10]. Во многих случаях гораздо проще сравнивать альтернативы между собой не с точки зрения достижения

цели, а с точки зрения удовлетворения конкретным критериям. Кроме того, необходимо сравнить между собой значимость критериев для конкретной цели. Таким образом, возникает иерархичность – альтернативы обладают критериями, критерии определяют степень соответствия цели.

В наиболее простой иерархии, называемой Т. Саати доминантной, он определяет три уровня: верхний уровень – цель (или цели), средний – критерии, нижний – перечень альтернатив. Между уровнями строятся матрицы: одна матрица для сравнения относительной важности критериев по отношению к цели; и матрицы для оценки относительной значимости альтернатив относительно каждого из критериев второго уровня. Число матриц между уровнем критериев и альтернатив равно числу критериев. Общее число матриц равно числу критериев плюс одна для оценки критериев относительно цели. На основе содержательного анализа полученных матриц, можно принимать решение [3; 6–10].

Кроме метода Саати существует множество других методов анализа подобных проблем [3]. Однако именно этот метод получил довольно широкое распространение и до сих пор активно используется на практике.

Рассмотрим пошагово методологию анализа иерархий на примере выбора противогаза.

1. Выделение проблемы. Определение цели.

Цель – выбор промышленного фильтрующего противогаза для работника химически опасного объекта, на котором применяется хлор.

2. Выделение основных критериев, обуславливающих достижение цели.

После обсуждения с экспертами – специалистами в сфере гражданской обороны и охраны труда – определены следующие критерии:

- цена;
- степень защиты;
- эргономичность;
- расположение фильтрующей коробки;
- масса.

3. Выделение группы альтернатив, представляющих наибольший интерес.

После анализа современных моделей промышленных фильтрующих противогазов выделены пять наиболее подходящих вариантов:

- 1) БРИЗ-3301 (ППФ), лицевая часть – БРИЗ 4301 (ППМ-88), фильтр – АЗВЗЕЗАХРЗRD;
- 2) БРИЗ-3301 (ППФ), лицевая часть – ШМП, фильтр – А1В1Е1К1Р1D;
- 3) ППФ-1, лицевая часть ARTIRUS-1, фильтр – ИЗОД АЗВЗЕ2АХРЗD;
- 4) ППФ-1, лицевая часть – ППМ-88, фильтр – ИЗОД В2Е2РЗD;
- 5) ППФ-1, лицевая часть – ШМП, фильтр – ИЗОД В2Е2РЗD.

Характеристики противогазов представлены в табл. 1 [1; 2; 5; 11; 12].

Таблица 1

Характеристики промышленных фильтрующих противогазов

Марка образца; комплектность; расположение фильтра. Производитель	Масса противогаза в сборе, не менее, г	Класс эффективности по фильтру для защиты от: а) неорганических газов и паров, за исключением оксида углерода; б) аэрозолей (пыль, дым, туман), бактерий и вирусов	Поле зрения, не менее, %	Время защитного действия по хлору, не менее, мин	Начальное сопротивление воздушному потоку на вдохе, не более, Па, при расходе воздуха 30 дм <sup>3</sup> /мин	Цена (оптовая), рос. руб.
1	2	3	4	5	6	7
БРИЗ-3301 (ППФ); – лицевая часть БРИЗ 4301 (ППМ-88); – фильтр АЗВЗЕЗАХРЗ RD; – гофротрубка; – сумка для ношения и хранения противогаза; – центральное крепление фильтра. ООО «Бриз-Кама»	1300	а) 3 класс (высокая эффективность) б) 3 класс (высокая эффективность)	70	30 (при конц. 30,0 мг/дм <sup>3</sup> )	280	2194

1	2	3	4	5	6	7
БРИЗ-3301 (ППФ); – лицевая часть ШМП; – фильтр А1В1Е1К1Р1D; – гофротрубка; – сумка для ношения и хранения противогАЗа; – центральное крепление фильтра. ООО «Бриз-Кама»	1300	а) 1 класс (низкая эффективность) б) 1 класс (низкая эффективность)	70	20 (при конц. 3,0 мг/дм <sup>3</sup> )	330	1316
ППФ-1; – лицевая часть ARTIRUS-1; – фильтр ИЗОД АЗВЗЕ2АХРЗD; – сумка для ношения и хранения противогАЗа; – центральное крепление фильтра. АО «АРТИ-завод»	934	а) 3 класс (высокая эффективность) б) 3 класс (высокая эффективность)	83	40 (при конц. 30,0 мг/дм <sup>3</sup> )	240	2678
ППФ-1; – лицевая часть ППИМ-88; – фильтр ИЗОД В2Е2Р3 D; – сумка для ношения и хранения противогАЗа; – центральное крепление фильтра. АО «АРТИ-завод»	915	а) 2 класс (средняя эффективность) б) 3 класс (высокая эффективность)	70	30 (при конц. 15,0 мг/дм <sup>3</sup> )	143	1864
ППФ-1; – лицевая часть ШМП; – фильтр ИЗОД В2Е2Р3 D; – сумка для ношения и хранения противогАЗа; – центральное крепление фильтра. АО «АРТИ-завод»	735	а) 2 класс (средняя эффективность) б) 3 класс (высокая эффективность)	42	30 (при конц. 15,0 мг/дм <sup>3</sup> )	143	1746

4. Построение иерархии: дерево от цели через критерии к альтернативам.

Дерево иерархии представлено на рис. 1.

Вершиной иерархии является главная цель (в нашем примере выбор противогАЗа); элементы нижнего уровня представляют варианты достижения цели, альтернативы (модели противогАЗов); элементы промежуточных уровней соответствуют критериям, которые связывают цель с альтернативами.

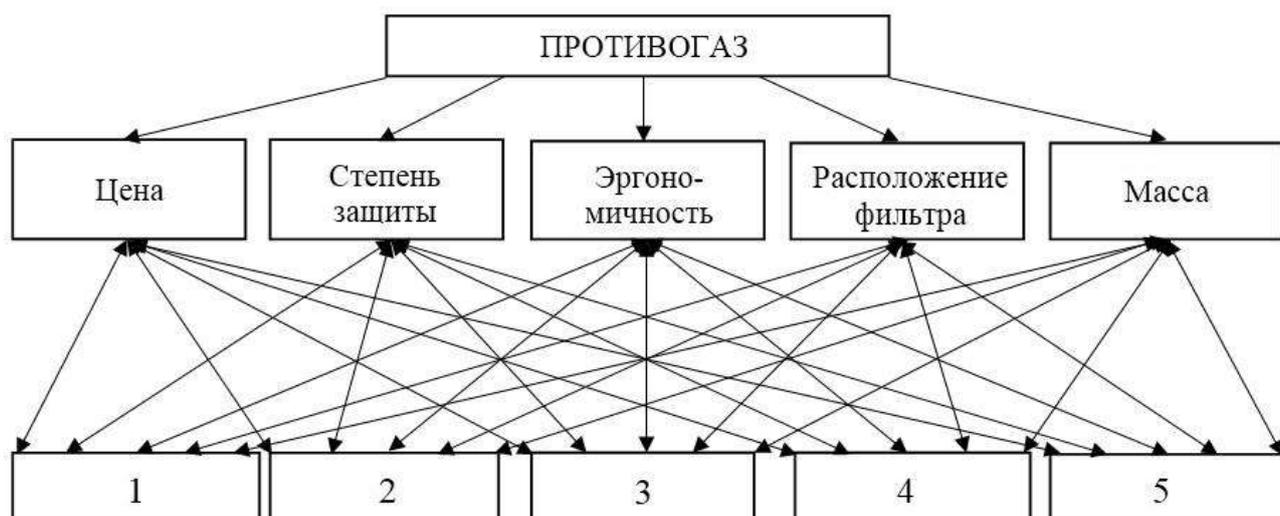


Рис. 1. Дерево иерархии для выбора фильтрующего противогАЗа

5. Построение матрицы попарных сравнений критериев по цели.

Путем коллективного обсуждения с экспертами получены результаты сравнения между собой критериев с точки зрения соответствия цели:

- Цена противогаза менее важна, чем степень защиты;
- Цена и эргономичность одинаково важны;
- Цена менее важна, чем расположение фильтра;
- Цена и масса одинаково важны;
- Степень защиты намного важнее эргономичности;
- Степень защиты намного важнее расположения фильтра;
- Степень защиты намного важнее массы;
- Эргономичность и расположение фильтра одинаково важны;
- Эргономичность и масса одинаково важны;
- Расположение фильтра менее важно, чем масса.

Составляем таблицу качественного сравнения критериев (табл. 2). Сравнения взаимны, поэтому достаточно составить только ее часть, расположенную над главной диагональю.

Таблица 2

Качественное сравнение критериев для выбора противогаза

	Цена	Степень защиты	Эргономичность	Расположение фильтра	Масса
Цена		Менее важно	Одинаково важно	Менее важно	Одинаково важно
Степень защиты			Намного важнее	Намного важнее	Намного важнее
Эргономичность				Одинаково важно	Одинаково важно
Расположение фильтра					Менее важно
Масса					

На основе таблицы качественного сравнения с использованием шкалы относительной важности [3] строим таблицу – матрицу баллов (табл. 3).

Таблица 3

Количественные баллы сравнения критериев для выбора противогаза

	Цена	Степень защиты	Эргономичность	Расположение фильтра	Масса
Цена	1	1/5	1	1/3	1
Степень защиты	5	1	7	7	7
Эргономичность	1	1/7	1	1	1
Расположение фильтра	3	1/7	1	1	1/3
Масса	1	1/7	1	3	1

6. Построение матриц попарных сравнений альтернатив по критериям.

Аналогично пункту 5 строим матрицы сравнения отдельных альтернатив по каждому из критериев (табл. 4–8).

Таблица 4

Количественные баллы сравнения альтернатив по цене

	1	2	3	4	5
1	1	1/6	3	1/3	1/4
2	6	1	7	5	4
3	1/3	1/7	1	1/5	1/5
4	3	1/5	5	1	1/2
5	4	1/4	5	2	1

Таблица 5

Количественные баллы сравнения альтернатив по степени защиты

	1	2	3	4	5
1	1	9	1	5	5
2	1/9	1	1/9	1/5	1/5
3	1	9	1	5	5
4	1/5	5	1/5	1	1
5	1/5	5	1/5	1	1

Таблица 6

Количественные баллы сравнения альтернатив по эргономичности

	1	2	3	4	5
1	1	1	1/3	1	5
2	1	1	1/3	1	5
3	3	3	1	3	6
4	1	1	1/3	1	5
5	1/5	1/5	1/6	1/5	1

Таблица 7

Количественные баллы сравнения альтернатив по расположению фильтра

	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1

Таблица 8

Количественные баллы сравнения альтернатив по массе

	1	2	3	4	5
1	1	1	1/5	1/5	1/7
2	1	1	1/5	1/5	1/7
3	5	5	1	1	1/3
4	5	5	1	1	1/3
5	7	7	3	3	1

#### 7. Анализ полученных матриц.

С каждой из полученных матриц применяем последовательность действий, описанных ниже. (Все действия продемонстрируем на матрице сравнения критериев. С матрицами сравнения альтернатив все операции выполняются аналогично).

7.1. Проводим нормировку матрицы:

– находим сумму элементов каждого столбца (табл. 9)

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj}.$$

– делим все элементы матрицы на сумму элементов соответствующего столбца (табл. 10):

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j}.$$

Таблица 9

Определение сумм столбцов

	Цена	Степень защиты	Эргономичность	Расположение фильтра	Масса
Цена	1	1/5 = 0,2	1	1/3 = 0,33	1
Степень защиты	5	1	7	7	7
Эргономичность	1	1/7 = 0,143	1	1	1
Расположение фильтра	3	1/7 = 0,143	1	1	1/3 = 0,33
Масса	1	1/7 = 0,143	1	3	1
<b>Сумма</b>	<b>11</b>	<b>1,629</b>	<b>11</b>	<b>12,33</b>	<b>10,33</b>

Таблица 10

Деление элементов на сумму соответствующего столбца

	Цена	Степень защиты	Эргономичность	Расположение фильтра	Масса
Цена	1/11 = 0,091	0,2/1,629 = 0,123	1/11 = 0,091	0,33/12,33 = 0,027	1/10,33 = 0,097
Степень защиты	5/11 = 0,455	1/1,629 = 0,614	7/11 = 0,636	7/12,33 = 0,568	7/10,33 = 0,677
Эргономичность	1/11 = 0,091	0,143/1,629 = 0,088	1/11 = 0,091	1/12,33 = 0,081	1/10,33 = 0,097
Расположение фильтра	3/11 = 0,273	0,143/1,629 = 0,088	1/11 = 0,091	1/12,33 = 0,081	0,33/10,33 = 0,032
Масса	1/11 = 0,091	0,143/1,629 = 0,088	1/11 = 0,091	3/12,33 = 0,243	1/10,33 = 0,097

7.2. Определяем веса строк. Для этого просто определяем среднее значение в каждой строке последней из полученных матриц (табл. 11):

$$w_i = \frac{A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in}}{n}.$$

Таблица 11

Определение средних значений по строкам

	Цена	Степень защиты	Эргономичность	Расположение фильтра	Масса	Среднее
Цена	0,091	0,123	0,091	0,027	0,097	0,086
Степень защиты	0,455	0,614	0,636	0,568	0,677	0,590
Эргономичность	0,091	0,088	0,091	0,081	0,097	0,089
Расположение фильтра	0,273	0,088	0,091	0,081	0,032	0,113
Масса	0,091	0,088	0,091	0,243	0,097	0,122

Полученный в итоге столбец задает веса строк матрицы, – в данном случае – веса критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец называют весовым столбцом критериев по цели (см. табл. 12).

Таблица 12

## Весовые критерии

	Вес в долях	Вес в процентах
Цена	0,086	8,6 %
Степень защиты	0,590	59,0 %
Эргономичность	0,089	8,9 %
Расположение фильтра	0,113	11,3 %
Масса	0,122	12,2 %

## 7.3. Промежуточные выводы.

С точки зрения удовлетворения нашей цели наиболее весомым является степень защиты (59,0 %), далее следует масса противогаза (12,2 %), потом идет расположение фильтра (11,3 %). Эргономичность и цена противогаза имеют наименьшие весовые коэффициенты, 8,9 % и 8,6 % соответственно.

Действия 7.1–7.3 повторяем для всех матриц попарного сравнения альтернатив по критериям. Получаем следующие результаты (табл. 13–17):

Таблица 13

## Весовой столбец альтернатив по цене

	Вес в долях	Вес в процентах
1	0,078	7,8 %
2	0,516	51,6 %
3	0,042	4,2 %
4	0,152	15,2 %
5	0,212	21,2 %

Таблица 14

## Весовой столбец альтернатив по степени защиты

	Вес в долях	Вес в процентах
1	0,385	38,5 %
2	0,031	3,1 %
3	0,385	38,5 %
4	0,099	9,9 %
5	0,099	9,9 %

Таблица 15

## Весовой столбец альтернатив по эргономичности

	Вес в долях	Вес в процентах
1	0,173	17,3 %
2	0,173	17,3 %
3	0,437	43,7 %
4	0,173	17,3 %
5	0,044	4,4 %

Таблица 16

## Весовой столбец альтернатив по расположению фильтра

	Вес в долях	Вес в процентах
1	0,200	20,0%
2	0,200	20,0%
3	0,200	20,0%
4	0,200	20,0%
5	0,200	20,0%

Весовой столбец альтернатив по массе

	Вес в долях	Вес в процентах
1	0,051	5,1 %
2	0,051	5,1 %
3	0,213	21,3 %
4	0,213	21,3 %
5	0,472	47,2 %

## 8. Определение весов альтернатив по системе иерархии.

8.1. Столбцы весов в долях альтернатив по критериям объединяем в общую матрицу весов альтернатив по всем критериям (табл. 18).

Таблица 18

Матрица весов альтернатив по всем критериям

	Цена	Степень защиты	Эргономичность	Расположение фильтра	Масса
1	0,078	0,385	0,173	0,200	0,051
2	0,516	0,031	0,173	0,200	0,051
3	0,042	0,385	0,437	0,200	0,213
4	0,152	0,099	0,173	0,200	0,213
5	0,212	0,099	0,044	0,200	0,472

8.2. Умножаем матрично полученную матрицу на столбец весов критериев по цели (по правилу строка на столбец):

$$\begin{pmatrix} 0,078 & 0,385 & 0,173 & 0,200 & 0,051 \\ 0,516 & 0,031 & 0,173 & 0,200 & 0,051 \\ 0,042 & 0,385 & 0,437 & 0,200 & 0,213 \\ 0,152 & 0,099 & 0,173 & 0,200 & 0,213 \\ 0,212 & 0,099 & 0,044 & 0,200 & 0,472 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0,086 \\ 0,590 \\ 0,089 \\ 0,113 \\ 0,122 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,278 \\ 0,107 \\ 0,318 \\ 0,135 \\ 0,131 \end{pmatrix}.$$

В результате получаем веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели (табл. 19).

Таблица 19

Матрица веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели

	Вес в долях	Вес в процентах
1	0,278	27,8 %
2	0,107	10,7 %
3	0,318	31,8 %
4	0,135	13,5 %
5	0,161	16,1 %

Как следует из таблицы, противогаз 3 (ППФ-1, лицевая часть ARTIRUS-1, фильтр – ИЗОД АЗВ3Е2АХР3 D) является наиболее подходящим для поставленной цели. Если же мы будем приобретать два противогаза, то это будут противогазы 3 и 1 (БРИЗ-3301 (ППФ), лицевая часть – БРИЗ 4301 (ППМ-88), фильтр – АЗВ3Е3АХР3 R D).

Заметим, что веса альтернатив оказались достаточно близки друг к другу. Это говорит о разумном выделении всех пяти противогазов как объектов детального рассмотрения и анализа.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Применение метода анализа иерархий позволяет сделать обоснованный выбор модели промышленного фильтрующего противогаза для обеспечения работников химически опасного объекта. Рассмотренная методика применения метода

анализа иерархий может быть использована в учебном процессе в Академии гражданской защиты, например, при выполнении обучающимися научно-исследовательских и выпускных квалификационных работ.

### Библиографический список

1. Батырев, В. В. Методические рекомендации по выбору и применению фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания для защиты населения в чрезвычайных ситуациях / В. В. Батырев, А. В. Коробейникова, С. Я. Тронин. – Москва : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – 72 с.
2. Батырев, В. В. Основные проблемы совершенствования российских средств индивидуальной и коллективной защиты // Вестник войск РХБ защиты. – 2017. – Т. 1, № 2. – С. 28–38.
3. Волкова В. Н. Моделирование систем. Подходы и методы : учеб. пособие / В. Н. Волкова [и др.] ; под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 568 с.
4. ГОСТ 12.4.299 – 2015. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию: национальный стандарт Российской Федерации. – Введ. 2016-06-01. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 23 с.
5. Промышленные противогазы «БРИЗ» [Электронный ресурс] // CENTER : сайт. – Электрон. дан. – [б. м.], 2011–2022. – Режим доступа: <https://sizcentr.ru/catalog/promyshlennye-protivogazy-briz/>. – Дата обращения: 27.09.2022. – Загл. с экрана.
6. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – Москва : Радио и связь, 1991. – 224 с.
7. Саати, Т. Взаимодействия в иерархических системах. / Т. Саати // Техническая кибернетика. – 1979. – № 1. – С. 68–84.
8. Саати, Т. Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений / Т. Л. Саати // Cloud Of Science. – 2015. – Т. 2, № 1. – С. 5–39.
9. Саати, Т. Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосязаемых факторов / Т. Л. Саати // Cloud Of Science. – 2016. – Т. 3, № 2. – С. 171–262
10. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – Москва : Радио и связь, 1989. – 316 с.
11. Средства индивидуальной защиты [Электронный ресурс] // СИЗ-ЦЕНТР : сайт. – Электрон. дан. – [ООО «СИЗ-Центр»], 2014–2016. – Режим доступа: <http://sizc.ru/>. – Дата обращения: 27.09.2022. – Загл. с экрана.
12. Шишкин, П. Л. Средства защиты населения. Порядок выбора, хранения, накопления и использования : учеб. пособие ; Государственное и муниципальное управление / П. Л. Шишкин [и др.]. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 132 с.

© А. В. Кипря, Ю. В. Манжос, Е. Л. Сокуренок, А. А. Шолохов, 2022  
Рецензент д-р техн. наук, доц. К. Н. Лабинский  
Статья поступила в редакцию 30.09.2022

## APPLICATION OF THE HIERARCHY ANALYSIS METHOD FOR THE SELECTION OF A FILTER GAS MASK

**Kiprya Alexander Vladimirovich**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,  
Assistant Professor of the Department of Natural Sciences  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: [aleksandrkipra@gmail.com](mailto:aleksandrkipra@gmail.com)

**Manzhos Yurii Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences,  
Assistant Professor of the Department of Civil Defence and Protection  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: [u.manzhos@gmail.com](mailto:u.manzhos@gmail.com)

**Sokurenko Ekaterina Liudvigovna**, Assistant  
of the Department of Civil Defence and Protection  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: yekdomsok@mail.ru  
Phone: +7 (949) 438-53-73

**Sholokhov Andrey Alexandrovich**, Master’s Degree Student  
of the Faculty of Technosphere Safety  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: sholohov1987@mail.ru  
Phone: +7 (949) 329-64-87

*The article is devoted to the problem of providing respiratory protection equipment for workers of a chemically hazardous facility. The possibility of choosing a specific model of a filter gas mask using the hierarchy analysis method is shown. The comparative characteristics of some modern models of industrial gas masks are given. The main criteria for choosing a filter gas mask are proposed. A hierarchy tree has been constructed for selecting a filter gas mask. A qualitative comparison of the criteria for choosing a gas mask was carried out. Matrices of pairwise comparisons of alternatives by criteria are constructed, the analysis of the obtained matrices is carried out.*

**Keywords:** *respiratory personal protective equipment; hierarchy analysis method; criterion; alternative; matrix; gas mask; degree of protection; ergonomics.*

**ПАРАМЕТРЫ АККУМУЛЯТОРА ХОЛОДА ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОТИВОГАЗОТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ СПАСАТЕЛЕЙ****Кириян Андрей Петрович**, канд. техн. наук, заместитель начальника

ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»

83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А

E-mail: agz@mail.dnmchs.ru

Тел.: +38 (062) 303-27-01

**Серёгин Алексей Борисович**, начальник кафедры

обеспечения пожарной безопасности

ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»

83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А

E-mail: sab-1965@mail.ru

*Приведен метод для определения наиболее рациональных параметров водоледяного аккумулятора холода противотепловых средств спасателей, основанный на исследованиях теплообменных и механических процессов. Установлено, что толщина применяемой полиэтиленовой пленки не должна превышать  $\delta_{max} \leq 0,7 \cdot 10^{-3}$  м, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \leq 0,28$  Вт/(м·К). При этом количество применений аккумулятора холода с предложенной серийно выпускаемой поливинилхлоридной пленкой толщиной  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м, по сравнению с полиэтиленовой пленкой, увеличивается в 2,5, а коэффициент теплопроводности в 3,3 раза, позволит в дальнейшем увеличить продолжительность ведения аварийно-спасательных работ.*

**Ключевые слова:** *противотепловая одежда; спасатели; аккумуляторы холода; поливинилхлоридная пленка; толщина; коэффициент теплопроводности; ползучесть; прочность.*

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** В настоящее время для противотепловой одежды, а также в средствах ее обеспечения, в качестве аккумулятора холода (АХ), спасатели ГВГСС используют водоледяной охлаждающий элемент ОЭ-2 с минимальной толщиной полиэтиленовой пленки  $0,15 \cdot 10^{-3}$  м. Данный элемент может быть применен одноразово, ввиду выхода из строя после нескольких применений при замораживании в камере азотной установки «Зима-А», что при длительных и сложных ликвидациях аварий в экстремальных микроклиматических условиях существенно снижает время использования противотепловой одежды и увеличивает стоимость ведения работ [1].

В тоже время на оснащении спасателей МЧС отсутствует противотепловая и термостойкая одежда с аналогичным охлаждением, что при высоких эрготермических нагрузках увеличивает вероятность перегрева их организма.

С другой стороны, известно, что с увеличением толщины пленки АХ и более низкого коэффициента теплопроводности медленнее протекает в нем процесс нагревания, что, в конечном счете, приведет к увеличению времени использования противотепловой одежды.

Поэтому актуальной задачей является обоснование и определение материала и параметров АХ, обеспечивающих многократность их применений и увеличение продолжительности ведения аварийно-спасательных работ в условиях высоких температур и излучения окружающей среды.

**Цель статьи:** определение наиболее рациональных параметров оболочки АХ, обеспечивающих многократность его применения, на основании результатов исследований теплообменных и механических процессов в противотепловой одежде спасателей.

**Изложение основного материала исследования.** Приведем научное обоснование по выбору наиболее рациональных материалов и толщины пленки на основании исследований теплообменных и механических процессов в АХ, которые должны удовлетворять основному условию: минимальной теплопроводности и необходимой прочности. Данное условие математически можно записать в виде:

$$\delta_1 = \begin{cases} \delta_{1max} & \text{при } \lambda_1 \leq \min \\ \delta_{1min} & \text{при } \sigma_{max} \leq \sigma_B, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\delta_1$  – толщина пленки, м;

$\lambda_1$  – коэффициент теплопроводности пленки, Вт/(м·К);  
 $\sigma_{\max}$  – максимальное напряжение, возникающее в пленке, МПа;  
 $\sigma_B$  – предел прочности материала пленки, МПа.

В связи с этим, толщину пленки можно определить при исследовании теплофизических процессов, происходящих в пододежном пространстве с водяным льдом, с учетом воздействия окружающей среды и организма горноспасателя.

Этот процесс лежит в основе охлаждающего действия противотепловой одежды, в пространстве которой образуется теплота (проникающая снаружи и выделяемая организмом горноспасателя), поглощается АХ за счет теплоты плавления водяного льда, то есть:

$$\Phi_s = S_1 n (t_2 - t_1) / (1/\alpha_1 + \delta_1/\lambda_1 + 1/\alpha_2), \quad (2)$$

где  $\Phi_s$  – общий тепловой поток в пространстве под одеждой, Вт;  
 $S_1$  – площадь поверхности АХ, м<sup>2</sup>;  
 $n$  – количество АХ, ед;  
 $t_2$  – температура воздуха в непосредственной близости от АХ, °С;  
 $t_1$  – температура таяния льда в АХ, °С;  
 $\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи от воздуха пододежного пространства к наружной поверхности АХ, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  
 $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности АХ к смеси лед-вода, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Преобразуя выражение (2) относительно толщины оболочки ОЭ, получим:

$$\delta_1 = \lambda_1 (S_1 n (t_2 - t_1) / \Phi_s - 1/\alpha_1 - 1/\alpha_2). \quad (3)$$

Для определения коэффициента теплоотдачи рассмотрим процесс теплообмена под одеждой. При работе в одежде организм горноспасателя выделяет пот, который испаряется, и затем водяной пар появляется на поверхности АХ с выделением теплоты конденсации, то есть происходит процесс пленочной конденсации водяного пара. При ламинарном движении водяной пленки перенос теплоты через нее происходит путем теплопроводности. Принимаем, что температура частиц конденсата, соприкасающихся с паром, равна температуре насыщения, и поток тепла, переданный единице поверхности, определяется выражением:

$$q_1 = (t_2 - t_3) \lambda_2 / \delta_2, \quad (4)$$

где  $q_1$  – плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $t_3$  – температура наружной поверхности АХ, °С;  
 $\lambda_2$  – коэффициент теплопроводности воды, Вт/(м·К);  
 $\delta_2$  – толщина воды, м.

С другой стороны, согласно формуле Ньютона:

$$q_1 = \alpha_1 (t_2 - t_3). \quad (5)$$

Следовательно,

$$\alpha_1 = \lambda_2 / \delta_2. \quad (6)$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_1$  определен по данным экспериментальных исследований, проведенных при таянии льда в АХ с толщиной пленки 0,15 мм в тепловой камере НИИГД «Респиратор» при температуре воздуха 40 °С и влажности 100 %.

По данным эксперимента тепловой поток  $\Phi$ , Вт, поступающий из окружающей среды в АХ определяется:

$$\Phi = Q_1/\tau_1, \quad (7)$$

где  $Q_1$  – количество теплоты, необходимое для плавления льда в АХ и для нагревания образовавшейся воды, Дж;

$\tau_1$  – время таяния льда АХ, с.

Так как

$$Q_1 = m(q_m + c \cdot \Delta t), \quad (8)$$

где  $m$  – масса льда в АХ, кг;

$q_m$  – удельная теплота плавления льда, Дж/кг;

$c$  – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·К);

$\Delta t$  – прирост температуры воды, °С,

то

$$\Phi = m(q_m + c \cdot \Delta t)/\tau_1. \quad (9)$$

Исходя из условия рассмотренного эксперимента, переходим к уравнению теплопередачи воздуха в тепловой камере к водяному льду АХ:

$$\Phi = S_1(t_4 - t_1)/(1/\alpha_1 + \delta_4/\lambda_1 + 1/\alpha_2), \quad (10)$$

где  $t_4$  – температура воздуха в тепловой камере, °С.

Из уравнения (10) выделим в явном виде искомый коэффициент теплопередачи

$$\alpha_2 = 1/(S_1(t_4 - t_1)/\Phi - 1/\alpha_1 - \delta_4/\lambda_1) \quad (11)$$

Определим общий тепловой поток из уравнения теплового баланса:

$$\Phi_c = S_k \alpha_c f_c (t_b - t_k). \quad (12)$$

где  $S_k$  – площадь поверхности одежды, м<sup>2</sup>;

$\alpha_c$  – коэффициент теплообмена конвекцией, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$f_c$  – поправочный коэффициент на теплоизоляцию одежды;

$t_b$  – температура воздуха пододёжного пространства, °С;

$t_k$  – средневзвешенная температура кожи горноспасателя, °С.

Для определения величин, входящих в уравнение (12), используем зависимости, приведенные в работе [3]:

В каждом конкретном случае  $S_k$  – известная величина,  $t_b$  и  $t_k$  – заданные значения, а  $\alpha_c$  и  $f_c$  определяются зависимостями:

$$\alpha_c = 8,55 v_r^{0,588}, \text{ при } v_r \geq 1; \quad (13)$$

$$f_c = 1/(1 + 0,155 \alpha_c M), \quad (14)$$

где  $v_r$  – относительная скорость движения воздуха в одежде с учетом движения горноспасателя, м/с;  
 $M$  – термическое сопротивление, clo,

которые определяются из выражений:

$$v_r = v + 3 \cdot 10^3 \Phi_3 - 0,3; \quad (15)$$

$$M = \delta_3 / (\lambda_3 \cdot 0,155),$$

где  $v$  – скорость движения воздуха, м/с;  
 $\Phi_3$  – энерготраты горноспасателя, Вт;  
 $\delta_3$  – толщина оболочки одежды, м;  
 $\lambda_3$  – коэффициент теплопроводности оболочки одежды, Вт/(м·К).

Теплообмен излучением

$$\Phi_{и} = S_{к} \varepsilon \sigma f_r (T_{в}^4 - T_{к}^4), \quad (16)$$

где  $\varepsilon$  – приведенная степень черноты поверхности одежды;  
 $\sigma$  – константа излучения абсолютно черного тела (Стефана-Больцмана), Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>);  
 $f_r$  – поправочный коэффициент на экранизацию одежды;  
 $T_{в}$  – температура воздуха окружающей среды, °С;  
 $T_{к}$  – средневзвешенная температура кожи горноспасателя, °С.

Поправочный коэффициент

$$f_r = 1 / (0,85M + 1). \quad (17)$$

Теплопродукция организма горноспасателя

$$\Phi_{ч} = \Phi_3 (1 - \eta), \quad (18)$$

где  $\eta$  – КПД (брутто) горноспасателя.

Для определения допустимой (максимальной) толщины полиэтиленовой пленки АХ рассмотрим, например, работу горноспасателя средней тяжести в противотепловой куртке ТК-50, снаряженную в количестве пятнадцати шт. При расчете приняты исходные данные [2], а, используя вышеприведенные зависимости, определены величины (5, 7–10, 12, 17, 18), и, в конечном счете, толщина полиэтиленовой пленки согласно (1) не должна превышать  $\delta_{max} \leq 0,7 \cdot 10^{-3}$  м, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \leq 0,28$  Вт/(м·К).

С другой стороны, зная входящие в уравнение (2) значения величин, можно определить необходимое количество АХ для любой противотепловой одежды горноспасателей.

Результаты исследований по определению количества применений АХ в противотепловой одежде спасателей с серийно выпускаемыми поливинилхлоридной и полиэтиленовой пленками толщиной  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м и коэффициентом теплопроводности 0,08 Вт/(м·К) приведены ниже.

Известно, что для таких материалов зависимость между напряжениями и деформациями включает время, поэтому их называют упруговязкими. Характерными для них являются их релаксационные свойства, в частности изменение деформации при постоянных напряжениях (ползучесть), которые меняются в результате снижения механических характеристик (1).

Используя метод определения механических характеристик пленки, изложенный в работе [4], получены результаты исследований зависимости деформаций от времени  $\varepsilon = f(t)$ , определены новые параметры ползучести  $\chi, \alpha, \beta$ , проведены экспериментальные исследования на образцах пленок, методика проведения которых приведена в работе [3].

В результате определены максимальные напряжения в оболочках, выполненных из полиэтиленовой и поливинилхлоридной пленок толщиной  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м, результаты которых приведены на рисунках 1 и 2.

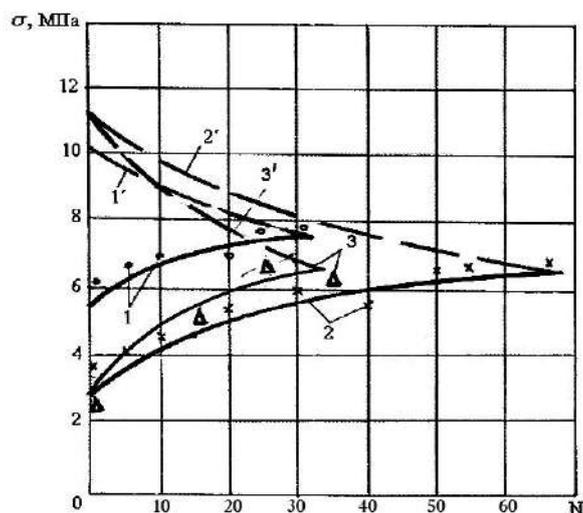


Рис. 1. Зависимость максимальных  $\sigma_z$  (1, 2, 3) и предельных  $\sigma_n$  (1', 2', 3') напряжений в полиэтиленовой пленке ОЭ от количества замораживаний ( $N$ ), начальной температуры ( $T_0$ ) и толщины ( $\delta_1$ ):  
 1, 2:  $\delta_1 = 0,2$  мм,  $T_0 = -20$  °С; 1', 2':  $\delta_1 = 0,4$  мм,  $T_0 = -20$  °С; 3, 3':  $\delta_1 = 0,5$  мм,  $T_0 = -60$  °С;  
 —, °, x,  $\Delta$  – экспериментальные данные

Отсюда следует:

– нелинейная зависимость напряжений полиэтиленовой пленки с увеличением максимальных их значений при увеличении количества замораживаний АХ и практически линейная – поливинилхлоридной пленки;

– при температуре замораживания АХ минус 60 °С прочность пленок по сравнению с температурой минус 20 °С снижается практически в два раза;

– количество применений АХ, оболочка которого выполнена из поливинилхлоридной пленки, больше ( $N = 330$ ) в 5 раз по сравнению с полиэтиленовой пленкой ( $N = 65$ );

– максимальная погрешность расчетных напряжений и данных экспериментов не превышает 10 %.

Таким образом, приведенные результаты исследований позволили увеличить срок эксплуатации АХ-5, пленка которых изготовлена из поливинилхлорида толщиной  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м, что обеспечит повышение безопасности труда спасателей, эффективность ведения аварийно-спасательных работ и снизить затраты на средства индивидуальной противотепловой защиты.

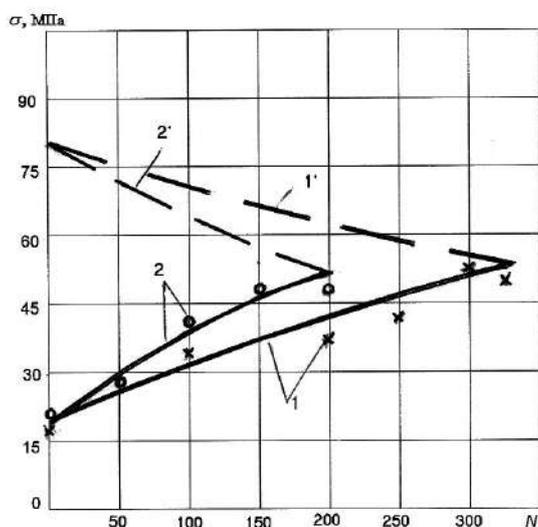


Рис. 2. Зависимость максимальных напряжений  $\sigma_z$  (1, 2) и предельных  $\sigma_B$  (1', 2') напряжений в поливинилхлоридной пленке ОЭ толщиной  $\delta_1 = 0,5$  мм от количества замораживаний ( $N$ ) и начальной температуры ( $T_0$ ): 1, 1':  $T_0 = -20$  °С; 2, 2':  $T_0 = -60$  °С;  
 — – результаты теории; —, °, x – экспериментальные данные

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Разработан метод для определения наиболее рациональных параметров оболочки АХ, выполненной из полиэтиленовой и поливинилхлоридной пленок, основанный на результатах исследований теплообменных и механических процессов при его применении в противотепловой одежде спасателей.

2. Полученные результаты исследований позволят в дальнейшем обеспечить увеличение основной технической характеристики – времени защитного действия противотепловых средств и снижение затрат при ведении работ спасателями в экстремальных микроклиматических условиях.

### Библиографический список

1. Индивидуальная противогазотепловая защита : монография / Ю. Ф. Булгаков, С. В. Борщевский, И. Ф. Марийчук [и др.]. – Донецк : Норд Компьютер, 2016. – 250 с.

2. Клименко, Ю. В. Методы и средства индивидуальной защиты горноспасателей в экстремальных микроклиматических условиях : дис. ... канд. тех. наук : 05.26.01 / Клименко Юрий Владимирович ; Горный институт. – Днепропетровск, 2003 – 189 с.

3. Многократное применение охлаждающих элементов противотепловой одежды / В. О. Положий, И. Ф. Марийчук, О. В. Папазова, А. А. Гаврилко // Горноспасательное дело : сб. науч. тр. – НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2012. – Вып. 49.– С. 165–172.

4. Наследственное напряженно-деформированное состояние оболочки водоледяного аккумулятора холода / В. О. Положий, И. Ф. Марийчук, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков // Вісті Донецького гірничого інституту : Зб. наук. праць ДонНТУ. – Донецьк, 2009.– № 1.– С. 12–19.

© А. П. Кирьян, А. Б. Серёгин, 2022

Рецензент д-р техн. наук, с. н. с. В. В. Мамаев

Статья поступила в редакцию 23.08.2022

## COLD STORAGE BATTERY PARAMETERS FOR INDIVIDUAL GAS-THERMAL PROTECTION OF RESCUERS

**Kiryan Andrey Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Deputy Commander

“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”

83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.

E-mail: agz@mail.dnmchs.ru

Phone: +7 (856) 303-27-01

**Seryogin Alexey Borisovich**, Head of the Department of Fire Safety

“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”

83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.

E-mail: sab-1965@mail.ru

*A method is given for determining the most rational parameters of the ice-water cold accumulator (AH) of anti-thermal means of rescuers, based on studies of heat exchange and mechanical processes. It is established that the thickness of the applied polyethylene film should not exceed  $\delta_{max} \leq 0.7 \times 10^{-3}$  m, with a thermal conductivity coefficient  $\lambda \leq 0,28$  W/(m \*K). At the same time, the number of applications of AH with the proposed commercially available polyvinyl chloride film with a thickness of  $0.5 \times 10^{-3}$  m, compared with polyethylene film, increases by 2.5, and the coefficient of thermal conductivity – 3.3 times, will further increase the duration of emergency rescue operations.*

**Keywords:** anti-thermal clothing; rescuers; cold accumulators; polyvinyl chloride film; thickness; thermal conductivity coefficient; creep; strength.

## ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ ПРИ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ

**Мавроди Александр Викторович**, научный сотрудник  
ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР»  
83048, Донецк, ул. Артема, 157  
E-mail: mavrodi-av@mail.ru  
Тел.: +7 (856) 332-78-34

*В статье рассмотрены переходные газодинамические процессы, протекающие в выработанном пространстве выемочного участка при нарушении работы системы дегазации и проветривания в условиях угольных шахт Донбасса. На основе предложенной математической модели выполнено прогнозирование газовой обстановки в выемочном участке шахты при обесточивании горного предприятия. Результаты математических исследований хорошо согласуются с фактическими данными, полученными в ходе ведения аварийно-спасательных работ горноспасательными подразделениями. Разработанная программа расчета на ПЭВМ позволяет выполнить прогнозирование газовой обстановки в выемочном участке и оперативно принять необходимые меры по спасению людей и ликвидации аварии.*

**Ключевые слова:** шахта; выемочный участок; техногенная авария; система дегазации; проветривание; газодинамические процессы; прогнозирование; математическая модель.

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** Предотвращение загазований горных выработок и взрывов метана, является одним из ключевых вопросов в области промышленной безопасности на угольных шахтах Донбасса. Большинство шахт, расположенных на территории Донецкой Народной Республики, относится к сверхкатегорийным (сгазовыделением более 15 м<sup>3</sup>/т), опасным или угрожаемым по внезапным выбросам угля (породы) и газа [7]. Газоносность разрабатываемых пластов колеблется в довольно широких пределах от 5,0 м<sup>3</sup>/т.с.б.м (шахта «Шахтерская-Глубокая») до 35 м<sup>3</sup>/т.с.б.м (шахта им. А. А. Скочинского, «Ждановская», «Комсомолец Донбасса» и др.). Газообильность шахт в значительной степени определяют числом работающих лав и их нагрузками, поэтому при приблизительно одинаковой газоносности разрабатываемых пластов может колебаться в значительных пределах. Наибольшую газообильность имели высокопроизводительные шахты, такие как шахта им. А. Ф. Засядько (226,6 м<sup>3</sup>/мин) при одновременной работе четырех лав, «Комсомолец Донбасса» (155,9 м<sup>3</sup>/мин) при одновременной работе трех лав и др. Основную долю поступления метана в выемочном участке составляет выработанное пространство. Исследования показывают [3], что в 48 случаях дебит метана из выработанных пространств действующих лав превышал 60 %, а в 23 случаях более 70 % общего дебита на участке, в том числе из почвы – менее 10 %.

Одним из основных способов борьбы с повышенным метановыделением используют вентиляцию горных выработок. Однако, с увеличением глубины горных работ, газообильность угольных пластов и вмещающих пород резко увеличивается, и одной вентиляцией не всегда удается поддерживать безопасную газовую обстановку в шахте. В соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных шахтах, если вентиляцией невозможно обеспечить безопасную концентрацию метана на исходящих струях выемочных участков, в пределах установленных норм, то необходимо осуществлять дегазацию пластов и вмещающих пород. Таким образом, совместное применение вентиляции и различных схем и способов дегазации, играют важную роль в обеспечении безопасной добычи угля на газовых шахтах Донбасса.

За последние годы (по состоянию на 2022 г.), уменьшилось число работающих шахт, что в целом привело к снижению добычи угля, сокращению общего числа работающих шахт и выемочных участков. Вместе с тем, загазирование горных выработок, остается одной из основных проблем шахт Донбасса. По данным Государственного Комитета горного и технического надзора, общее количество технологических загазований на шахтах Донецкой Народной Республики за последние пять лет не превышает 251 случая, а аварийных не более 87 случаев. (рис. 1). Также можно наблюдать общий рост загазований в 2021 г., по сравнению с 2020 г., где количество технологических загазований увеличилось в 1,52 раза, а аварийных в 1,05 раза.

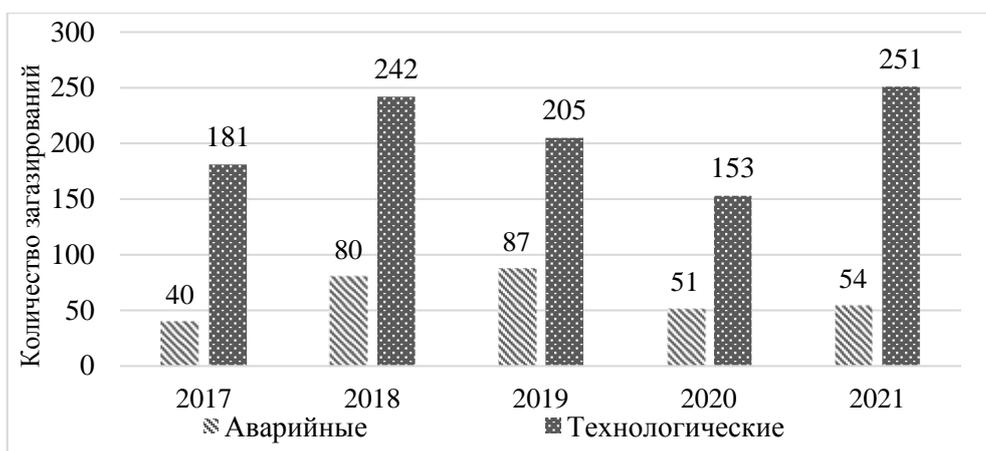


Рис. 1. Динамика загазирования шахт Донецкой Народной Республики в период 2017–2021 гг.

Шахты, находящиеся на территории Донецкой Народной Республики, в условиях активных боевых действий, зачастую подвергаются полному или частичному отключению от электроснабжения, что влечет за собой остановку вентиляторов главного проветривания, нарушению проветривания, работы систем дегазации и возникновению сложных переходных газодинамических процессов в выемочных участках. Только в 2021 году зафиксировано 23 случая аварийной остановки вентиляторов главного проветривания на шахтах опасных по газу и два случая общего обесточивания горного предприятия. В связи с этим, затрудняется эвакуация подземных работников на поверхность, увеличивается интенсивность газовыделения, что зачастую приводит к сложным и затяжным авариям. Примером тому служит авария, произошедшая на шахте им. А. Ф. Засядько 04.03.2015 г. вследствие повреждения взрывоопасным предметом поверхностного дегазационного трубопровода, тем самым, привело к нарушению процесса дегазации выемочного участка уклонной лавы № 3 пласта  $m_3$  и взрыву метановоздушной смеси с человеческими жертвами.

В вопросах исследований переходных газодинамических процессов, можно выделить следующие методы решения, как численное моделирование, разложение ряда метановыделения на составляющие, нейросети и др. [1; 2; 4; 6; 8]. Однако данные методы не нашли широкого применения в данном направлении и нуждаются в более глубоком изучении.

Ранее нами была предложена математическая модель, описывающая переходные газодинамические процессы в выработанном пространстве лавы при изменении параметров проветривания и дегазации [5]. Для проверки адекватности данной математической модели, предлагается выполнить математические исследования и сравнить полученные результаты с фактическими данными.

**Цель работы:** на основании фактических данных, полученных в ходе ликвидации аварийной ситуации, выполнить прогнозирование газовой обстановки в выемочном участке шахты «Щегловская-Глубокая», при ее обесточивании и определить длительность переходных газодинамических процессов.

**Изложение основного материала исследования.** При обесточивании горного предприятия, в выработанном пространстве действующих выемочных участков начинают протекать сложные переходные газодинамические процессы, поведение которых в настоящее время до конца не изучены и представляют для исследователей как научный, так и практический интерес.

Для анализа переходного газодинамического процесса в выработанном пространстве на границе с вентиляционным штреком, представим ранее предложенную математическую модель в безразмерном виде [5]:

$$\zeta_B = 1 - \frac{1}{2} \left[ \exp(\delta_B) (\tau_B + 1) \operatorname{erfc} \left( \frac{\tau_B + 1}{2 \sqrt{\frac{\tau_B}{\delta_B}}} \right) - (\tau_B - 1) \operatorname{erfc} \left( \frac{\tau_B - 1}{2 \sqrt{\frac{\tau_B}{\delta_B}}} \right) \right] - \frac{K_q - 1}{K_q - K_{QB}} \cdot \frac{\tau_B}{2} \times$$

$$\times \int_0^1 \left( \frac{\lambda}{2 \sqrt{\tau_B \bar{x} / \delta_B}} \right) \left[ \operatorname{erf} \frac{\tau_B (1 - \bar{x}) - 1}{2 \sqrt{\tau_B (1 - \bar{x}) / \delta_B}} - \exp(\delta_B) \operatorname{erfc} \left( \frac{\tau_B (1 - \bar{x}) + 1}{2 \sqrt{\tau_B (1 - \bar{x}) / \delta_B}} \right) \right] d\bar{x}, \quad (1)$$

где  $\tau_v$ ,  $\delta_v$  – критерии гомотронности характеризующие отношение между конвективным и молекулярным процессами массопереноса в потоке газа, ( $\delta_v=2$ );

$K_q$  – глубина регулирования дебита метана из сближенных пластов (спутников) при дегазации;

$K_{Q_v}$  – глубина регулирования расхода воздуха в активно проветриваемой зоне выработанного пространства;

$\lambda$  – параметр, характеризующий расстояние по нормали до сближенного пласта (спутника);

$\bar{x}$  – время протекания переходного газодинамического процесса  $\bar{x} = x/t$ .

Глубину регулирования дебита метана из сближенных пластов (спутников) при дегазации,  $K_q$  определяем по формуле:

$$K_q = \frac{q_{сп1}}{q_{сп0}}, \quad (2)$$

где  $q_{сп1}$  – метановыделение из сближенного пласта (спутника), после обесточивания горного предприятия, м<sup>3</sup>/с;

$q_{сп0}$  – метановыделение из сближенного пласта (спутника), до обесточивания горного предприятия, м<sup>3</sup>/с.

Глубину регулирования расхода воздуха в активно проветриваемой зоне выработанного пространства,  $K_{Q_v}$  определяем по формуле:

$$K_{Q_v} = \frac{Q_{в1}}{Q_{в0}}, \quad (3)$$

где  $Q_{в1}$  – расход воздуха в утечках через активно проветриваемую зону выработанного пространства после изменения параметров проветривания, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{в0}$  – расход воздуха в утечках через активно проветриваемую зону выработанного пространства до изменения параметров проветривания, м<sup>3</sup>/с.

Параметр, характеризующий расстояние по нормали до сближенного пласта (спутника) и учитывающий шаг посадки основной кровли лавы, принимаем равным:

$$\lambda = 0,02l_{сп}, \quad (4)$$

где  $l_{сп}$  – расстояние по нормали от кровли разрабатываемого пласта до почвы сближенного пласта (спутника), м.

Критерий гомотронности  $\tau_v$  определяем по формуле:

$$\tau_v = \frac{Q_{в1}t}{S_v l_l}, \quad (5)$$

где  $t$  – время, прошедшее с момента обесточивания шахты, с;

$S_v$  – площадь поперечного сечения активно-проветриваемой зоны выработанного пространства лавы, м<sup>2</sup>;

$l_l$  – длина лавы, м.

Распределение объемной доли метана, в активно проветриваемой зоне выработанного пространства  $C_v(l_l, t)$ , в зависимости от времени обесточивания шахты представим в виде:

$$C_v(l_l, t) = \zeta_v [C_{в.л}(l_l, \infty) - C_{в0}(l_l, 0)] + C_{в0}(l_l, 0), \quad (6)$$

где  $C_{в.л}(l_l, \infty)$  – объемная доля метана на выходе из лавы при обесточивании выемочного участка, %;

$C_{в0}(l_l, 0)$  – объемная доля метана в активно проветриваемой зоне выработанного пространства при нормальном режиме работы выемочного участка, %;

$\zeta_v$  – безразмерный параметр, являющийся функцией продолжительности изменения режима работы дегазации и проветривания шахты.

Для оперативного выполнения расчетов, разработана программа на ПЭВМ, с помощью которой выполним математические исследования на примере аварийной ситуации, возникшей на шахте «Щегловская-Глубокая» из-за общего обесточивания горного предприятия 05.10.2016 г. В тот момент, под землей было застигнуто аварией 126 горняков, а общее время отключения электроэнергии составило 13,5 ч. Расчеты выполним для условий выемочного участка 2-й западной лавы пласта  $l_8^1$ .

Фактические данные по газовой обстановке на выемочном участке 2-й западной лавы пласта  $l_8^1$  предоставлены в период вывода рабочих из участка (в течение трех часов) членами вспомогательных горноспасательных команд. Полная газовая обстановка в выемочном участке на время обесточивания шахты неизвестна, так как все работники шахты были выведены на поверхность, а работа в шахте возобновилась только после разгазирования горных выработок и подачи электроэнергии на выемочные участки.

Экспериментальные наблюдения [8] за переходными газодинамическими процессами на пологих пластах шахт Донбасса в условиях сплошной системы разработки показали, что основная интенсивность метановыделения имеет место в течение первых 2–4 часов с момента изменения параметров работы дегазации и в дальнейшем прирост концентраций метана прекращается, что в нашем случае вполне достаточно для выполнения исследований переходных газодинамических процессов в выемочном участке.

Для выполнения исследований по выемочному участку 2-й западной лавы пласта  $l_8^1$  приняты следующие исходные данные:  $q_{сп0} = 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $q_{сп1} = 0,15 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{в0} = 4,33 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q_{в1} = 1,33 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $l_{сп} = 24 \text{ м}$ ;  $\lambda = 0,48$ ;  $l_n = 250 \text{ м}$ ;  $S_b = 1,0 \text{ м}$ ;  $C_{в0} = 0,35 \%$ ;  $C_{в.л} = 0,8 \%$ ;  $t = 3,0 \text{ ч}$ . Шахта разрабатывает пласт  $l_8^1$  мощностью 0,9 м, угол падения пласта составляет  $9^\circ$ . Абсолютная метанообильность шахты составляет  $0,69 \text{ м}^3/\text{с}$ . Схема проветривания лавы – прямоточная с независимым восходящим движением воздуха. Система разработки – сплошная. Количество воздуха, поступающего на выемочный участок, после отключения электроэнергии составляло  $7,67 \text{ м}^3/\text{с}$ . В лаве применялась дегазация сближенных пластов (спутников) скважинами, пробуренными из участковых выработок.

Используя формулы (2)–(5) определим необходимые значения  $K_q$ ,  $K_{Qв}$ , параметр  $\lambda$  и переменные значения критерия гомохронности  $\tau_b$ . Подставляя исходные данные в формулу (1) определим динамику роста относительной концентрации метана в выемочном участке шахты при изменении параметров работы дегазации и проветривания (рис. 2).

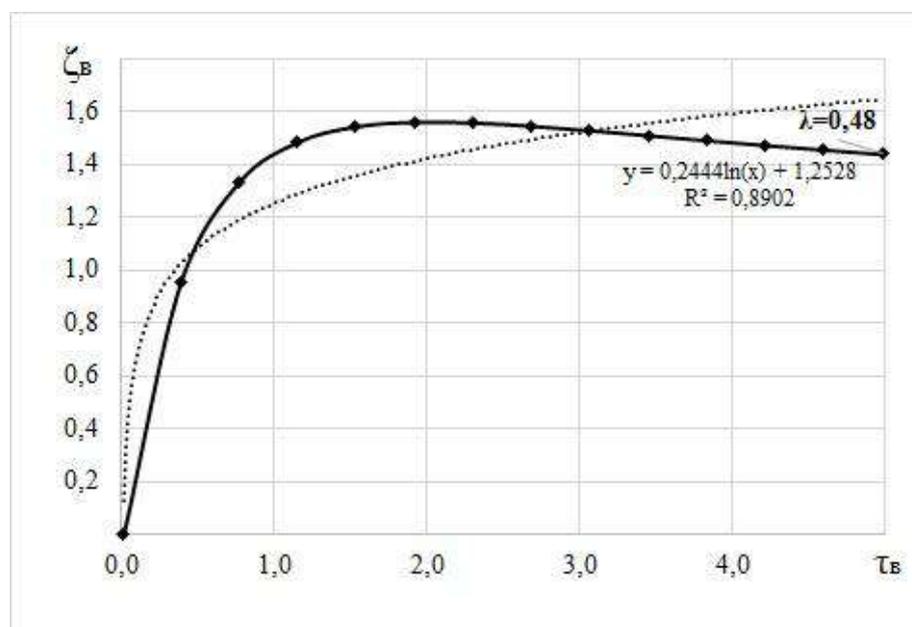


Рис. 2. Динамика роста относительной концентрации метана в выработанном пространстве при обесточивании шахты

Данные прогнозирования газовой обстановки в выемочном участке представлены в таблице. Анализ полученных результатов показывает, что максимальная объемная доля выросла в течение первых пяти часов и составила 3,33 %, а затем стабилизируется на уровне метанообильности участка без дегазации.

Параметры прогнозирования газовой обстановки в выемочном участке 2-й западной лавы пласта  $l_8^1$ , шахта «Щегловская-Глубокая» при обесточивании шахты

Параметр	Время обесточивания шахты, ч										
	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	13,5
$\tau_B$	0	0,38	0,77	1,15	1,53	1,92	2,30	3,06	3,83	4,21	4,98
$\zeta$	0	0,95	1,33	1,48	1,54	1,56	1,56	1,53	1,49	1,46	1,44
$C_B, \%$	0,35	2,18	2,90	3,18	3,29	3,33	3,32	3,27	3,23	3,16	3,10
$C_{yч}, \%$	0,35	2,00	3,0	3,25	-	-	-	-	-	-	-

Путем сравнения фактических и расчетных данных, выполним прогнозирование газовой обстановки в выемочном участке вследствие возникновения техногенной аварии. Через три часа после отключения электроэнергии, объемная доля метана ( $C_{yч}$ ) на исходящей вентиляционной струе выемочного участка изменилась с 0,35 до 3,25 %. Выполним сравнение фактических данных полученных в ходе ведения аварий-спасательных работ с расчетными (рис. 3).

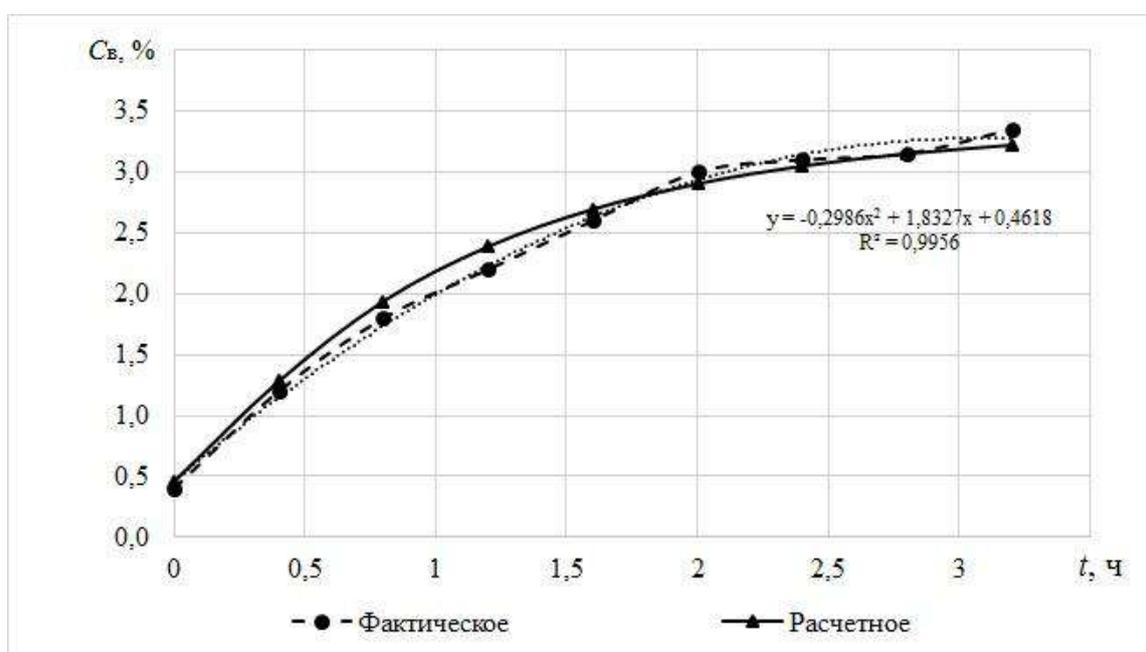


Рис. 3. Фактические и расчетные данные роста объемной доли метана в выемочном участке 2-й западной лавы пласта  $l_8^1$  шахты «Щегловская-Глубокая» при изменении параметров работы вентиляции и дегазации

Таким образом, в следствие возникшей техногенной аварии и изменении нормального режима проветривания на естественную тягу в выемочном участке шахты, объемная доля метановоздушной смеси через 3 часа после обесточивания шахты, составила 3,25 %. Относительная погрешность в точке максимального отклонения ( $t = 1,0$  ч) от фактических данных не превысила  $\pm 9$  %.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Проведенные математические исследования переходных газодинамических процессов в выемочном участке 2-й западной лавы пласта  $l_8^1$  шахты «Щегловская-Глубокая» при техногенной аварии показали, что рост объемной доли метана в выемочном участке наблюдается в течение первых пяти часов и изменяется с 0,35 до 3,25 %. Относительная погрешность сравнения расчетных и фактических данных на протяжении 3-х часов с момента возникновения аварийной ситуации, в максимальной точке отклонения не превышает  $\pm 9$  %, что в целом подтверждает адекватность предложенной математической модели.

В дальнейшем планируется выполнить исследования газодинамических процессов на разных выемочных участках шахт Донбасса, с целью обобщения полученных результатов и разработки методики расчета газовой обстановки в выемочных участках при изменении параметров дегазации и проветривания.

### Библиографический список

1. Греков, С. П. Моделирование переходных газодинамических процессов на добычных участках при изменениях режимов дегазации и вентиляции / С. П. Греков, И. Н. Зинченко, А. Л. Иванников // Вестник Харьковского национального университета. – Харьков, 2011. – № 960. – С. 95–103.
2. Денисенко, В. П. Выбор структуры нейросети для прогнозирования метановыделения в горных выработках угольных шахт / В. П. Денисенко, Р. В. Верба, Е. В. Абакумова // Научный вестник НГУ. – Днепропетровск, 2008. – № 10. – С. 15–20.
3. Звягильский, Е. Л. Управление метановыделением на выемочных участках угольных шахт: монография / Е. Л. Звягильский, Б. . Бокий, О. И. Касимов. – Донецк : Ноулидж, 2013. – 124 с.
4. Иванов, Ю. А. Математическая модель и методы экстраполяции изменения содержания метана на выемочных участках // Форум горняков. 2007. – Днепропетровск, 2007. – С. 92–100.
5. Математическая модель газодинамических процессов при техногенных авариях в шахтах вследствие их обесточивания / В. Г. Агеев, С. П. Греков, А. В. Мавроди // Научный Вестник НИИГД «Респиратор»: науч.-техн. журн. – 2022. – № 2 (59). – С. 47–57.
6. Медведев, В. Н. Прогнозирование значений концентрации метана в рудничной атмосфере при интенсивных газовыделениях в горные выработки // Сборник научных трудов МакНИИ. – Макеевка, 2007. – № 20. – С. 110–119.
7. Схемы и способы управления газовой выделением на выемочных участках угольных шахт. / Е. Л. Звягильский, Б. В. Бокий, О. И. Касимов, Н. В. Карнаух и др. – Макеевка : МакНИИ, 2006. – 78 с.
8. Ушаков, К. З. Газовая динамика шахт / К. З. Ушаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГТУ, 2004. – 481 с.

© А. В. Мавроди, 2022

Рецензент д-р техн. наук, с. н. с. В. Г. Агеев

Статья поступила в редакцию 09.08.2022

## GAS-DYNAMIC PROCESSES AT THE EXCAVATION SITE OF A COAL MINE DURING A MAN-MADE ACCIDENT

**Mavrodi Alexander Viktorovich**, Researcher  
GBU NII “Respirator” EMERCOM DPR  
83048, Donetsk, 157 Artyom Str.  
E-mail: mavrodi-av@mail.ru  
Phone: +7 (856) 332-78-34

*The article deals with transient gas-dynamic processes occurring in the worked-out space of the excavation site when the degassing and ventilation system is disrupted in the conditions of the Donbass coal mines. On the basis of the proposed mathematical model, the prediction of the gas situation in the excavation section of the mine during the de-energization of the mining enterprise was carried out. The results of mathematical studies are in good agreement with the actual data obtained during the conduct of emergency rescue operations by mountain rescue units. The developed calculation program on a PC allows you to predict the gas situation in the excavation site and promptly take the necessary measures to save people and eliminate the accident.*

**Keywords:** mine; excavation site; man-made accident; degassing system; ventilation; gas dynamic processes; forecasting; mathematical model.

## ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.14

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС

Гребенкина Александра Сергеевна, канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры математических дисциплин  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
E-mail: grebenkina.aleks@yandex.ru  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
Тел.: +7 (856) 305-40-24

*В статье описана методика проведения педагогического эксперимента, направленного на проверку эффективности практико-ориентированного подхода к математической подготовке будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности. Дана характеристика каждого этапа эксперимента. Выделены критерии оценки эффективности методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров пожарной и техносферной безопасности. Приведены данные об уровне освоения курсантами и студентами способов практико-ориентированных математических учебных действий в начале и конце эксперимента. Выполнена обработка эмпирических данных с помощью статистического критерия  $\chi^2$ .*

**Ключевые слова:** высшая математика; практико-ориентированное обучение; методическая система обучения; педагогический эксперимент; эффективность методики обучения; критерии оценки;  $\chi^2$ -критерий.

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** Важной составляющей профессиональной компетентности специалиста Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС) является математическая компетентность. Математические умения и навыки необходимы для моделирования опасных процессов и явлений, прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), обоснования рациональной группировки сил и средств, привлекаемой для ликвидации ЧС, разработки превентивных мер защиты населения и территорий от ЧС различного характера и пр. Учитывая специфику задач, стоящих перед МЧС, а также особенности построения математических моделей (имитационных и аналитических) в сфере гражданской защиты, математическая подготовка будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности должна иметь ярко выраженную практическую направленность.

Проблемы обучения математике в образовательных учреждениях МЧС исследовались учеными с разных позиций. Так, С. П. Еременко, Л. В. Медведевой и М. С. Крюковой предложена модель учебно-методического комплекса по дисциплине «Математика» для курсантов специальности «Пожарная безопасность» [6]. В статье Е. С. Калининой описана методика реализации интегративного подхода к обучению математике в вузах МЧС [8]. Концептуальная модель интеграции математических знаний в образовательном процессе курсантов МЧС России разработана Е. Н. Трофимец [13]. Однако, учеными рассматривалась интеграция математических и естественнонаучных дисциплин, а также дисциплин профессионального цикла подготовки. Перспективы интеграции математики и практической составляющей профессиональной деятельности специалистов МЧС целенаправленно не изучались.

Вопросы усиления цифровизации процесса обучения математике будущих специалистов МЧС подняты в работах [5; 14; 17] и др. Причем, многие исследователи указывают на необходимость использовать в учебном процессе именно те цифровые инструменты, которые применяются в будущей профессиональной деятельности курсантов, но перечень таких инструментов определен неоднозначно.

Часть авторов предлагает реализовать практическую направленность обучения математике посредством профессионально ориентированных задач (И. Г. Липатникова [10], Т. Б. Ванеева [10], Ц. Уолкингтон [18], Д. С. Шапошник [16] и др.). Например, Д. С. Шапошник предлагает в курсах математики, тактики и гражданской обороны разбирать типовые задачи, варианты решения которых

будут разные. Обучающие должны сами определить, какой из предложенных механизмов можно будет использовать в выпускной квалификационной работе и служебной деятельности [16]. Ученые указывают на целесообразность включения в курс математики задач, отражающих словесную модель события или процесса в профессиональной деятельности в сфере пожарной безопасности [10]. В то же время, классификация задач с практическим содержанием, отражающим актуальные проблемы в сфере гражданской защиты, отсутствует.

Ряд ученых изучает возможности формирования научно-исследовательских умений у курсантов военизированных образовательных организаций в ходе обучения дисциплинам профессионального цикла подготовки [1; 12; 15]. Но перспективы развития таких умений при изучении математике исследователями не рассматривались.

Существенной частью профессиональной подготовки курсантов пожарно-технических специальностей является формирование личностных качеств спасателя, к важнейшим из которых относим чувство профессионального долга, профессиональную культуру, готовность к самосохранению и здоровьесбережению, мировоззренческие ценности. Вопросы формирования указанных качеств в процессе профессиональной подготовки будущих спасателей отражены в работах [2; 7; 9]. Но возможности формирования у курсантов таких личностных качеств при обучении математике не изучены. Считаем, что формированию качеств личности курсанта, которые характеризуют его как представителя службы спасения, в процессе математической подготовки способствует именно практическая направленность обучения.

Таким образом, изучение научных исследований и публикаций позволяет сделать вывод о том, что большинство ученых считает целесообразным усиление практической направленности обучения будущих специалистов МЧС, но концепция реализации практико-ориентированного подхода в математической подготовке предложена не была. Нами разработана методическая система практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров пожарной и техносферной безопасности, элементы которой были представлены в серии авторских статей. Предложенная методическая система была внедрена в реальный учебный процесс.

Цельданной статьи – представить результаты экспериментальной проверки эффективности разработанной методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности.

**Изложение основного материала исследования.** Педагогический эксперимент, направленный на проверку эффективности авторской методики практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов МЧС, проводился в условиях реального учебного процесса в течение десяти лет (2012–2022 гг.). Целью эксперимента было подтверждение концепции практико-ориентированного подхода к обучению математике и внедрение полученных результатов в педагогическую практику.

Экспериментальной базой исследования были ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, где эксперимент проводился среди обучающихся по направлениям подготовки 20.03.01 и 20.04.01 «Техносферная безопасность» и специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность»; ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (среди обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»); ГОУВПО «Донецкий национальный университет» (среди обучающихся по направлениям подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»).

Курсанты и студенты пожарно-технических направлений подготовки и специальностей при проведении эксперимента находились в одинаковых условиях, т. к. не имели предшествующего опыта изучения высшей математики, теории вероятностей, методов математического моделирования и обработки данных. Студенты и магистранты педагогических направлений подготовки принимали участие в эксперименте как будущие преподаватели высшей школы. Всего в эксперименте принимали участие 685 обучающихся и 7 преподавателей.

Экспериментальное практико-ориентированное обучение математике будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности включало в себя три этапа: констатирующий, поисковый и формирующий.

На констатирующем этапе эксперимента (2012–2014 гг.) выполнялся анализ состояния проблемы исследования, изучалась научно-педагогическая литература, современные методики обучения математике в высшей школе. На этом этапе определялся уровень усвоения студентами указанных специальностей содержания математических дисциплин, а также проверялась степень удовлетворенности преподавателей естественнонаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла подготовки уровнем математической подготовки студентов старших курсов обучения.

На первом этапе педагогического эксперимента изучалось отношение преподавателей математики к проблеме усиления практической направленности математической подготовки будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности. Анкетирование преподавателей (21 человек) показало, что большинство из них считает важным при обучении математике учитывать практические задачи в сфере гражданской защиты, для решения которых нужно применять математические методы. Практически все опрошенные преподаватели считают, что при обучении математике необходимо формировать у студентов способы действий их будущей профессиональной деятельности, а также умения аналитического и имитационного моделирования в сфере практической деятельности специалистов МЧС. Вместе с тем, все преподаватели указывают на отсутствие соответствующего методического обеспечения. Вследствие этого, использование практико-ориентированных задач в процессе обучения имеет несистемный характер. Основные усилия сосредоточены на формировании математических учебных действий.

Часть опрошенных преподавателей указывает на необходимость формирования у студентов навыков самостоятельной работы, но обращает внимание на то, что в условиях реального учебного процесса недостаточно времени для контроля результатов такой работы.

Анкетирование преподавателей естественнонаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла подготовки показало, что уровень математической подготовки студентов пожарно-технических специальностей является недостаточным для успешного усвоения содержания указанных дисциплин. Респондентами отмечено:

- слабая учебная мотивация студентов;
- значительные трудности, возникающие при изучении дисциплин «Физика», «Детали машин», «Экологическая безопасность», «Прогнозирование опасных факторов пожара», «Автоматизированные системы управления и связь» и пр., обусловленные недостаточным уровнем освоения базовых математических учебных действий;
- низкий уровень сформированности у студентов умений математического моделирования в области будущей профессиональной деятельности инженера-спасателя;
- отсутствие умений работы с профессионально ориентированными цифровыми инструментами.

Анкетирование и беседы со студентами показали, что большая часть обучающихся не осознает значимости математической подготовки в будущей профессиональной деятельности. В статье [4] нами приведены результаты исследования, направленного на диагностику отношения обучающихся к изучению дисциплины «Высшая математика». В частности, из 132 обучающихся по специальности «Пожарная безопасность» только 46,2 % респондентов ответило положительно, 4,5 % опрошенных считает, что математические знания им «точно не пригодятся», 14,4 % – «скорее всего не пригодятся», а 32,6 % – затруднились с ответом.

Такие ответы свидетельствуют о недостаточной осведомленности обучающихся в отношении тех практических задач, которые могут возникнуть в повседневных рабочих ситуациях инженера-спасателя, о недостаточной практической направленности обучения дисциплине, непонимании взаимосвязи между математикой и инженерными дисциплинами профессиональной подготовки.

Наблюдение за учебным процессом позволило выявить трудности, возникающие у студентов при самостоятельном освоении содержания дисциплины, непонимании ими целей практических занятий по математической дисциплине, отсутствие осознания межпредметных связей математики и дисциплин профессионального цикла подготовки.

На констатирующем этапе эксперимента нами сделан вывод о том, что процесс овладения курсантами и студентами практико-ориентированными математическими учебными действиями замедляется вследствие таких причин:

- отсутствие описания практико-ориентированных учебных действий, необходимых для изучения общетехнических дисциплин и дисциплин профессионального цикла подготовки;
- недостаточность разработки учебно-методического обеспечения, учитывающего практическую направленность математической подготовки студентов пожарно-технических специальностей;
- низкий уровень цифровизации процесса обучения математике, недостаточный уровень использования в обучении практико-ориентированных цифровых инструментов;
- низкая учебная мотивация студентов;
- низкий уровень базовой математической подготовки выпускников школ.

Анализ результатов констатирующего этапа эксперимента подтвердил актуальность и необходимость разработки методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности, а также внедрения такой системы в реальный учебный процесс.

На поисковом этапе эксперимента (2014–2017 гг.) проводился отбор тем математических дисциплин, поиск методов, форм и средств обучения, способствующих формированию профессиональных компетенций инженера пожарной и техносферной безопасности в процессе обучения математике. Были определены теоретические основы построения методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов МЧС, выделены психолого-педагогические предпосылки такого обучения.

На поисковом этапе педагогического эксперимента нами решались такие задачи:

- анализ и выявление особенностей математической подготовки курсантов и студентов пожарно-технических специальностей и направлений подготовки;
- обоснование необходимости внедрения практико-ориентированного подхода к математической подготовке будущих специалистов МЧС;
- разработка методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности.

На основании понимания специфики практической профессиональной деятельности специалиста в области гражданской защиты населения и территорий от ЧС различного характера, с учетом современных требований к уровню его математической подготовки, а также на основе анализа научной литературы были выделены критерии оценки эффективности практико-ориентированного обучения математике будущих инженеров пожарной и техносферной безопасности:

- мотивационный, показателем которого служит уровень сформированности мотивации студентов и курсантов к изучению математических дисциплин и развитости у них представлений о сфере применения математических методов и моделей в будущей практической профессиональной деятельности;
- когнитивный, показателем которого является уровень усвоения практико-ориентированных математических знаний;
- деятельностный, показателем которого выступает уровень освоения практико-ориентированных математических учебных действий и действий по математическому моделированию в сфере гражданской защиты (далее – ГЗ).

В отношении всех показателей в выделенных критериях применялась одинаковая шкала оценивания уровня сформированности: низкий, средний, высокий. Для сформулированных критериев в качестве измерителей были выбраны анкеты, опросники, контрольные работы.

На поисковом этапе педагогического эксперимента выполнялось уточнение понятийного аппарата, разработка системы практико-ориентированных задач для курсантов и студентов пожарно-технических специальностей, подбор математических моделей в сфере ГЗ и определение необходимого инструментария для их построения.

На формирующем этапе эксперимента (2017–2022 гг.) выполнялась апробация и уточнение разработанной методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности. На этом этапе определялась эффективность предложенной методики обучения.

Для проверки эффективности разработанной системы практико-ориентированного обучения математике из числа студентов первого курса ежегодно случайным образом формировалась экспериментальная (ЭГ) и контрольная (КГ) группы. Экспериментальная группа обучалась по предложенной методике, контрольная – по традиционной методике. Анализ эффективности авторской методики обучения будущих специалистов МЧС проводился с применением статистических методов исследования. Всего в ходе проведения педагогического эксперимента в экспериментальные группы было отобрано 327 обучающихся, в контрольные – 358. В конце эксперимента, в силу изменения общего контингента студентов, в экспериментальных группах был 321 обучающийся, в контрольных – 347 обучающихся.

Достоверность результатов, полученных в ходе экспериментального исследования, подтверждалась такими факторами:

- педагогический эксперимент проводился в условиях обычного учебного процесса, не меняя его логику, что обеспечивало получение несмещенной статистической оценки эффективности внедряемой методики;
- в экспериментальные и контрольные группы студенты отбирались случайным образом, что обеспечивало репрезентативность выборки для проведения эксперимента;
- апробация разработанной методики обучения математике осуществлялась разными преподавателями, но во всех группах применялись одинаковые методики контроля результатов учебной деятельности студентов и курсантов, что обеспечивало получение эффективной статистической оценки разработанной методики обучения.

Результаты освоения обучающимися способов практико-ориентированных учебных действий (в процентах) отражены на рисунке 1, причем, на рис. 1 а приведены показатели в начале эксперимента, на рис. 1 б – в его конце.

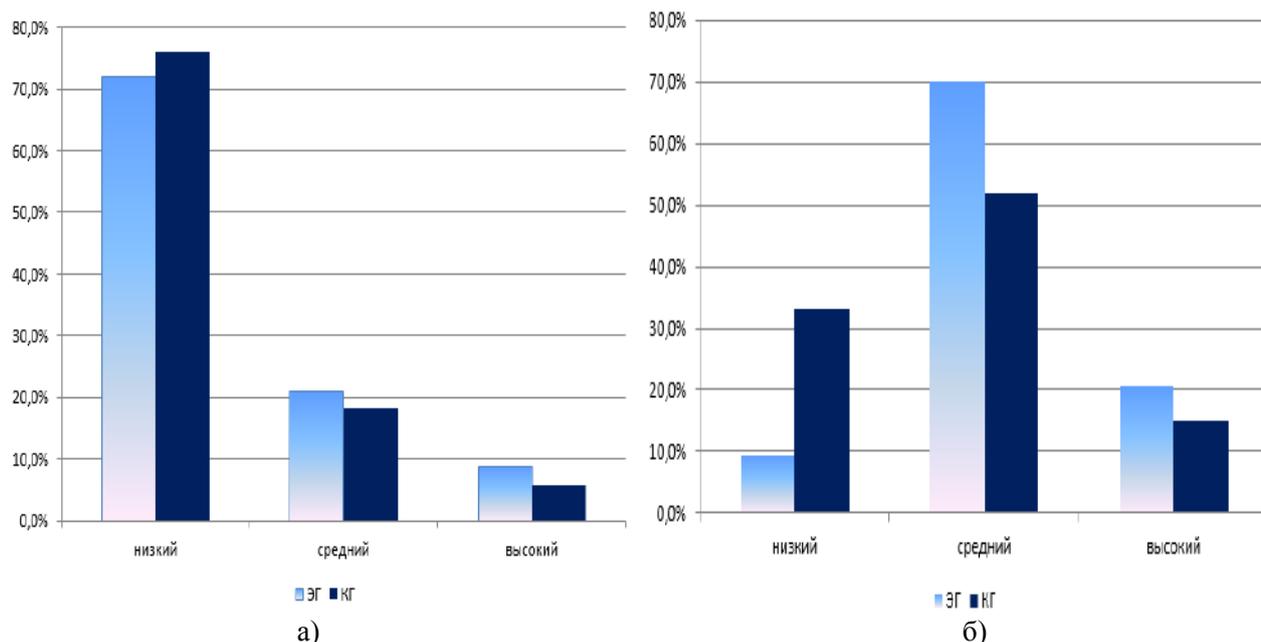


Рис. 1. Показатели уровня освоения курсантами и студентами практико-ориентированных учебных действий: а) в начале эксперимента; б) в конце эксперимента

Анализ диаграммы, представленной на рис. 1 б, показывает, что уровень освоения практико-ориентированных учебных действий в экспериментальных группах выше, чем в контрольных группах. Кроме того, в третьем семестре (в конце изучения курса высшей математике) в экспериментальных группах значительно уменьшилось число курсантов, имеющих низкий уровень освоения практико-ориентированных учебных действий.

Уровень освоения обучающимися способов практико-ориентированных действий в процессе обучения курсантов проверялся с помощью контрольных работ, проведенных в начале изучения курса математики (первый семестр – входная контрольная работа) и в его конце (третий семестр – итоговая контрольная работа). Результаты выполнения контрольной работы оценивались по 100-балльной шкале оценивания. Курсанты и студенты, набравшие менее 60-ти баллов, были отнесены к обучающимся, имеющим низкий уровень освоения способов практико-ориентированных учебных действий. Курсанты (студенты), набравшие 60–80 баллов, освоили способы практико-ориентированных учебных действий на среднем уровне, курсанты, набравшие более 80-ти баллов – на высоком уровне. В таблице 1 приведены результаты диагностики уровня освоения практико-ориентированных действий в начале эксперимента.

Таблица 1

Данные о результатах выполнения входной контрольной работы

Группы	Баллы										Всего
	0–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	
ЭГ	13	26	38	44	50	58	39	30	24	5	358
КГ	18	35	45	61	70	43	39	30	24	3	327

При проведении эксперимента учитывалось, что в его начале необходимо соблюдать принцип равенства количественных и качественных показателей в экспериментальных и контрольных группах. Для применения критериев, позволяющих сравнить указанные показатели, выборки должны быть однородными, а генеральная совокупность иметь нормальный закон распределения. Проверим достоверность сделанных допущений (гипотез).

Гипотезу об однородности выборок проверим с помощью критерия Уилкоксона для больших объемов выборки. Обозначим количество обучающихся в экспериментальных группах  $n_э$ , в контрольных группах –  $n_к$ . Тогда  $n_э = 327$ ,  $n_к = 358$ . Объем первой выборки не превосходит объем второй выборки:  $n_э < n_к$  ( $327 < 358$ ).

Группируя результаты входной контрольной работы (см. табл. 1), получим распределение курсантов и студентов по категориям с низким, высоким и достаточным уровнем освоения способов практико-ориентированных учебных действий (табл. 2).

Таблица 2

Данные об уровнях освоения обучающимися практико-ориентированных способов действий в начале эксперимента

Группа	Уровни			Всего
	Низкий (0–59 баллов)	Средний (60–80 баллов)	Высокий (81–100 баллов)	
ЭГ	$N_{эн} = 229$	$N_{эс} = 69$	$N_{эв} = 29$	$n_э = 327$
КГ	$N_{кн} = 271$	$N_{кс} = 65$	$N_{кв} = 21$	$n_к = 358$
Всего	$N_n = 501$	$N_c = 134$	$N_в = 50$	$n = 685$

Общий вариационный ряд имеет вид:

1, ..., 21, 22, ..., 272, ..., 357, 358, ..., 501, 502, ... 685.

Наблюдаемое значение критерия вычислим по формуле:

$$W_{набл} = \frac{1 + N_n}{2} \cdot N_{кн} + \frac{N_n + 1 + (N_n + N_c)}{2} \cdot N_{кс} + \frac{(N_n + N_c + 1) + n}{2} \cdot N_{кв}, \quad (1)$$

$N_{кн}$  – количество обучающихся в контрольной группе, имеющих низкий уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_{кс}$  – количество обучающихся в контрольной группе, имеющих достаточный уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_{кв}$  – количество обучающихся в контрольной группе, имеющих профессиональный уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_{эн}$  – количество обучающихся в экспериментальной группе, имеющих низкий уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_{эс}$  – количество обучающихся в экспериментальной группе, имеющих достаточный уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_{эв}$  – количество обучающихся в экспериментальной группе, имеющих профессиональный уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_n$  – общее количество обучающихся, имеющих низкий уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_c$  – общее количество обучающихся, имеющих достаточный уровень освоения способов практико-ориентированных действий;

$N_в$  – общее количество обучающихся, имеющих профессиональный уровень освоения способов практико-ориентированных действий.

Подставляя эмпирические данные в формулу (1), получим:

$$W_{набл} = \frac{1 + 501}{2} \cdot 272 + \frac{502 + 636}{2} \cdot 65 + \frac{637 + 685}{2} \cdot 21 = 119138.$$

Нижняя и верхняя критические точки критерия вычисляются по формулам (2) и (3) соответственно:

$$W_{н.кр.} = \left[ 0,5(n_э + n_к + 1) \cdot n_к - 0,5 - 1,96 \sqrt{\frac{n_э \cdot n_к \cdot (n + 1)}{12}} \right]; \quad (2)$$

$$W_{в.кр.} = (n_э + n_к + 1) \cdot n_к - W_{н.кр.} . \quad (3)$$

Подставляя данные из таблицы 1 в формулы (2) и (3), получим такие числовые значения:

$$W_{н.кр.} = \left[ 0,5(327 + 358 + 1) \cdot 358 - 0,5 - 1,96 \sqrt{\frac{327 \cdot 358 \cdot 686}{12}} \right] = 117723;$$

$$W_{в.кр.} = (327 + 358 + 1) \cdot 358 - 117723 = 127865.$$

Т. к.  $W_{н.кр} < W_{набл} < W_{в.кр}$ . ( $117723 < 119138 < 127865$ ), то нет объективных оснований для отклонения гипотезы об однородности выборок в экспериментальной и контрольной группах.

Проверку гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности выполним с помощью критерия Пирсона. Предварительно найдем числовые характеристики выборок. Поставим в соответствие каждому интервалу его середину  $x_i$  ( $i = 1, \dots, 10$ ), тогда расстояние между соседними вариантами составит  $h = 10$ .

Для обеих выборок – экспериментальная и контрольная группы – числовые характеристики находятся по формулам:

*выборочное среднее:*

$$\bar{X} = \frac{1}{n_э} \sum_i x_i n_i , \quad (4)$$

где  $n_э$  – объем соответствующей выборки;

$n_i$  – частота попадания варианты в соответствующий интервал;

*выборочная дисперсия:*

$$D = \frac{1}{n_э} \sum_i (x_i - \bar{X})^2 n_i . \quad (5)$$

*выборочное среднее квадратичное отклонение:*

$$\sigma = \sqrt{D} . \quad (6)$$

*исправленная дисперсия:*

$$S^2 = \frac{n_э}{n_э - 1} D . \quad (7)$$

*исправленное среднее квадратичное отклонение:*

$$S = \sqrt{S^2} . \quad (8)$$

Для проверки гипотезы о нормальном законе распределения генеральной совокупности по критерию Пирсона переходим к нормированной случайной величине, значения которой равны:

$$u_i = \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma} . \quad (9)$$

Значения функции  $\varphi(u_i)$  в полученных точках находим по таблице значений функции Лапласа [3]. При этом учитываем, что функция Лапласа четная, поэтому  $\varphi(-x) = \varphi(x)$ .

Теоретические частоты находим по формуле:

$$n'_i = \frac{nh}{\sigma} \varphi(u_i). \quad (10)$$

Для сравнения теоретических и эмпирических частот найдем расчетное значение критерия  $\chi^2_{расч}$ :

$$\chi^2_{расч} = \sum_i \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}. \quad (11)$$

Выполним расчет числовых характеристик и проверку гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности для выборки экспериментальной группы. По формулам (4)–(8) получим такие числовые характеристики:  $\bar{X}_s = 47,97$ ;  $D_s = 489,63$ ;  $\sigma_s = 22,13$ ;  $S_s^2 = 491,13$ ;  $S_s = 22,16$ .

Расчеты по формулам (9)–(10) сведены в таблице 3.

Таблица 3

Расчетная таблица для ЭГ в начале эксперимента

$x_i$	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
$n_i$	13	26	38	44	50	58	39	30	24	5
$u_i$	-1,94	-1,49	-1,03	-1,18	-0,13	0,31	0,77	1,22	1,67	2,13
$\varphi(u_i)$	0,0608	0,1315	0,2347	0,3352	0,3956	0,3804	0,2966	0,1895	0,0989	0,0413
$n'_i$	8,99	19,44	34,68	49,54	58,46	56,19	43,84	28,01	14,62	6,10

Используя данные таблицы 3, найдем расчетное значение критерия по формуле (11):  $\chi^2_{расч} = 13,11$ .

Число групп выборки равно  $k = 10$ , поэтому число степеней свободы для нормального закона распределения равно  $r = k - 3 = 7$ . Выбирая уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , по таблице критических значений найдем критическое значение критерия [3]:  $\chi^2_{кр} = 14,1$ .

Поскольку  $\chi^2_{расч} < \chi^2_{кр}$  ( $13,11 < 14,1$ ), то эмпирические и теоретические частоты отличаются не существенно. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения генеральной совокупности принимается.

Выполним аналогичный расчет для контрольной группы. По формулам (4)–(8) получаем такие значения числовых характеристик:  $\bar{X}_k = 43,85$ ;  $D_k = 458,60$ ;  $\sigma_k = 21,41$ ;  $S_k^2 = 459,80$ ;  $S_k = 21,44$ .

Расчеты по формулам (9)–(10) сведены в таблице 4.

Таблица 4

Расчетная таблица для КГ в начале эксперимента

$x_i$	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
$n_i$	18	35	45	61	70	43	39	30	24	3
$u_i$	-1,81	-1,34	-0,88	-0,41	0,05	0,52	0,98	1,45	1,92	2,39
$\varphi(u_i)$	0,0775	0,1626	0,2709	0,3668	0,3984	0,3485	0,2468	0,1394	0,0632	0,0229
$n'_i$	12,96	27,19	45,29	61,32	66,61	58,27	41,27	23,31	10,57	3,38

Расчетное значение критерия Пирсона по формуле (11) равно  $\chi^2_{расч} = 13,81$ . Число групп выборки равно  $k = 10$ , поэтому число степеней свободы для нормального закона распределения равно  $r = k - 3 = 7$ . Выбирая уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , по таблице критических значений найдем критическое значение критерия:  $\chi^2_{кр} = 14,1$ .

Поскольку  $\chi^2_{расч} < \chi^2_{кр}$  ( $13,81 < 14,1$ ), то эмпирические и теоретические частоты отличаются не существенно. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения генеральной совокупности принимается.

Критерий Пирсона предполагает, что генеральные дисперсии равны, но полученные исправленные дисперсии различны. Поэтому, для сравнения дисперсий необходимо применить критерий Фишера-Снедекора. Число степеней свободы для выборки с меньшей дисперсией (ЭГ) равно  $k_s = n_s - 1 = 326$ , для выборки с большей дисперсией (КГ) – равно  $k_k = n_k - 1 = 357$ . Наблюдаемое значение критерия  $F_{набл}$  равно

$$F_{набл} = \frac{D_s}{D_k}. \quad (12)$$

Следовательно,  $F_{набл} = \frac{491,13}{459,88} = 1,07$ . Выберем уровень значимости  $\alpha = 0,05$  и найдем критическое значение критерия  $F_{кр}$ , используя таблицу критических точек распределения Фишера-Снедекора:  $F_{кр}(\alpha; k_s; k_k) = F_{кр}(0,05; 326; 358) = 1,10$ . Т. к.  $F_{набл} < F_{кр}(1,07 < 1,10)$ , то дисперсии различаются незначимо и, следовательно, гипотеза о равенстве генеральных совокупностей принимается.

Сравнение средних квадратичных отклонений выполним с помощью критерия Стьюдента. Наблюдаемое значение критерия  $F_{набл} = 0,13$  (вычислено средствами электронного ресурса [11]). Число степеней свободы равно  $k = n_s + n_k - 2 = 327 + 358 - 2 = 683$ . Критическое значение критерия  $F_{кр}$  найдем по таблице критических точек распределения Стьюдента [3]. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  соответствующее значение равно  $F_{кр} = F_{кр}(0,05; 683) = 1,96$ . Поскольку  $F_{набл} < F_{кр}(0,13 < 1,96)$ , то выборочные средние квадратичные отклонения отличаются не значимо, следовательно, нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном законе распределения генеральной совокупности.

Определим доверительные интервалы для математических ожиданий выборок. Обозначим точность оценки  $\delta$ , тогда доверительный интервал для математического ожидания имеет вид:

$$(\bar{X} - \delta; \bar{X} + \delta), \quad (13)$$

где

$$\delta = t \frac{\sigma}{\sqrt{n_e}}, \quad (14)$$

число  $t$  определяется из условия  $\Phi(t) = \frac{\gamma}{2}$  по таблице значений функции Лапласа в зависимости от значения доверительной вероятности  $\gamma = 1 - \alpha$ .

Выполним расчет по формулам (13) и (14) для ЭГ и КГ. Выберем уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , тогда  $\gamma = 0,95$ ,  $\Phi(t) = \frac{0,95}{2} = 0,475$ , откуда  $t = 1,96$ .

Точность оценки для ЭГ равна  $\delta = 1,96 \cdot \frac{22,16}{\sqrt{327}} = 2,40$ . Доверительный интервал для математического ожидания выборки ЭГ имеет вид:

$$(\bar{X}_s - \delta; \bar{X}_s + \delta) = (47,97 - 2,4; 47,97 + 2,4) = (45,57; 50,37).$$

Доверительный интервал для математического ожидания выборки КГ находим аналогично:

$$\delta = 1,96 \cdot \frac{21,44}{\sqrt{358}} = 2,22; (\bar{X}_k - \delta; \bar{X}_k + \delta) = (43,85 - 2,22; 43,85 + 2,22) = (41,63; 46,07).$$

Наличие общей части доверительных интервалов также подтверждает, что различие в показателях выборочных средних не значимо.

Таким образом, с доверительной вероятностью можно утверждать, что принцип равенства показателей ЭГ и КГ перед проведением эксперимента был выдержан.

В конце эксперимента (при окончании изучения курса математики) была проведена итоговая контрольная работа, результаты выполнения которой отражены в таблице 5.

Таблица 5

Данные о результатах выполнения итоговой контрольной работы

Группы	Баллы										Всего
	0–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	
ЭГ	–	–	1	5	8	30	107	118	49	17	321
КГ	–	–	1	9	21	84	108	72	37	15	347

Группируя результаты итоговой контрольной работы, получим распределение курсантов и студентов по категориям с низким, достаточным и профессиональным уровнем освоения способов практико-ориентированных учебных действий в конце эксперимента (табл. 6).

Таблица 6

Данные об уровнях освоения обучающимися практико-ориентированных способов действий в конце эксперимента

Группа	Уровни			Всего
	Низкий (0–59 баллов)	Средний (60–80 баллов)	Высокий (81–100 баллов)	
ЭГ	$N_{эп} = 30$	$N_{эс} = 225$	$N_{эв} = 66$	$n_э = 321$
КГ	$N_{кп} = 115$	$N_{кс} = 180$	$N_{кв} = 52$	$n_к = 347$
Всего	$N_n = 145$	$N_c = 180$	$N_e = 116$	$n = 668$

Гипотезу об однородности выборок и нормальном законе распределения генеральных совокупностей в конце эксперимента проверяем аналогично такой же проверке в начале эксперимента.

По формулам (1)–(3) находим наблюдаемое значение критерия Уилкоксона, нижнюю и верхнюю критические точки критерия:

$$W_{набл} = \frac{1+145}{2} \cdot 115 + \frac{146+551}{2} \cdot 180 + \frac{552+668}{2} \cdot 52 = 102845;$$

$$W_{н.кр.} = \left[ 0,5(321+347+1) \cdot 321 - 0,5 - 1,96 \sqrt{\frac{321 \cdot 347 \cdot 669}{12}} \right] = 102490;$$

$$W_{в.кр.} = (321+347+1) \cdot 321 - 102490 = 112259.$$

Т. к.  $W_{н.кр.} < W_{набл} < W_{в.кр.}$  ( $102490 < 102845 < 112259$ ), то нет объективных оснований для отклонения гипотезы об однородности выборок в экспериментальной и контрольной группах.

Проверку гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности выполним с помощью критерия Пирсона.

Выполним расчет числовых характеристик и проверку гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности для выборки экспериментальной группы. По формулам (4)–(8) получим такие числовые характеристики:  $\bar{X}_э = 71,72$ ;  $D_э = 135,45$ ;  $\sigma_э = 11,63$ ;  $S_э^2 = 136,87$ ;  $S_э = 11,65$ .

Для нахождения расчетного значения критерия вычислим теоретические частоты, перейдя к нормированной случайной величине. Поскольку критерий Пирсона применим только для частот, значение которых превосходит 9, то частоты, значения которых менее 9 ( $n_3 = 1$ ,  $n_4 = 5$ ,  $n_5 = 8$ ), объединены с со следующей частотой  $n_6 = 30$ . Расчеты по формулам (9)–(10) сведены в таблице 7.

Таблица 7

Расчетная таблица для ЭГ в конце эксперимента

$x_i$	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
$n_i$	–	–	1	5	8	30	107	118	49	17
$u_i$	–	–	–	–	–	-1,43	-0,57	0,28	1,14	2,09
$\varphi(u_i)$	–	–	–	–	–	0,1435	0,3391	0,3836	0,2083	0,0540
$n_i \varphi(u_i)$	–	–	–	–	–	39,61	93,59	105,87	57,49	14,90

Используя данные табл. 7, найдем расчетное значение критерия по формуле (11):  $\chi_{расч}^2 = 7,2$ .

Число групп выборки равно  $k = 8$ , поэтому число степеней свободы для нормального закона распределения равно  $r = k - 3 = 5$ . Выбирая уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , по таблице критических значений найдем критическое значение критерия:  $\chi_{кр}^2 = 11,1$ .

Поскольку  $\chi_{расч}^2 < \chi_{кр}^2$  ( $7,2 < 11,1$ ), то эмпирические и теоретические частоты отличаются не существенно. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения генеральной совокупности принимается.

Выполним аналогичный расчет для контрольной группы (табл. 8). По формулам (4)–(9) получаем такие значения числовых характеристик:  $\bar{X}_к = 65,79$ ;  $D_к = 202,73$ ;  $\sigma_к = 14,24$ ;  $S_к^2 = 203,32$ ;  $S_к = 14,25$ .

Таблица 8

Расчетная таблица для КГ в конце эксперимента

$x_i$	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
$n_i$	–	–	1	9	21	84	108	72	37	15
$u_i$	–	–	–	-2,16	-1,46	-0,74	-0,06	0,65	1,35	2,05
$\Phi(u_i)$	–	–	–	0,0387	0,1374	0,3034	0,3982	0,3230	0,1604	0,0488
$n_i'$	–	–	–	9,43	33,48	73,93	97,04	78,71	39,08	11,89

Расчетное значение критерия Пирсона по формуле (11) равно  $\chi_{расч}^2 = 13,81$ . При вычислении значения  $\chi_{расч}^2$  частота  $n_3 = 1$  была объединена с частотой  $n_4 = 9$ . Число групп выборки равно  $k = 8$ , поэтому число степеней свободы для нормального закона распределения равно  $r = k - 3 = 5$ . Выбирая уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , по таблице критических значений найдем критическое значение критерия:  $\chi_{кр}^2 = 11,1$ .

Поскольку  $\chi_{расч}^2 < \chi_{кр}^2$  ( $13,81 < 11,1$ ), то эмпирические и теоретические частоты отличаются не существенно. Поэтому гипотеза о нормальном законе распределения генеральной совокупности принимается.

Сравним дисперсии, используя критерий Фишера-Снедекора. Число степеней свободы для выборки с меньшей дисперсией (ЭГ) равно  $k_s = n_s - 1 = 320$ , для выборки с большей дисперсией (КГ) – равно  $k_k = n_k - 1 = 346$ . Наблюдаемое значение критерия  $F_{набл}$  равно

$$F_{набл} = \frac{135,45}{202,73} = 0,67.$$

Выберем уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , тогда критическое значение критерия  $F_{кр}$  равно  $F_{кр}(\alpha; k_s; k_k) = F_{кр}(0,05; 320; 346) = 1,10$ . Т. к.  $F_{набл} < F_{кр}$  ( $0,67 < 1,10$ ), то дисперсии различаются незначимо и, следовательно, гипотеза о равенстве генеральных совокупностей принимается.

Сравним средние квадратичные отклонения с помощью критерия Стьюдента. Наблюдаемое значение критерия  $F_{набл} = 0,32$ . Число степеней свободы равно  $k = n_s + n_k - 2 = 321 + 346 - 2 = 666$ . Критическое значение критерия  $F_{кр}$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  равно  $F_{кр} = F_{кр}(0,05; 666) = 1,972$ . Поскольку  $F_{набл} < F_{кр}$  ( $0,32 < 1,972$ ), то выборочные средние квадратичные отклонения отличаются не значимо, оснований отвергнуть гипотезу о нормальном законе распределения генеральной совокупности нет.

Определим доверительные интервалы для математических ожиданий выборок по формулам (13) и (14) для ЭГ и КГ. Выберем уровень значимости  $\alpha = 0,05$ , тогда  $\gamma = 0,95$ ,  $\Phi(t) = \frac{0,95}{2} = 0,475$ , откуда  $t = 1,96$ .

Точность оценки для ЭГ равна  $\delta = 1,96 \cdot \frac{11,65}{\sqrt{321}} = 1,27$ . Доверительный интервал для математического ожидания выборки ЭГ имеет вид:

$$(\bar{X}_3 - \delta; \bar{X}_3 + \delta) = (71,72 - 1,27; 71,72 + 1,27) = (70,45; 72,99).$$

Доверительный интервал для математического ожидания выборки КГ находим аналогично:

$$\delta = 1,96 \cdot \frac{14,25}{\sqrt{346}} = 1,49; (\bar{X}_k - \delta; \bar{X}_k + \delta) = (65,75 - 1,49; 65,75 + 1,49) = (64,26; 67,24).$$

Доверительные интервалы не имеют общей части. С вероятностью  $\gamma = 1 - \alpha = 0,95$  можно утверждать, что уровень освоения практико-ориентированных способов действий студентами и курсантами экспериментальной группы значимо выше, чем в контрольной группе.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Таким образом, проверка эффективности методической системы практико-ориентированного обучения математике будущих специалистов пожарной и техносферной безопасности с помощью статистических методов, подтвердила успешность применения разработанной методики. В сравнении с констатирующим этапом количество обучающихся со средним и высоким уровнем сформированности практико-ориентированных математических умений в экспериментальной группе увеличилось на 48,8 % и 11,7 %, в контрольной на 33,7 % и 9,1 % соответственно. Результаты обрабатывались статистическими методами посредством критерия  $\chi^2$ . Полученные данные отражены на рис. 2.

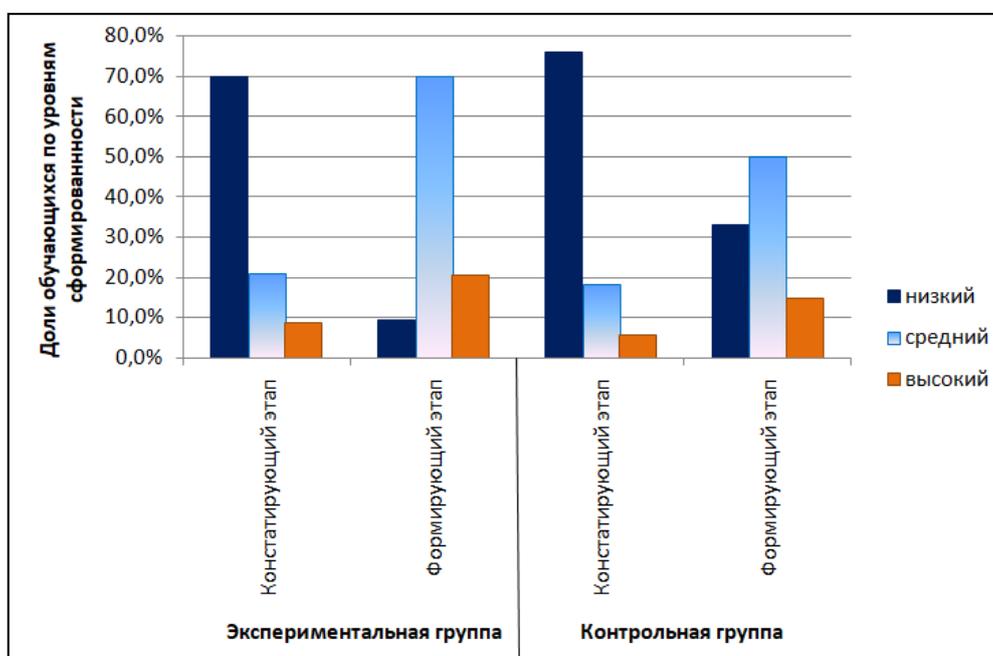


Рис. 2. Показатели сформированности практико-ориентированных математических умений в экспериментальной и контрольной группах

С доверительной вероятностью  $\gamma = 0,95$  можно утверждать, что:

- уровень освоения способов практико-ориентированных математических учебных действий обучающимися экспериментальной группы выше, чем в контрольной группе;
- высокий уровень освоения способов практико-ориентированных математических учебных действий в экспериментальной группе обусловлен внедрением в учебный процесс методики практико-ориентированного обучения математике, а не случайными факторами.

Следовательно, внедрение в учебный процесс предложенной методики обучения обеспечивает более высокий уровень сформированности практико-ориентированных математических умений у курсантов и студентов пожарно-технических специальностей. Поэтому, перспективным направлением дальнейших исследований считаем разработку концепции практико-ориентированного подхода к обучению будущих специалистов пожарной и техносферной защиты естественнонаучным дисциплинам и дисциплинам профессионального цикла подготовки.

**Библиографический список**

1. Бальчугов, С. Г. Комплекс педагогических средств формирования готовности будущего офицера к научно-исследовательской деятельности [Электронный ресурс] / С. Г. Бальчугов, П. Ю. Наумов // Мир науки, культуры, образования. – 2014. – № 4 (47). – С. 175–182. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22483142>. – Загл. с экрана.
2. Белоконь, Ю. Н. Формирование готовности к самосохранительному поведению в процессе профессиональной подготовки курсантов вузов МЧС России : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Юрий Николаевич Белоконь. – Красноярск, 2021. – 24 с.
3. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие / В. Е. Гмурман. – Москва : Высшая школа, 2015. – 479 с.
4. Гребенкина, А. С. Психолого-педагогические аспекты математической подготовки будущих инженеров пожарно-технических специальностей / А. С. Гребенкина // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. СоциокINETика. – 2022. – Т. 28. – № 1. – С. 163–169.
5. Гребенкина, А. С. Применение цифровых инструментов в практико-ориентированном обучении математике будущих инженеров гражданской защиты / А. С. Гребенкина, Е. Г. Евсеева // Дидактика математики: проблемы и исследования. – 2021. – Выпуск 54. – С. 75–84.
6. Еременко, С. П. Структурная модель учебно-методического комплекса «Математика для инженеров пожарной безопасности» / С. П. Еременко, Л. В. Медведева, М. С. Крюкова // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2017. – № 1 (21). – С. 68–71.
7. Ермилов, А. В. Педагогические условия формирования профессионально значимых личностных качеств курсантов в вузе государственной противопожарной службы МЧС России / А. В. Ермилов // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2017. – № 3 (27). – С. 81–87.
8. Калинина, Е. С. Интегративный подход к проведению занятий по математическим дисциплинам в ВУЗах МЧС России / Е. С. Калинина // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. – 2017. – № 1. – С. 187–193.
9. Конорев, Д. В. Формирование профессионального долга у курсантов вузов МЧС России : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Дмитрий Валериевич Конорев. – Москва, 2015. – 24 с.
10. Липатникова, И. Г. Проектирование содержательного компонента учебного процесса по математике, направленного на развитие познавательного потенциала будущих инженеров пожарной безопасности / И. Г. Липатникова, Т. Б. Ванеева // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3. – С. 286–290.
11. Расчет t-критерия Стьюдента при сравнении средних величин (онлайн калькулятор) [Электронный ресурс] // Медицинская статистика : сайт. – Электрон. дан. – [б. м.], 2013. – Режим доступа: <https://medstatistic.ru/calculators/averagestudent.html>. – Дата обращения: 29.08.2022. – Загл. с экрана.
12. Тимошков, В. Ф. Формирование исследовательских компетенций у будущих инженеров-спасателей [Электронный ресурс] / В. Ф. Тимошков // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – Вып. 1 (8). – С. 388–397. – Режим доступа: [http://agz.dnmchs.ru/static/upload/agz/AKADEMY%20%D0%9F%D0%A2%D0%91%201\(8\)%202021.pdf](http://agz.dnmchs.ru/static/upload/agz/AKADEMY%20%D0%9F%D0%A2%D0%91%201(8)%202021.pdf). – Загл. с экрана.
13. Трофимец, Е. Н. Дидактическое проектирование механизмов интеграции математических знаний в системе инженерно-технической подготовки курсантов МЧС России / Е. Н. Трофимец // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2018. – № 3 (27). – С. 52–55.
14. Трофимец, Е. Н. К вопросу создания цифровой образовательной среды для обучения математике в процессе подготовки специалистов МЧС России [Электронный ресурс] / Е. Н. Трофимец // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 7 (109). – Режим доступа: <https://research-journal.org/archive/7-109-2021-july/k-voprosu-sozdaniya-cifrovoj-obrazovatelnoj-sredy-dlya-obucheniya-matematike-v-processe-podgotovki-specialistov-mchs-rossii>. – Загл. с экрана.
15. Трояк, Е. Ю. Модель формирования готовности курсантов МЧС России к научно-исследовательской деятельности в процессе профессиональной подготовки / Е. Ю. Трояк, А. Н. Лагунов, И. Н. Пожаркова // Проблемы современного педагогического образования. Сер.: Педагогика и психология. – 2018. – Вып. 60. – Ч. 3. – С. 331–336.
16. Шапошник, Д. С. Модель и алгоритмы поддержки управления практико-ориентированным обучением в сфере пожарной безопасности : автореф. дисс. ... канд. тех. наук : 05.13.10 / Шапошник Данила Степанович. – Москва, 2020. – 23 с.

17. Шимитило, В. Л. Использование статистических пакетов при решении задач по высшей математике в Академии гражданской защиты МЧС России / В. Л. Шимитило, Н. Н. Усачев // Применение математических методов к решению задач МЧС России : [сб. тр. секции № 15 XXX Междунар. науч.-практ. конф. «Предотвращение. Спасение. Помощь», 19 марта 2020 года]. – ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». – 2020. – С. 39–44.

18. Walkington, C. Using learning technologies to personalize instruction to student interest: The impact of relevant contexts on performance and learning outcomes / C. Walkington // Journal of Educational Psychology. – 2013. – Iss. 105 (4). – P. 932–945.

© А. С. Гребенкина, 2022

Рецензент д-р пед. наук, проф. П. В. Стефаненко

Статья поступила в редакцию 05.09.2022

## EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE EFFICIENCY OF THE METHODOLOGICAL SYSTEM OF PRACTICE-ORIENTED TEACHING IN MATHEMATICS FOR FUTURE EMERCOM SPECIALISTS

**Grebenkina Aleksandra Sergeevna**, Candidate of Sciences  
(Comparable to the Academic Degree of Doctor of Philosophy, Ph.D),  
Associate Professor of the Mathematical Disciplines Department  
“The Civil Defence Academy” of EMERCOM of DPR  
E-mail: grebenkina.aleks@yandex.ru  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
Phone: +7 (856) 305-40-24

*The article describes the methodology for conducting a pedagogical experiment aimed at testing the effectiveness of a practice-oriented approach to the mathematical training of future specialists in fire and technosphere safety. The characteristic of each stage of the experiment is given. Criteria for evaluating the effectiveness of the methodological system of practice-oriented teaching of mathematics to future engineers of fire and technosphere safety are identified. Data on the level of mastering by cadets and students of the methods of practice-oriented mathematical educational actions at the beginning and end of the experiment are given. Empirical data were processed with the help of statistical test  $\chi^2$ .*

**Keywords:** higher mathematics; practice-oriented training; methodical system of education; pedagogical experiment; effectiveness of teaching methods; criteria for evaluation;  $\chi^2$ -criterion.

## РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В СОВРЕМЕННОМ ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ И ВОСПИТАНИИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС

**Приходченко Екатерина Ильинична**, д-р пед. наук, профессор,  
Заслуженный учитель Украины, академик МАНПО,  
профессор кафедры «Инженерная педагогика и лингвистика»  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»  
83001, г. Донецк, ул. Артема, 58  
E-mail: 88rapoport88@mail.ru  
Тел.: +7 (949) 438-52-16

**Шевченко Екатерина Борисовна**, методист научно-исследовательского отдела  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: shevik\_ekaterina@mail.ru  
Тел.: +7 (949) 318-91-86

**Бойко Николай Иванович**, начальник учебно-методического отдела  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34 А  
E-mail: boyko\_nick@mail.ru  
Тел.: +7 (949) 316-22-48

*В данной статье проведен анализ изменения роли, места и значения преподавателя в современном высшем образовании, определены его основные задачи в условиях динамичного развития общества. В статье рассмотрены основные функции профессиональной педагогической деятельности. Авторами статьи проанализированы психологические и профессиональные характеристики преподавателей образовательных организаций высшего образования в структуре МЧС, определяющие их компетентность при подготовке будущих специалистов Государственной оперативно-спасательной службы. В статье рассматривается изменение роли преподавателя в контексте применения технологий дистанционного образования.*

**Ключевые слова:** педагогическая деятельность; преподаватель; педагог; педагогическое мастерство; дистанционное обучение; профессиональная компетентность.

**Постановка научной проблемы и ее значение.** Важная тенденция современного высшего образования по всему миру заключается в изменении роли преподавателя. Теперь он не является единственным источником знаний, поскольку любая информация по учебным дисциплинам в формате учебной литературы, лекций и видеокурсов доступна в сети Интернет. Сегодня основной и главной задачей педагога становится руководство образовательным процессом, помощь и формирование мотивации к обучению у будущих специалистов.

Увлечь дисциплиной, вызвать интерес, заставить самостоятельно искать информацию – это очень сложная задача, учитывая переполненность нашей жизни потоками информации. Эффективность традиционного метода чтения лекций, а затем выполнения контрольных заданий заметно снижается. Все более актуальным является применение инновационных технологий, построение занятия с использованием различных каналов информации, активных средств и методов обучения.

Ещё одна их наиболее важных задач современного педагога – научить обучающихся критическому мышлению. Умение перепроверять информацию, выбирать достоверные источники, искать факты, а не эмоциональные реакции, становится крайне важным и актуальным на современном этапе развития общества.

**Анализ исследований проблемы.** Изучение вопросов, связанных с ролью, местом и значением преподавателя в высшей школе, освещено в трудах У. К. Адамовой, Н. Р. Кутлимуровой, М. А. Каландаровой, В. А. Бодрова, Е. М. Бородулиной, А. Г. Портновой, Е. С. Кагана, А. А. Есиповой, Бегимай Сатывалдиевой, С. А. Ходжалиева, Э. М. Шамсидиновой, М. Д. Муминова и других

авторов [1–6]. Несмотря на наличие публикаций по данной проблематике, большего внимания заслуживают вопросы важности и значимости педагога в образовательных учреждениях высшего образования в структуре МЧС в связи с усилением его роли в современных условиях.

**Изложение основного материала исследования.** В связи с переходом на новые стандарты в высшем образовании предъявляются новые требования к образу, роли и значению преподавателя. В образовательных организациях высшего образования это во многом обусловлено изменением самой системы, призванной удовлетворять потребности работодателей и воспитывать в обучающихся компетентности, которые сочетают в себе высокую квалификацию, систему ценностей, способность к самостоятельному поиску необходимой информации. В свете новых стандартов образования, встает вопрос о новых требованиях к компетенциям, профессиональным качествам, а также личностным характеристикам педагога высшей школы.

Во всем мире к преподавателям относятся с особым уважением, так как на их плечах лежит ответственность за воспитание будущих поколений. Если совсем недавно преподаватель был, пожалуй, основным источником профессиональной информации, то сейчас делается уклон на самостоятельное освоение учебного материала. Новая система подразумевает равноправие в отношениях между преподавателем и обучающимися. Преподаватель больше не учит в привычном смысле этого слова, а создает условия для развития. Современная реальность предусматривает переход от аудиторной системы к организации самостоятельной работы студентов и курсантов под руководством преподавателя. Именно этот факт предполагает смещение акцента с дидактической на методическую сторону. Это означает, что занятия могут проходить без личного участия преподавателя: он не контролирует процесс обучения постоянно, а отслеживает и корректирует деятельность обучающихся, время на работу с учебным материалом. Именно преподаватель ведет поиск новых методов, обеспечивающих должный уровень усвоения материала [3].

Профессиональная компетентность педагога является выражением целостности его теоретических и практических знаний и навыков, необходимых для осуществления педагогической деятельности. Она характеризует профессионализм преподавателя. Учитывая вышеизложенное, под понятием профессиональной компетентности понимают сформированную в процессе обучения и самообразования систему компетенций, мировоззрения, познавательных и ценностных ориентаций, которые влияют на качество решения профессиональных задач. Процесс формирования профессиональной компетентности происходит постепенно, проявляясь в профессиональной деятельности человека. В определенной степени профессиональная компетентность является относительной [2; 6].

Преподаватель является ключевой фигурой современной высшей школы, объединяющей в себе ряд необходимых качеств (рис. 1).



Рис. 1. Необходимые качества преподавателя современной высшей школы

Основные характеристики педагога как субъекта деятельности представлены на рис. 2.



Рис. 2. Основные характеристики педагога как субъекта деятельности

Основное содержание деятельности преподавателя образовательной организации высшего образования подразумевает выполнение ряда функций: обучающей, воспитывающей, научно-исследовательской, организующей. Именно они и являются конкретными видами профессиональной педагогической деятельности. Рассмотрим подробнее каждую из этих функций.

1. Обучающая деятельность преподавателя подразумевает передачу знаний, формирование навыков, умений. Она способствует возникновению у студентов и курсантов действий, ведущих к усвоению учебного материала.

2. Воспитывающая деятельность педагога проявляется в воспитании высоких моральных, волевых, нравственных, умственных, эстетических качеств обучающихся, заботе о всестороннем развитии их личности.

3. Научно-исследовательская деятельность заключается в деятельности ученого в области преподаваемой дисциплины. Он не только является знатоком своего предмета, но и обогащает свой курс новыми выводами, полученными в ходе проведенных научных исследований.

4. Организующая деятельность преподавателя предполагает организацию им учебных занятий, самостоятельную работу студентов, контроль и оценивание работы студентов и курсантов, организацию и проведение консультации.

Наиболее важными характеристиками, определяющими компетентность преподавателя, являются его личностные качества. Они проявляются в:

- уровне его эмпатии, способности сопереживать, мысленно ставить себя на место другого человека;
- способности быстро понимать и реагировать на цели, намерения и помыслы обучающихся, их интересы и настроение;
- умении разбираться во взаимоотношениях людей;
- внимательности, добросовестности, выдержке, самокритичности;
- гуманности, доброте и доброжелательности, искренности и отзывчивости;
- порядочности и справедливости, общительности, тактичности и чуткости;
- умении чувствовать новое и развивать инновационное мышление обучающихся;
- эмоциональности [4].

Педагогическое мастерство определяется педагогическими способностями. Способности не являются исключительно навыками и умениями, они отличают одного человека от другого в отношении уровня и успешности выполнения конкретной деятельности. Способности создаются в деятельности и проявляются в таких ее динамических характеристиках, как быстрота, глубина, прочность освоения ее средств и способов. Способности могут быть общеинтеллектуальными и специальными, исходя из отношения к различным видам деятельности. В свою очередь, педагогические способности также подразделяются на несколько видов. Рассмотрим особенности некоторых из них [1; 5].

Дидактические способности. Они определяются умением передавать учебный материал по преподаваемой дисциплине, делать его более доступным для обучающихся, преподносить им материал, информацию или проблему ясно и понятно, вызывая тем самым интерес к предмету, развивать у студентов и курсантов активную самостоятельную мысль. Преподаватель, который обладает дидактическими способностями, способен, при необходимости, соответствующим образом изменить, адаптировать и перестроить излагаемый учебный материал.

Академические способности заключаются в склонности преподавателя к соответствующей области наук, включающей в себя сферу преподаваемых им учебных дисциплин. Характерной и отличительной чертой способного преподавателя является знание предмета не только в объеме учебного курса, а в значительно более широких рамках. Такой преподаватель регулярно проводит мониторинг открытий в своей науке, абсолютно свободно владеет материалом, проявляет к нему большой интерес, часто занимается исследовательской работой.

Речевые способности подразумевают умение преподавателя четко и ясно выражать свои мысли и чувства с помощью речи. Они также проявляются в культуре речи, эффективном использовании возможностей невербальных средств общения (мимики, пантомимики).

Авторитарные способности подразумевают наличие у педагога непосредственного эмоционально-волевого влияния на обучающихся, умение добиваться у них авторитета.

Способность к распределению внимания одновременно на несколько видов деятельности имеет особое значение для преподавателей. Способные и опытные преподаватели всегда внимательно следят за формой изложения материала, его содержанием, контролируют логику развертывания своих мыслей (или мыслей обучающихся). В то же время он держит в поле внимания всех обучающихся, чутко реагирует на признаки их утомления, снижения внимательности, проявление непонимания.

Перцептивные способности обеспечивают эффективное протекание психологической наблюдательности, умение замечать изменения во внутреннем состоянии студентов и курсантов.

Коммуникативные способности позволяют выстраивать общение с собеседником, уметь найти подход к обучающимся, установить с ними целесообразные с педагогической точки зрения взаимоотношения при наличии педагогического такта.

Крайне важными являются организаторские способности, так как они отвечают за умение педагога образовательного учреждения организовать коллектив обучающихся, сплотить его, воодушевить на решение и выполнение важных задач по предназначению, стоящих перед будущими специалистами МЧС. Реализации обозначенной способности отводится особое место в связи с тем, что в современных условиях воспитательная деятельность преподавателя высшей школы все в большей степени отходит от наставнического морализаторства в сторону понимающего и сопереживающего соучастия, оказания педагогической поддержки и помощи обучающимся студентам и курсантам.

В практической деятельности педагог должен обеспечивать гармоничное соотношение протекания процессов индивидуализации и адаптации конкретного обучающегося во взаимодействии с группой обучающихся в период их профессионального образования, поддерживать, стимулировать и корректировать все виды отношений в группах и взводах.

Существующие системы подготовки и переподготовки преподавателей в целом отстают от стремительного развития технологий и возможностей их применения в образовательных целях. В традиционном учебном процессе роль преподавателя состоит в декларативной передаче информации. Используя педагогические инновации в процессе обучения, педагог выполняет функцию организатора познавательного процесса, в котором происходит трансляция информации.

Новые условия часто применяемого дистанционного обучения оказывают существенное изменение на роль преподавателя. Возникает необходимость реализовывать подготовку и проведение образовательного процесса с использованием технологий дистанционного обучения. В этих условиях преподавателю приходится заниматься выполнением ряда функций: координированием познавательного процесса в виртуальной среде, корректировкой преподаваемого курса, консультированием при составлении индивидуального учебного плана, руководством учебными проектами. Это приводит к появлению принципиально нового значения методов, которые обеспечивают управление процессом обучения.

При личном общении преподаватель представляет обучающимся учебный материал, учитывая их индивидуальные особенности. Неформальные, человеческие контакты или контактное обучение способствуют образовательному процессу. Использование онлайн режима в обучении позволяет экономить время преподавателя и обучающихся. Однако при этом педагог вынужден настраивать интерактивный контакт под общение со студентами и курсантами посредством сети Интернет.

Роль преподавателя значительно усложняется, так как в основе дистанционного обучения стоит бесконтактное взаимодействие между преподавателем и обучающимся. Основной идеей данной формы обучения является индивидуализация образовательного процесса. Однако при отсутствии личного контакта, возникает ряд определенных трудностей, к которым можно отнести:

- ограничение возможностей консультативной помощи;
- ограничение возможностей групповой исследовательской и проектной работы;

- репродуктивный характер обучения;
- отсутствие человеческого фактора, который крайне часто необходим.

Современные телекоммуникационные средства способствуют получению всех необходимых рекомендаций, однако в данном конкретном случае непосредственно обучающийся активизирует учебный процесс и является инициатором коммуникативного контакта. Педагог, который участвует в процессе дистанционного обучения, получает возможность реализовывать свой талант в разработке методических материалов для данной формы организации учебных занятий. Материал, который разрабатывает преподаватель, должен отличаться доступностью изложения, чтобы обучающийся имел возможность получить знания в легкой и запоминающейся форме, словно проведя беседу с педагогом. На уровень восприятия студентами и курсантами учебного материала большое влияние оказывает умение преподавателя при использовании виртуальной компоненты доносить личную эмоциональную энергетику и убежденность. Успех образовательных мероприятий во многом зависит от того, насколько высоким будет уровень заинтересованности обучающегося в стремлении получить положительный результат.

Немаловажную роль в дистанционном обучении играет обратная связь. Наличие дистанционной поддержки преподавателя, например, в виде наставничества, определяет ведущую роль преподавателя в дистанционном процессе самостоятельного обучения.

В образовательных организациях высшего образования в структуре МЧС наиболее успешным будет использование технологий дистанционного образования в совокупности с традиционным контактным обучением. Личное общение и контакт с высококвалифицированными специалистами невозможно заменить никакой виртуальной реальностью. Модификация традиционного процесса обучения в обучение в виртуальной среде требует радикального пересмотра требований, которые предъявляются к преподавателю и к системе его подготовки.

Роль преподавателя в структуре МЧС в новой системе образования заключается в сопровождении курсантов и студентов на протяжении всего периода обучения. Он помогает формировать собственное мнение и представление о картине мира.

Процесс воспитания студентов и курсантов образовательных организаций высшего образования в структуре МЧС можно представить в виде системы взаимодействия следующих элементов:

- объекта воспитания – отдельных студентов и курсантов, их коллективов;
- субъекта воспитания – преподавателей, кураторов;
- цели и задач воспитания;
- содержания воспитания;
- ресурсов, т. е. времени и материально-технических средств;
- методов воспитательного воздействия;
- деятельности участников процесса воспитания.

Функционирование данной системы подвергается постоянному воздействию различных внешних и внутренних факторов. Все без исключения системы воспитания характеризуются наличием идентичных структурных элементов. Их отличия между собой заключаются в социальной направленности целей и задач, характере содержания воспитания; особенностях субъекта и объекта; выборе методов воспитательного воздействия; ресурсах.

Проанализировав модель системы воспитания и практической деятельности преподавателей образовательных организаций в структуре МЧС, выделяют следующие структурно-функциональные закономерности, выраженные в соответствии:

- целей и задач преподавания и воспитания идеалам общества и практическим потребностям спасательного ведомства;
- содержания воспитания его целям и задачам;
- методов и других средств содержанию и целям воспитания;
- педагогического воздействия социально-психологическим особенностям специалистов МЧС;
- учебной деятельности задачам и содержанию воспитания;
- управления процессом воспитания его целям, задачам и содержанию;
- конечного результата целям и задачам воспитания.

Успешность формирования профессионально значимых качеств будущих специалистов МЧС зависит от ряда составляющих. Особое место в нем составляет профессиональное воспитание со стороны профессорско-преподавательского состава, в котором можно выделить следующие основные задачи:

- формирование научного мировоззрения студентов и курсантов (патриотизма, профессионализма, нравственности и приверженности закону);

– выработка у студентов и курсантов положительной мотивации в службе и учебе, создание условий для творческого отношения обучающихся к выполнению служебных обязанностей, формирование добросовестности и активности в решении практических задач;

– гармоничное, целостно-ориентированное развитие каждого обучающегося на единой основе возможностей и требований профессии;

– создание условий для овладения общечеловеческими ценностями, историческим опытом и патриотическими традициями;

– работа над укреплением нравственно-патриотического потенциала и потребности приумножать лучшие достижения;

– развитие высокой культуры общения и взаимоотношений в коллективе, уважения к уставным нормам и сплоченности коллектива.

Реализация учебного процесса должна происходить в тесной связи профессорско-преподавательского состава и обучающихся в рамках личностно-деятельностного подхода. Обучение целесообразно организовывать на основе интересов, жизненных планов, индивидуально-психологических качеств личности: мотивации, адаптация, способностей, самооценки. В основе личностно-деятельного обучения студентов и курсантов в образовательных организациях в структуре МЧС в центре обучения – неповторимый психический склад обучающегося. И он воспринимается как личность. С учетом интересов обучающихся, уровня их знаний и умений преподаватель может определять учебную цель занятия, формировать и направлять процесс обучения на дальнейшее развитие личности. Цель занятия определяется для каждого конкретного студента или курсанта: его потребностей, мотивов, способностей, активности, интеллекта и индивидуально-психологических особенностей. Учебные задания стимулируют интеллектуальную активность, так что в ходе обучения формируются профессионально значимые качества.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Роль и значение преподавателя в современных реальных условиях всегда потенциально значимее его штатного предназначения. Постоянно находясь среди студентов и курсантов, преподаватель становится проводником, который воспитывает и направляет их. Умелые действия педагога обеспечивают успешное понимание обучающимся темы занятия, а также норм поведения и действий в различных ситуациях.

Для образовательной организации в системе МЧС решением вопроса выбора методики проведения занятий может стать синтез дистанционной, заочной и очной форм обучения. Таким образом, будет обеспечено опосредованное взаимодействие преподавателя и обучающихся. Новая система изучения материала будет способствовать формированию необходимых профессиональных качеств, учитывая современные тенденции.

#### **Библиографический список**

1. Адамова, У. К. Педагогические способности преподавателя и методы их развития / У. К. Адамова, Н. Р. Кутлимуротова, М. А. Каландарова // Молодой ученый. – 2016. – № 13. – С. 760–763.

2. Бодров, В. А. Психология профессиональной пригодности: уч. пособие для вузов / В. А. Бодров. – Москва : ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.

3. Бородулина, Е. М. Акмеологическая компетентность личности в профессиональной деятельности педагогов [Электронный ресурс] / Е. М. Бородулина, А. Г. Портнова, Е. С. Каган // Психологические исследования : электронное периодическое издание. – 2012. – Т. 5, № 25. – Электрон. дан. – [ООО «Издательство Солитон»], 2008–2022. – Режим доступа: <https://psystudy.ru/index.php/num/article/view/747>. – Загл. с экрана.

4. Есипова, А. А. Образ современного педагога высшей школы / А. А. Есипова, Бегимай Сатывалдиева // Педагогика высшей школы. – 2015. – № 3 (3). – С. 75–78.

5. Ходжалиев, С. А. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы / С. А. Ходжалиев // Образование и воспитание. – 2015. – № 5. – С. 74–75.

6. Шамсиддинова, Э. М. Профессиональная психология как инструмент развития профессиональных и личностных качеств будущих педагогов / Э. М. Шамсиддинова, М. Д. Муминов // Достижения науки и образования. – 2018. – № 8(30). – С. 87–88.

© Е. И. Приходченко, Е. Б. Шевченко, Н. И. Бойко, 2022  
Рецензент д-р пед. наук, проф. П. В. Стефаненко  
Статья поступила в редакцию 24.10.2022

## THE ROLE AND IMPORTANCE OF THE TEACHER IN MODERN HIGHER EDUCATION AND EDUCATION OF FUTURE EMERCOM SPECIALISTS

Prof. **Prihodchenko Ekaterina Ilinichna**, Doctor of Pedagogical Sciences,  
Honored Teacher of Ukraine, Academician of the International Academy  
of Pedagogical Education Sciences, Professor of the Department of Engineering Pedagogy and Linguistics  
Donetsk National Technical University  
83001, Donetsk, 58 Artema Str.  
E-mail: 88rapoport88@mail.ru  
Phone: +7 (949) 438-52-16

**Shevchenko Ekaterina Borisovna**, Methodologist of the Research Department  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: shevik\_ekaterina@mail.ru  
Phone: +7 (949) 318-91-86

**Boyko Nikolay Ivanovich**, Head of the Educational and Methodological Department  
“The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR”  
83050, Donetsk, 34 A Roza Luxemburg Str.  
E-mail: boyko\_nick@mail.ru  
Phone: +7 (949) 316-22-48

*This article analyzes the change in the role, place and importance of the teacher in modern higher education, defines his main tasks in the context of the dynamic development of society. The article considers the main functions of professional pedagogical activity. The authors of the article analyzed the psychological and professional characteristics of teachers of educational institutions of higher education in the structure of EMERCOM, which determine their competence in the preparation of future specialists of the State Operational Rescue Service. The article discusses the changing role of the teacher in the context of the use of distance education technologies.*

**Keywords:** *pedagogical activity; teacher; educator; pedagogical skill; distance learning; professional competence.*

## ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОВЫШЕНИИ КУЛЬТУРЫ ЖИЗНЕННОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИВИДА

**Приходченко Олег Владимирович**, врач высшей категории,  
член-корреспондент МАНПО

Городская клиническая больница № 2 «Энергетик»

83058, г. Донецк, ул. Донэнерго, 23 А

E-mail: 88rapoport88@mail.ru

Тел.: +7 (949) 438-52-16

*Статья поднимает весьма важную проблему – сохранение и укрепление здоровья людей, в частности детей. Указываются пути преодоления негативных жизненных ситуаций, которые вредят поддержке физического, психического и духовного здорового образа жизни. Делается акцент на самосохранении внутреннего здорового потенциала, на профилактическо-просветительской работе врача среди населения, на прогностическом значении проведения медицинскими работниками и педагогами работы по улучшению состояния здоровья всех участников учебно-воспитательного процесса образовательных учреждений.*

**Ключевые слова:** *здоровый образ жизни; валеопросветительская работа; активизация собственных сил организма; предупреждение вредных привычек; здоровьесберегающие технологии.*

**Постановка научной проблемы и ее значение.** Наиболее актуальными на современном этапе развития общества выступают задачи сохранения и профилактики здоровья субъектов социума, создания условий, позволяющих обеспечить его поддержку, мотивируя вести здоровый образ жизни. В последние годы появилась дефиниция «здоровьесберегающие технологии». Цель их – научить культуре здорового образа жизни, формировать представления о здоровье как ценности, способствуя его укреплению, сохранению и улучшению.

**Анализ исследований проблемы.** Проблемой изучения здоровья населения, повышением его уровня занимались различные учёные, в частности В. А. Лищук, Е. В. Мосткова, В. К. Щадинский, В. В. Марков, К. Байер, Л. Шеинберг, Г. А. Апанасенко, Л. А. Попова, Т. А. Филиппова, В. Е. Цибульникова, Е. А. Леванова, А. М. Митяева, Л. В. Белова, Г. К. Селевко, Н. К. Смирнов, Я. Г. Белогурова, Д. Д. Венедиктов [1–13]. Исследователей интересовали различные стороны формирования позитивной мотивации на здоровый образ жизни у детей, молодёжи и у людей более зрелого возраста. В их поле зрения были и вопросы повышения уровня валеологического просвещения, а в отдельных случаях и валеологической грамотности.

**Изложение основного материала исследования.** В последнее время наблюдается резкое снижение уровня здоровья населения в целом, молодёжи, детей в частности. Отсюда вытекает проблема необходимости проведения работы по повышению валеологической грамотности среди населения. Здоровьесбережение может выступать как уникальной возможностью позаботиться не только о себе, но и о своём ближайшем окружении, социуме, обществе в целом.

Целевые установки здоровьесберегающих технологий – стимулировать желание быть здоровым; ощущать радость от каждого прожитого дня; вызывать позитивную самооценку.

Предлагается лекционный материал и алгоритм его проведения за такой тематикой: «Полезные продукты, которые содержат йодосодержащие вещества», «Использование йодированной соли», «Значение микро- и макроэлементов для организма (кальций, йод, фтор)», «продукты питания растительного и животного происхождения, содержащие соединения йода», «Профилактика йододефицитных заболеваний». Также должны широко использоваться компенсаторно-нейтрализующие технологии: физкультминутки, физкультпаузы, динамические часы, минуты покоя, которые снижают стрессовые влияния, психоэмоциональное напряжение [12].

Предлагается проведение и таких мероприятий, как: витаминизация питания для пополнения дефицита необходимых организму витаминов; использование аминокислоты глицина как средства укрепления памяти. В педагогической практике должны иметь место: стимулирующие технологии: температурное закаливание, физическая нагрузка с целью активизации собственных сил организма; социально-адаптирующие и личностно-развивающие технологии – социально-психологические тренинги, программы социальной и семейной педагогики; организационно-педагогические

технологии, обуславливающие структуру учебного процесса, которая способствует предупреждению утомляемости, гиподинамии и других дезадаптивных состояний; психолого-педагогические – связаны с непосредственной работой педагога на занятии; учебно-воспитательные – в состав их входят программы по обучению грамотной заботы о своём здоровье и формирование культуры здоровья обучаемых, мотивацию их к ведению здорового способа жизни, предупреждению вредных привычек, девиантного поведения.

Валеологическая диагностика должна стать системой деятельности педагогов и обучаемых с разработкой и применением методик – паспорта здоровья, карты проблемности учебного коллектива, протокола валеологического анализа занятия. В систему валеологической диагностики включается использование принципа рефлексии. Обучение жизненным навыкам обеспечивает обучение здоровью, что обозначает развитие умений находить ресурсы и возможности для решения проблем, которые могут становиться безопасностью для здоровья, через участие в общеевропейской программе «Здоровье для всех». Ведь ещё триста лет до н.э. Херофимусом были сказаны пророческие слова: «Когда нет здоровья, мудрость молчит и не до искусства. Сила спит, богатство бесполезно, а ум бессилён».

Постановка задачи здоровьесбережения в образовательном процессе может рассматриваться в двух вариантах: задача-минимум и задача-оптимум. Задача-минимум отвечает фундаментальному принципу медицины и педагогики «Не навреди!» и заключается в обеспечении таких условий обучения, воспитания, развития, которые не оказывают негативного воздействия на здоровье обучаемых. Задача руководителя образовательного учреждения, каждого педагога – по возможности защитить тело и психику растущего человека во время его пребывания в образовательном учреждении от воздействия очевидно травмирующих факторов.

А вот реализацию здоровьесберегающих образовательных технологий следует понимать как задачу-оптимум, включающую не только охрану здоровья учащихся, но и формирование, укрепление их здоровья, воспитание у них культуры здоровья, а также охрану здоровья педагогов и содействие им в стремлении грамотно заботиться о своём здоровье [9].

С позиций здоровьесбережения особого внимания заслуживают личностно-ориентированные педагогические технологии. Они нацелены на обеспечение безопасных комфортных условий для обучающихся и реализацию их природных возможностей.

Отметим известные педагогические технологии, относящиеся к личностно-ориентированным. Это игровые технологии, проблемное обучение, технологии развивающего обучения, проектирование, технологии уровневой дифференциации и др.

Каждая из них предполагает, что в центре внимания педагога – уникальная целостная личность, стремящаяся к максимальной реализации своих возможностей (самоактуализации), открытая для восприятия нового опыта, способная на осознанный и ответственный выбор в разнообразных жизненных ситуациях. Достижение личностью перечисленных выше качеств провозглашается главной целью обучения и воспитания [8].

Целесообразность применения личностно-ориентированных педагогических технологий в образовательном процессе согласуется с парадигмой здоровьесбережения.

Понятие «здоровьесберегающая» относится к качественной характеристике любой образовательной технологии, показывающей, насколько при реализации данной технологии решается задача сохранения здоровья обучаемых. При этом аксиомой является соблюдение педагогом следующего:

- обеспечить/добиться соблюдения санитарно-гигиенического состояния учебного помещения (освещение, проветривание, температурный режим и пр.);
- следить за правильной позой обучаемых во время занятий;
- проводить гимнастику («зарядку», «физкультминутки», «физкультпаузы») во время учебных занятий [5].

Эмоциональный климат занятия во многом зависит от юмористической составляющей педагогического общения. Известно, что «хороший смех дарит здоровье». Педагог без чувства юмора и умения проявить его в необходимый момент и в подходящей форме лишается существенной части своей педагогической и личностной привлекательности.

Н. К. Смирнов [10] выделяет следующие виды здоровьесберегающих технологий:

1) Медико-гигиенические технологии (МГТ). К ним относятся контроль и помощь в обеспечении надлежащих гигиенических условий в соответствии с регламентациями СанПиНов. Медицинский кабинет образовательного учреждения организует проведение прививок обучаемых, оказание консультативной и неотложной помощи обратившимся в медицинский кабинет, проводит

мероприятия по санитарно-гигиеническому просвещению обучаемых и педагогического коллектива, следит за динамикой их здоровья.

2) Физкультурно-оздоровительные технологии (ФОТ). Направлены на физическое развитие занимающихся: закаливание, тренировку силы, выносливости, быстроты, гибкости и других качеств, отличающих здорового, тренированного человека от физически немощного. Реализуются на занятиях физической культуры и в работе спортивных секций.

3) Экологические здоровьесберегающие технологии (ЭЗТ).

Направленность этих технологий – создание природосообразных, экологически оптимальных условий жизни и деятельности людей, гармоничных взаимоотношений с природой. В учебном заведении это – и обустройство территории, и зелёные растения в аудиториях, рекреациях, и живой уголок, и участие в природоохранных мероприятиях.

4) Технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности (ТОБЖ). Их реализуют специалисты по охране труда, защите в чрезвычайных ситуациях, архитекторы, строители, представители коммунальной, инженерно-технических служб, гражданской обороны, пожарной инспекции и т.д. Поскольку сохранение здоровья рассматривается при этом как частный случай главной задачи – сохранение жизни требования и рекомендации этих специалистов подлежат обязательному учету и интеграции в общую систему здоровьесберегающих технологий. Грамотность обучаемых по этим вопросам обеспечивается изучением курса ОБЖ, педагогов – курса «Безопасность жизнедеятельности», а за обеспечение безопасности условий пребывания в учебном заведении отвечает его руководитель.

5) Энергизаторы – короткие упражнения, которые восстанавливают энергию учебной группы с помощью создания психологической атмосферы, восстановления энергии и усиления групповой активности. Их полезность заключается в ослаблении монотонности, в возбуждении активности обучаемых и поощрении их к дальнейшей работе.

6) Важным средством оздоровления является солнце. О целебных свойствах солнечных лучей говорил ещё Гиппократ: они улучшают обменные процессы, дыхание, кровообращение, тонус нервной системы.

7) Демокрит, Аристотель, Марк Фабий Квинтилиан придавали большого значения питанию, режиму дня, физическим упражнениям, закаливанию подрастающего поколения для дальнейшего формирования и укрепления здоровья.

8) Жан-Жак Руссо отбрасывал изнеженность как вредное качество для здоровья, настаивая на природосоответствии в воспитании.

9) В медицине сделаны попытки разработать систему средств влияния на защитные силы организма. Это направление обозначено С. М. Павленко и С. Ф. Олейником как санология – учение о противодействии организма болезни.

10) Обновление продуктивных сил организма с помощью лекарственных трав. Используя их, мы настраиваем организм на здоровое состояние, «очищаем» подсознание от негативного психоэмоционального влияния тех окружающих, которые игнорируют народную медицину. Происходит оздоровление организма, то есть возвращение человека на безопасный уровень путём активизации его механизма через:

- гармонизацию взаимоотношений организма с окружающим миром;
- организацию жизни человека согласно биологических ритмов и их коррекцию при употреблении растительных препаратов;
- повышение иммунитета как защитной функции организма;
- снижение рисков проявлений утомляемости, умения использовать усилия на трансформацию своей стратегии держать эмоции под контролем.

11) Снятие кризиса внимания с помощью приёмов, разработанных С. В. Савченко [4]:

- приём «перенос дискуссии на деятельность» – эффективный в случае возникновения сложной ситуации в ходе обсуждения;

- приём «педагогическое авансирование» – используется как начальный этап метода поощрения;

- приём «педагогическая гиперболизация» – вариант преувеличения чего-то с целью подтверждения или отрицания мысли того, кто берёт участие в дискуссии;

- приём «передача полномочий» – используется в случае проектирования личностью ориентированной ситуации, которая требует смены привычной системы социальных ролей;

- приём «мнимое согласие с оппонентом» – используется в том случае, если педагогу нужно узнать истинные мотивы решения, которого добивается обучаемый.

Чтобы достичь нужных результатов в работе с обучаемыми в направлении здоровьесбережения педагог должен обладать важными профессиональными качествами, позволяющими генерировать плодотворные педагогические идеи и обеспечивающими положительные педагогические результаты. Среди этих качеств можно выделить:

- высокий уровень профессионально-этической, коммуникативной, рефлексивной культуры;
- способность к формированию и развитию личностных креативных качеств;
- знания формирования и функционирования психических процессов, состояний и свойств личности, процессов обучения и воспитания, познания других людей и самопознания, творческого совершенствования человека;
- основ здоровья, здорового образа жизни (ЗОЖ);
- владение знаниями основ проектирования и моделирования здоровьесберегающих технологий в учебных программах и мероприятиях;
- умение прогнозировать результаты собственной деятельности, а также способность к выработке индивидуального стиля педагогической деятельности.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Таким образом, медики и педагоги, планируя совместную работу по сохранению качественного состояния здоровья обучаемых, проводят мероприятия, которые имеют далеко не местный, локальный характер, а углубляются значительно дальше. Поэтому носит организационный характер просветительская работа по коррекции жизненно важных функций растущего организма при инфекционных и вирусных заболеваниях. Уделяется внимание повышению уровня медицинских знаний педагогов во время знакомства с лекарственными растениями. Врачом используются возможности контактного взаимодействия с работниками образования для расширения знаний по проблеме охраны материнства и детства. Ведь растить здоровое поколение молодёжи – значит заботиться о здоровье нации, что имеет большое прогностическое значение. Потому что идёт не за проблемой, а впереди неё, предупреждает негативные влияния, а не ликвидирует их последствия. Сохраняя в здоровом теле здоровый дух, следует всегда помнить: здоровье выходит пудами, а входит золотником.

#### **Библиографический список**

1. Апанасенко, Г. А. Медицинская валеология / Г. А. Апанасенко, Л. А. Попова. – Ростов-на-Дону : Феникс ; Киев : Здоровье, 2000. – 247 с.
2. Байер, К. Здоровый образ жизни / К. Байер, Л. Шеинберг. – Москва : Мир, 1997. – 157 с.
3. Белова, Л. В. Здоровьесберегающие технологии в системе профессионального образования : учеб. пособие / Л. В. Белова. – Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. – 392 с.
4. Белогурова, Я. Г. Внедрение здоровьесберегающих технологий в образовательный процесс профессиональных организаций / Я. Г. Белогурова // Молодой учёный. – 2015. – № 19. – С. 9–10.
5. Венедиктов, Д. Д. Социально-философские проблемы здравоохранения / Д. Д. Венедиктов // Вопросы философии. – 2013. – № 4. – С. 14–24.
6. Лищук, В. А. Основы здоровья / В. А. Лищук, Е. В. Мосткова. – Москва : РАМН. Науч. совет «Фундам. основы здоровья», 2002. – 302 с.
7. Марков, В. В. Основы здорового образа жизни и профилактика болезней / В. В. Марков – Москва : Академия, 2001. – 319 с.
8. Митяева, А. М. Здоровьесберегающие педагогические технологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. М. Митяева. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – 192 с.
9. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие / Г. К. Селевко – Москва : Народное образование, 1998. – 256 с.
10. Смирнов, Н. К. Здоровьесберегающие образовательные технологии в современной школе / Н. К. Смирнов. – Москва : АПК и ПРО, 2002. – 121 с.
11. Филиппова, Т. А. Как разработать программу культуры здоровья и безопасного образа жизни в образовательном учреждении / Т. А. Филиппова. – Москва : Просвещение, 2012 – 294 с.
12. Цибульникова, В. Е. Педагогические технологии. Здоровьесберегающие технологии в общем образовании / В. Е. Цибульникова, Е. А. Левакова. – Москва : МПГУ, 2017. – 134 с.
13. Щадинский, В. К. Безопасность здоровья / В. К. Щадинский. – Москва : Знание, 1992. – 193 с.

© О. В. Приходченко, 2022

Рецензент д-р пед. наук, проф. П. В. Стефаненко

Статья поступила в редакцию 25.10.2022

## HEALTH-SAVING TECHNOLOGIES IN INCREASING THE CULTURE OF LIFE SELF-DETERMINATION OF THE INDIVIDUAL

**Prihodchenko Oleg Vladimirovich**, Doctor of the Highest Category,  
Corresponding Member of the International Academy of Sciences of Pedagogical Education  
City Clinical Hospital No. 2 “Energetik”  
83058, Donetsk, 23 A Donenergo Str.  
E-mail: 88rapoport88@mail.ru  
Phone: +7 (949) 438-52-16

*The article raises a very important problem – the preservation and strengthening of the health of people, in particular children. Ways are indicated to overcome negative life situations that harm the support of a physical, mental and spiritual healthy lifestyle. Emphasis is placed on the self-preservation of internal healthy potential, on the preventive and educational work of a doctor among the population, on the prognostic value of work by medical workers and teachers to improve the health status of all participants in the educational process of educational institutions.*

**Keywords:** *healthy lifestyle; valeo-educational work; activation of the body’s own forces; prevention of bad habits; health-saving technologies.*

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

**Стефаненко Павел Викторович**, д-р пед. наук, профессор,  
профессор кафедры гуманитарных дисциплин  
ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР»  
283050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 34а  
E-mail: agz@mail.dnmchs.ru  
Тел.: +7 (856) 303-27-02

*Улучшение качества профессиональной подготовки студентов высшей школы является одной из главных задач, стоящих перед системой образования Донецкой Народной Республики.*

*Одним из путей ее решения является оптимизация процесса подготовки будущих специалистов путем использования при их подготовке новых форм и методов обучения, ведущих к его активизации, особое место среди которых занимают интерактивные методы обучения.*

*Актуальность исследования вызвана необходимостью рассмотрения некоторых аспектов применения интерактивных методов обучения в высшей школе, определения основных особенностей при их использовании во взаимодействии участников учебно-познавательного процесса – педагога и студента, а также анализа их деятельности в ходе его осуществления.*

*Использование интерактивных методов обучения обеспечивает у студентов творческий подъем, поддерживает у них интерес к профессии, структурирует модели поведения, способствует эффективному усвоению учебного материала, а также возможности получения обширной информации, создает условия для сотрудничества и гарантирует свободу высказывания. Интерактивные методы обучения помогают студентам формировать профессиональные навыки, наращивают их интеллектуальные способности, содействуют аналитическому мышлению, пробуждают интерес к новой информации и раскрывают творческий характер индивидуальности.*

**Ключевые слова:** *интерактивные методы, высшая школа, обучение, инновации, технологии, студенты.*

**Постановка проблемы и её связь с актуальными научными и практическими исследованиями.** С увеличением объема получаемых знаний и повышением требований к качеству образования классическая система «класс-урок» постепенно заменяется интерактивными методами обучения. Как следует из самого термина, этот метод проведения занятия предполагает интенсивное внутригрупповое взаимодействие. Новые знания приобретаются и проверяются в постоянном контакте одного студента с другими и преподавателем.

Интерактивные методы обучения базируются на межличностных взаимоотношениях и полностью отвечают главным принципам современного образования, связанным с формированием и развитием личности.

В ходе совместной деятельности педагога и студентов между всеми участниками учебного процесса устанавливается постоянный диалог и совместная коммуникация, обеспечивающие взаимодействие в различных форматах, таких как разговор, обсуждение, совместные действия и др.

Цель работы – исследовать и обобщить применение интерактивных методов обучения в высшей школе.

Задачи:

- рассмотреть интерактивные методы обучения, используемые в образовательном процессе;
- проанализировать применение интерактивных методов обучения в высшей школе.

Исследование опирается на системный и деятельностный подходы, а также системный анализ и обобщение полученной информации.

**Изложение основного материала исследования.** Работа построена по принципу исследования научных подходов в применении интерактивных методов при обучении в высшей школе.

Интерактивные методы обучения в высшей школе представляют собой подходы к обучению, которые активно включают студентов в учебный процесс, стимулируя их активность и самостоятельность мышления. Эти методы направлены на создание более эффективной заинтересованности обучающихся. Представим некоторые из таких методов на рисунке.

Дискуссии и обсуждения:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Студенты обсуждают темы, делятся мнениями, анализируют проблемы. Это способствует развитию критического мышления и умения аргументировать свою точку зрения.</li> </ul>
Групповые проекты:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Студенты работают в группах, чтобы решить задачи, провести исследование или создать проект. Это способствует развитию коммуникативных навыков, сотрудничества и управления временем.</li> </ul>
Кейс-метод:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучение реальных случаев и сценариев, что помогает студентам применять теоретические знания к реальным ситуациям.</li> </ul>
Интерактивные лекции:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Использование технологий, вопросы и ответы, обсуждение во время лекций для более активного участия студентов.</li> </ul>
Виртуальные и лабораторные занятия:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Использование виртуальных сред и лабораторных работ для практического опыта.</li> </ul>
Игровые методики:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Использование образовательных игр для обучения и проверки знаний.</li> </ul>
Практикумы и тренинги:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Организация практических занятий для освоения практических навыков и применения теории на практике.</li> </ul>

Рис. Интерактивные методы обучения

Обсуждения и дискуссии в рамках студенческого сообщества играют важную роль в образовательном процессе. Так, А. Ю. Тихонова описывает несколько причин, почему это способствует развитию критического мышления и умения аргументировать свою точку зрения. В ходе дискуссий студенты критически мыслят о предмете обсуждения, анализируют информацию, оценивают различные точки зрения и вырабатывают собственное мнение. Этот процесс способствует развитию у них способностей, необходимых для осмысленного восприятия и анализа информации. Участвуя в дискуссиях, студенты учатся выражать свои мысли четко и логично, что является важным навыком не только в учебе, но и в их дальнейшей профессиональной жизни. Умение выражать свои идеи помогает студентам стать более убедительными и эффективными коммуникаторами. Обсуждения предоставляют студентам возможность обмениваться своим опытом и знаниями, что позволяет расширять кругозор, учиться у своих коллег, а также видеть проблемы с разных точек зрения. Такой обмен опытом обогащает обучение и обеспечивает разнообразие взглядов, а дискуссии создают атмосферу, в которой студенты сами активно участвуют в образовательном процессе и чувствуют себя более ответственными за свое обучение. Участие в дискуссиях также способствует развитию социальных навыков студентов, они учатся слушать других, уважать различия в мнениях, конструктивно выражать свою точку зрения и работать в группе [15].

Е. Ю. Алексейчева и Ж. Е. Турчина утверждают, что групповые проекты в образовательной среде представляют собой метод обучения, в котором студенты сотрудничают в небольших группах для выполнения конкретной задачи, решения проблемы или создания проекта. Этот подход имеет несколько преимуществ и способствует развитию различных навыков у студентов. В процессе групповой работы студенты вынуждены общаться между собой, обмениваться идеями, вырабатывать

общий план действий, что помогает развивать у них навыки эффективного общения, такие как слушание, выражение своих мыслей, формулирование аргументов и убеждение других. Групповые проекты обучают студентов работать в команде, где каждый член группы вносит свой вклад в общее дело, что способствует развитию навыков сотрудничества, адаптации к разным точкам зрения и обучает работе в условиях взаимозависимости. Работа в группе требует эффективного управления временем. Студенты имеют возможность распределять задачи, соблюдать сроки и координировать свои усилия для успешного завершения проекта. Этот опыт полезен для формирования у обучающихся навыков планирования и организации времени. Обсуждение различных точек зрения в группе способствует развитию критического мышления студентов, умению анализировать и оценивать идеи, принимать во внимание различные точки зрения и принимать обоснованные решения. Групповые проекты часто предоставляют обучающимся возможность работать над различными аспектами проблемы или проекта, что может включать в себя исследование, создание презентаций, разработку стратегий и решение практических задач [1, 14].

Е. Ю. Алексейчева и М. Н. Черкасов определили, что кейс-метод – это образовательная стратегия, которая широко используется в учебных заведениях, особенно в бизнес-школах, для обучения студентов решению практических проблем. Метод основан на анализе реальных случаев и сценариев, что делает обучение более практичным и помогает студентам применять свои теоретические знания к реальным ситуациям. Процесс обучения с использованием кейс-метода обычно включает в себя следующие этапы: преподаватель выбирает конкретный случай из реальной практики, который содержит сложные проблемы или вопросы, требующие решения; студенты знакомятся с кейсом и анализируют предоставленную информацию, которая может включать в себя данные о компании, ее стратегии, рынке, конкурентах, проблемах, с которыми она сталкивается, и так далее; обсуждают кейс в группах, обмениваются мнениями, анализируют факты и предлагают различные точки зрения по решению проблемы. Этот этап подчеркивает важность коллективного мышления и обмена идеями. После обсуждения студенты принимают конкретное решение или предлагают стратегию решения проблемы, представленной в кейсе. Преподаватель организует обсуждение студенческих решений, корректирует ошибки и подводит итоги. Данный метод позволяет обучающимся усвоить уроки из кейса и лучше понять, как применять теоретические знания на практике [2, 13].

По словам Н. Н. Симоненко, интерактивные лекции – это форма обучения, в которой преподаватель активно взаимодействует со студентами, используя различные технологии, вопросы и ответы, а также обсуждение, чтобы сделать процесс обучения более динамичным и привлекательным для обучающихся. Применение на лекциях современных технологий, таких как интерактивные доски, веб-приложения, онлайн-голосования и другие средства, способствует созданию более интересного и увлекательного учебного опыта. Такие технологии могут быть использованы для демонстрации примеров, визуализации концепций и проведения интерактивных упражнений. Преподаватель задает вопросы студентам, чтобы проверить понимание ими учебного материала, что способствует стимулированию и развитию у них критического мышления, и повышению активности в процессе учебы. Создание обстановки, благоприятствующей обсуждению, помогает студентам обмениваться мнениями, идеями и опытом, что не только способствует лучшему усвоению материала, но и развивает у них навыки коммуникации и коллективной работы. Интерактивные лекции ставят целью вовлечение студентов в учебный процесс, включающий в себя: выполнение заданий; решение проблем; работу в группах; презентации и другие формы активности, способствующие более глубокому пониманию учебного материала. В процессе лекции важно предоставлять студентам возможность обратной связи, что может выражаться в немедленной реакции преподавателя на вопросы студентов, так и позднее обсуждение результатов упражнений. Обратная связь помогает обучающимся лучше понять свои ошибки и оценить правильность понимания рассматриваемых вопросов. Предоставление студентам доступа к интерактивным учебным ресурсам, таким как онлайн-материалы, симуляции, игры и т.д., безусловно улучшает усвоение ими учебного материала и делает процесс обучения более увлекательным [12].

Использование интерактивных методов обучения в высшей школе позволяет по-разному преподнести лекционный материал, который может быть распространен среди студентов в электронном виде и лечь в основу презентации, где ключевые моменты темы выделены на слайдах.

Развитие информационных технологий дает возможность использовать опыт других университетов при проведении интерактивной лекции. В последнее время стали популярны вебинары: специалист в своей области объясняет проблему в режиме реального времени, делится своим опытом и отвечает на вопросы аудитории, находясь в другом городе. Кроме того,

видеоконференцсвязь дает возможность слушать лекции известных преподавателей и взаимодействовать с ними. Современное компьютерно-информационное оборудование позволяет студентам не только видеть лектора, но и обеспечивает качественную обратную связь.

Применение интерактивных методов обучения значительно расширяет возможности для чтения лекций. В этом случае все равны, и студенты получают возможность открыто высказать свое мнение по изучаемой дисциплине. Сама лекция превращается из зубрежки материала в информацию для размышления.

И. М. Осмоловская отмечает, что виртуальные и лабораторные занятия представляют собой два различных подхода к обучению, предназначенные для предоставления студентам практического опыта в различных областях знаний. Оба метода имеют свои преимущества и применяются в образовательных учреждениях для обеспечения студентов необходимыми знаниями, умениями и навыками [11].

По словам В. В. Костромцова, виртуальные занятия основываются на использовании компьютерных технологий и виртуальных сред для обучения студентов, которые могут принимать участие в виртуальных занятиях из любой точки мира, где есть доступ к Интернету. Виртуальные среды часто предоставляют интерактивные задания и симуляции, что способствует активному участию студентов в познавательном процессе. Многие виртуальные среды предоставляют обучающемуся мгновенную обратную связь, что помогает им учиться с учетом своих ошибок [10].

Е. В. Коротаева правомерно утверждает, что лабораторные занятия предполагают практическую работу в специально оборудованных лабораториях, в которых студенты имеют возможность работать с реальным оборудованием, что обеспечивает получение ими необходимого опыта. Лабораторные занятия способствуют развитию навыков командной работы, так как студенты могут взаимодействовать друг с другом в реальном времени, а физическое взаимодействие с материалами и процессами помогает им лучше понять теоретические концепции [9].

И. В. Курышева утверждает, что в современных образовательных программах часто комбинируют оба метода. Предоставляя студентам широкий спектр возможностей для получения опыта, виртуальные среды обеспечивают доступность и эффективность, в то время как лабораторные работы предоставляют более глубокий и реальный опыт. Такой подход позволяет удовлетворить разнообразные потребности студентов и обеспечить более комплексное обучение [8].

С точки зрения С. В. Еловской, игровые методики в образовании представляют собой подход, основанный на использовании игр и игровых элементов для обучения и проверки знаний. Данный метод активно применяется в различных образовательных контекстах, начиная от школьных уроков и заканчивая корпоративными тренингами. Игры могут быть эффективным средством обучения, поскольку они стимулируют активное участие, мотивацию и развитие различных навыков [7].

А. И. Башкеев и А. В. Виндилович описывают несколько принципов и преимуществ использования игровых методик в высшей школе, которые подразумевают активное участие студентов в процессе обучения. Вместо пассивного принятия информации, они активно работают с материалом через игровые задачи и сценарии. Игры делают учебный процесс более увлекательным, интересным и способствуют поддержанию у студентов мотивации и учебного интереса. Многие образовательные игры строятся на принципе сотрудничества и коллективной работы, что способствует развитию у обучающихся коммуникативных навыков, умению работать в группе и решать задачи совместно. Игровые сценарии часто включают в себя ситуации, требующие самостоятельного принятия решений студентами, что способствует развитию у них навыков анализа и критического мышления. Игровые методики обеспечивают возможность непосредственной обратной связи, при которой студенты могут видеть результаты своих действий в реальном времени, что помогает им лучше понимать материал и улучшать свои навыки. Игры создают среду, в которой информация усваивается более эффективно, а игровые элементы способствуют лучшему запоминанию материала [5, 6].

На более поздних этапах обучения формы проведения интерактивного занятия усложняются. Ролевые игры предназначены не столько для имитации ситуации, сколько для ее создания. В группах можно провести игру «Аквариум», чем-то напоминающую реалити-шоу. Ее суть заключается в том, что несколько студентов разыгрывают сцену по заданной проблеме, в то время как остальные члены аудитории наблюдают и комментируют развитие действия. В конечном счете, необходимо добиться всестороннего рассмотрения проблемы и найти оптимальный алгоритм ее решения [18].

Е. Ю. Алексейчева утверждает, что цель практикумов – помочь студентам углубить свое понимание учебного материала, развить у них навыки решения проблем, связанных с реальными кейсами из индустрии, обеспечивающих их реальное взаимодействие с профессионалами в своей

области [3]. А. И. Бакшеев указывает, что тренинги направлены на развитие практических навыков, конкретных в своей области, например, таких как тренинг по развитию навыков коммуникации, управления временем, профессионального развития и так далее [4].

Зарубежные исследователи в области интерактивных технологий обучения [16, 20] отмечают, что важнейшую роль в организации учебного процесса с использованием технологии интерактивных методов обучения играет активность студентов. В то же время необходимо понимать, что целью общения является не только накопление и сравнение опыта, но и достижение рефлексии, студент должен выяснить, как его воспринимают другие люди. Использование интерактивных методов обучения на занятиях становится острой необходимостью: именно они наиболее эффективно позволяют студенту включиться в образовательный процесс.

Одной из важнейших задач обучения является развитие у студентов навыков критического мышления. Этот процесс также может осуществляться в игровой форме, например, с использованием стратегии «Зигзаг» [19].

Этот метод предполагает разделение группы на небольшие подгруппы (по 4-6 человек в каждой), перед которыми ставится определенный вопрос. Цель рабочей группы – проанализировать проблему, определить возможные методы ее решения и наметить план достижения цели. После этого преподаватель формирует экспертные группы, в которые должен входить как минимум один человек из рабочей группы. Им предлагается изучить конкретный элемент из поставленной задачи. Когда это будет сделано, воссоздаются исходные группы, в которых теперь есть эксперт в своей области. Взаимодействуя, студенты передают друг другу полученные знания, обмениваются опытом и на основе этого решают поставленную перед ними задачу.

Кроме того, обучающиеся могут выполнять задания проекта. Одному студенту или нескольким преподавателям дается задание, которое выполняется независимо. Такая группа представляет результаты своей работы на занятиях, что позволяет группе сформулировать свое мнение о проекте и оценить качество его реализации.

Мозговой штурм. Цель этой методики – быстрое решение проблемы в результате индивидуального или коллективного поиска. В первом случае один студент записывает идеи, возникающие в его мышлении, которые затем обсуждаются всей группой [17]. Во втором – предпочтения отдается коллективному мозговому штурму. После объявления проблемы члены команды начинают высказывать все идеи, которые приходят в голову, которые затем анализируются. На первом этапе важно собрать как можно больше вариантов. В ходе обсуждения постепенно отсеиваются наименее эффективные или неправильные из них. Положительный эффект метода проявляется в том, что отсутствие обсуждения идей на первом этапе, устраняет страх студента перед выражением своих мыслей.

Интерактивные методы обучения в высшей школе направлены не только на передачу информации, но и на развитие у студентов навыков критического мышления, решения проблем, коммуникации и самостоятельного обучения.

Они подразумевают, в том числе, и свободу выбора, когда студент имеет возможность выразить свою точку зрения на предлагаемую проблему в наиболее оптимальной для него форме выражения. В то же время преподаватель не ограничивает свою аудиторию только рамками изучаемого вопроса.

Еще одним принципом интерактивных методов обучения является обязательный обмен опытом как между преподавателем и студентами, так и между студентами внутри группы. Знания, полученные в ходе занятия, проверяются на практике, для чего создаются соответствующие условия.

Хотя студент и его способности находятся в центре методологии интерактивного обучения, сам процесс является коллективным, поэтому групповые методы имеют первостепенное значение. Роль преподавателя, при этом, сводится к тому, чтобы направлять деятельность студентов на общение в рамках какой-либо цели: образовательной, познавательной, творческой, корректирующей. Это и есть – интерактивное групповое обучение, которое состоит из трех основных блоков:

1. Дискуссия (обсуждение темы, анализ полученных на практике знаний).
2. Игра (деловая, ролевая, творческая).
3. Сенситивное обучение, то есть тренировка межличностной чувствительности.

Известно, что личность человека начинает формироваться в раннем детстве. Интерактивные методы обучения позволяют студенту через контакт со сверстниками и преподавателем научиться не только выражать собственное мнение, но и научиться принимать во внимание чужое.

Активность студента может проявляться в различных формах. Во-первых, приобретение новых знаний может быть облечено в игровую форму, что позволяет ему реализовать свои творческие

способности, а также способствует развитию воображения. Игровой метод реализуется как в форме логических упражнений, так и в имитации реальных ситуаций.

Во-вторых, важны эксперименты. Они могут быть как мысленными (например, определение количества возможных способов решения одной и той же задачи), так и объективными, связанными с изучением свойств объекта и наблюдением за ним.

При проведении интерактивного занятия следует понимать, что для поддержания интереса к обучению необходимо поощрять попытки студентов самостоятельно разобраться в проблеме, даже если ее решение оказалось неправильным. Главное – позволить студенту развивать свой собственный опыт, который включает в себя, в том числе, и ошибки.

При организации интерактивного обучения на первый план выходит создание такой среды, где познавательная активность студента была бы постоянно мотивирована. Это способствует как глубокому усвоению им учебного материала, так и его внутреннему желанию получать новые знания. Для мотивации, как правило, используется ряд способов: поощрение усилий студента; создание ситуаций, в которых он чувствует себя успешным; стимулирование поиска нестандартных и альтернативных решений.

Обстановка на занятиях с использованием интерактивных методов ориентирует студента на сопереживание и взаимопомощь. Благодаря этому студент начинает чувствовать себя полезным, стремится внести свой вклад в общее дело и интересоваться результатами коллективной работы.

Интерактивные занятия не позволяют воспринимать высшую школу как скучную. Благодаря им подача материала осуществляется в яркой и образной форме. Поэтому познавательная активность студента всегда находится на высоком уровне, и при этом у него формируются навыки межличностного общения и командной работы.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Опыт применения интерактивных методов обучения показывает, что только прямое и открытое взаимодействие между студентами и преподавателем позволит сформировать интерес к получению новых знаний, мотивировать к расширению существующих, а также закладывает основы межличностного общения. Новая информация постоянно проверяется и подтверждается опытом, что облегчает ее запоминание и последующее использование на практике.

Нами рассмотрены лишь некоторые интерактивные методы обучения, применяемые в высшей школе, которые на практике дают возможность преподавателю перейти на совершенно другой, по сравнению с традиционным, уровень подготовки специалистов.

Современная педагогическая наука имеет огромный резерв различных интерактивных методов обучения, направленных на улучшение качества подготовки студентов и формирования у них компетенций будущих специалистов.

Рассмотрение, анализ и практическое внедрение данных методов обучения в учебный процесс высшей школы является научным и практическим направлениями нашей работы в данном аспекте.

#### **Библиографический список**

1. Алексейчева Е. Ю. Непрерывное образование в контексте глобальных трендов развития экономики впечатлений // Новое в науке и образовании. Сборник трудов международной ежегодной научно-практической конференции / ответственный редактор Ю.Н. Кондракова. – М. : ООО «Макс Пресс», 2019. – С. 5-15.

2. Алексейчева Е. Ю. Современные подходы к организации креативного образования // Методология научных исследований. материалы научного семинара : Серия : Библиотека Мастерской оргдеятельностных технологий МГПУ. – Вып. 2. – Ярославль : Московский городской педагогический университет, 2021. – С. 215-219.

3. Алексейчева Е. Ю. Формирование компетентностей будущего в открытом образовании // Развитие цифровых компетенций и функциональной грамотности школьников : лучшие практики дистанционного образования на русском языке : Материалы Международного педагогического Форума / под редакцией М.М. Шалашовой, Н.Н. Шевелёвой. – 2020. – С. 15-25.

4. Бакшеев А. И., Турчина Ж. Е., Нор О. В. Формирование коммуникативной компетентности как основной составляющей профессии медицинского работника // Современные тенденции развития педагогических технологий в медицинском образовании : Сб. статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : Сер. «Вузовская педагогика» / гл. ред. С.Ю. Никулина. – 2020. – С. 328-334.

5. Бакшеев А. И., Турчина Ж. Е., Тяжелников Ю. А., Гусаренко В. В., Шепелева Ю. С. Основные инновационные направления преподавания курса «Биоэтика» в медицинском вузе //

Инновации и инвестиции. – 2021. – № 10. – С. 14-17.

6. Виндилович А. В. Инновационные методы обучения в высшем образовании : [Текст : непосредственный] // Молодой ученый. – 2022. – № 1 (396). – С. 235-237.

7. Еловская С. В., Черняева Т. Н. Интерактивное обучение в высшем образовании // Изв. Саратовского университета. Нов. сер. : Акмеология образования. Психология развития. – Т. 8. – Вып. 1 (29). – С. 83-87.

8. Курьшева И. В. Классификация интерактивных методов обучения в контексте самореализации личности учащихся // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2019. – № 112.

9. Коротаяева Е. В. Когда «интерактивные технологии» интерактивны? // Народное образование. – 2018. – № 3. – 115 с.

10. Костромцова В. В. Использование интерактивной доски в образовательном процессе // Профильная школа. – 2019. – № 2. – 22 с.

11. Осмоловская И. М. Инновации и педагогическая практика // Народное образование. – 2017. – № 6. – С. 182-188.

12. Симоненко Н. Н. Управление образовательными услугами с применением инновационных методов обучения // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2018. – № 2. – С. 201-206.

13. Черкасов М. Н. Инновационные методы обучения студентов // XIV Международная заочная научно-практическая конференция «Инновации в науке». – Новосибирск, 2016.

14. Турчина Ж. Е., Бакшеев А. И., Бакшеева С. Л., Андренко О. В., Иванов В. Г. Роль воспитательной работы в профессиональном становлении современного специалиста высшей школы // Современное педагогическое образование. – 2022. – № 2. – С. 154-158.

15. Тихонова А. Ю., Журавлев А. Ю. Формирование умения работать в команде как проблема исследования // Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры. – 2020. – № 2 (43). – С. 144-148.

16. Al-Maamari F. Response Rate and Teaching Effectiveness in Institutional Student Evaluation of Teaching : A Multiple Linear Regression Study. – Higher Education Studies, 2015. – 5(6). P. 9-20.

17. Kebritchi M., Lipschuetz A., & Santiago L. Issues and challenges for teaching successful online courses in higher education : A literature review. – Journal of Educational Technology Systems, 2017. – 46(1) – P. 4-29.

18. Kutbiddinova R. A., Eromasova A., & Romanova M. A. The Use of Interactive Methods in the Educational Process of the Higher Education Institution. – International Journal of Environmental and Science Education, 2016. – 11(14). – P. 6557-6572.

19. O'Flaherty J., & Phillips C. The use of flipped classrooms in higher education : A scoping review. – The internet and higher education, 2015. – P. 25, 85-95.

20. Reyes-Fournier E., Cumella E. J., Blackman G., March M., & Pedersen J. Development and Validation of the Online Teaching Effectiveness Scale. – Online Learning, 2020. – 24(2). – P. 111-127.

© П. В. Стефаненко, 2022

Рецензент д-р пед. наук, проф. Е. И. Приходченко

Статья поступила в редакцию 26.10.2022

## FEATURES OF USING INTERACTIVE TEACHING METHODS IN HIGHER EDUCATION

Prof. **Stefanenko Pavel Viktorovich**, Doctor of Pedagogical Sciences,  
Professor of the Department of Humanitarian Disciplines  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR  
283050, Donetsk, 34a Roza Luxemburg Str.  
E-mail: agz@mail.dnmchs.ru  
Phone: +7 (856) 303-27-02

*Improving the quality of professional training of higher school students is one of the main tasks facing the education system of the Donetsk People's Republic.*

*One of the ways to solve it is to optimize the process of training future specialists by using new forms and methods of training, leading to its activation, a special place among which is occupied by interactive teaching methods.*

*The relevance of the research is caused by the need to consider some aspects of the application of interactive teaching methods in higher education, to determine the main features when using them in the interaction of participants in the educational and cognitive process – the teacher and the student, as well as to analyze their activities during its implementation.*

*The use of interactive teaching methods provides students with a creative boost, supports their interest in the profession, structures behavioral models, promotes effective assimilation of educational material, as well as opportunities for obtaining extensive information, creates conditions for cooperation and guarantees freedom of expression. Interactive teaching methods help students to form professional skills, increase their intellectual abilities, promote analytical thinking, arouse interest in new information and reveal the creative nature of personality.*

**Keywords:** *interactive methods, higher school, education, innovation, technology, students.*

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Материалы, публикуемые в научном журнале «Вестник Академии гражданской защиты» должны отвечать профилю издания, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены в соответствии с правилами, приведенными ниже.

Статьи представляются в редакцию в отпечатанном (1 экземпляр) и/или электронном (по электронной почте) виде. Отпечатанный экземпляр должен быть подписан всеми авторами (допускается участие не более четырех соавторов); также на первой странице отпечатанного экземпляра необходимо указывать рубрику, в которой должна быть опубликована статья (см. «Тематика и рубрики» <http://agz.dnmchs.ru/vestnik/ru/content/tematika>). Файл с электронным вариантом должен быть назван по фамилии автора (соавторов) статьи. К статье необходимо приложить рецензию (заверенную печатью или подписью) специалиста в данной области исследования с указанием научной степени, звания, места работы и должности рецензента.

Рукопись объемом не менее 5-ти страниц формата А4, отпечатанных в текстовом редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman высотой 11 пт. через один интервал. Первая строка – отступ 1 см. Все поля – 2 см. Текст рукописи располагают в одну колонку; опция «разрыв раздела» не используется.

Обязательным элементом статьи является индекс УДК. Указывается на первой странице. Расположение: слева сверху, без отступа, шрифт Times New Roman, полужирный, размер 11 пт.

Название статьи приводится после индекса УДК. Оформление: шрифт Times New Roman, полужирный, буквы все прописные, размер 12 пт. через один интервал.

Сведения об авторах необходимо указать после названия статьи, через один интервал, на русском языке: фамилия, имя и отчество (полностью; шрифт Times New Roman, полужирный, размер 11 пт.); ученая степень, ученое звание; место работы (организация и подразделение), занимаемая должность; e-mail; адрес и контактный телефон каждого из соавторов (шрифт Times New Roman, размер 11 пт.). Расположение по центру, без интервалов между абзацами одного стиля.

Важными элементами являются аннотация и ключевые слова.

*Требования к оформлению аннотации.* Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения представляемой к публикации статьи, не повторяя при этом ее названия, а также включать полученные результаты, используемые методы, особенности работы и сделанные выводы. Примерный объем аннотации – 60-70 слов (не менее 600 знаков с пробелами). Оформление: шрифт Times New Roman, курсив, размер 11 пт., через один интервал. Отступ первой строки 1 см.

*Требования к оформлению ключевых слов.* Ключевые слова – это текстовые метки, по которым можно найти статью при поиске и определить предметную область текста. Они публикуются как в самом Журнале, так и обязательно указываются в описании статьи в базах данных. При отборе по определенному ключевому слову читатель сможет найти все статьи, затрагивающие данную предметную область. Таким образом, в список ключевых слов необходимо включить все понятия, значимые для выражения содержания статьи и для ее поиска. Чтобы выбрать ключевые слова для статьи, необходимо представить, по каким поисковым запросам она должна быть найдена. Оформление: «Ключевые слова» – шрифт Times New Roman, полужирный, размер 11 пт., затем собственно ключевые слова через точку с запятой – шрифт Times New Roman, курсив, размер 11 пт., через один интервал. Отступ первой строки – 1 см.

Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Статья должна включать следующие необходимые элементы:

**Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями** (этот раздел – собственно введение: постановка, актуальность проблемы и ее связь с важнейшими научными и практическими заданиями; анализ последних научных исследований и публикаций по проблеме, которая рассматривается в статье; формулировка целей и задач);

**Изложение основного материала исследования** (главная содержательная часть статьи – подразумевает раскрытие темы исследования с научным авторским обоснованием полученных результатов);

**Выводы и перспективы дальнейших исследований** (этот раздел является обязательным и включает собственные выводы автора с указанием перспектив дальнейших научных разработок в данном направлении);

**Библиографический список** (требования к оформлению см. ниже).

На последнем листе приводятся сведения об авторах, аннотация и ключевые слова на английском языке. Оформление такое же, как и на русском в начале статьи.

*Требования к оформлению графиков, рисунков, фотографий.* Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Буквы и цифры на рисунке должны быть разборчивы, оси на графиках подписаны. Рисунки и фотографии следует представлять в черно-белом варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение. Следует избегать тонких линий в графиках. Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются. Название иллюстраций дается под ними после слова «Рис.» с порядковым номером.

Если рисунок в тексте один, то он не нумеруется. Подрисовочные подписи располагаются отдельным текстом под иллюстрацией. Если на рисунке вводятся новые (ранее не встречавшиеся в тексте) обозначения, они должны быть расшифрованы в подрисовочной подписи; также здесь поясняются элементы, обозначенные на рисунке цифрами.

*Требования к оформлению таблиц.* Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце.

Если таблица в статье одна, она не нумеруется.

Используемые в работе термины и условные обозначения должны быть общепринятыми, сокращения и единицы измерения оформлены в соответствии с правилами (ГОСТ Р 7.0.12-2011. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке; ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин). Все употребляемые авторами обозначения (за исключением общеизвестных констант типа  $e$ ,  $h$ ,  $c$  и т. п.) и аббревиатуры должны быть пояснены при их первом упоминании в тексте.

Все *формулы* должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 в соответствии требованиями, приведенными ниже.

Размеры:

Обычный – 11 пт; Крупный индекс – 7 пт; Мелкий индекс – 5 пт;

Крупный символ – 13 пт; Мелкий символ – 8 пт.

Стили:

Шрифт – Times New Roman, обычный (не жирный).

Формат символов: Текст, Функция, Переменная, Пр. греческие, Матрица-вектор – наклонный;

Стр. греческие, Символ, Числа – обычный.

Формулы нумеруют в круглых скобках по правому краю – (2).

*Ссылки на литературные источники* в тексте заключаются в квадратные скобки [1; 2]. *Библиографический список* приводится после текста статьи в соответствии с действующими требованиями (ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления) в алфавитном порядке. Собственные работы авторов должны быть представлены в списке наравне с работами других ученых, внесших вклад в исследование данной темы. Одна позиция в списке должна содержать только один источник, не допускается объединение в одной ссылке нескольких источников. При цитировании зарубежных изданий, не переведенных на русский язык, ссылка приводится на языке оригинала; категорически не допускается оформление ссылки в виде самостоятельно сделанного перевода. При использовании интернет-ресурса, необходимо сначала указать библиографические данные печатной статьи, а затем режим интернет-доступа и дату обращения.

**Автор несет ответственность за научное содержание статьи и гарантирует оригинальность представляемого материала.**

**Высылая рукопись, автор гарантирует, что:**

он не публиковал (кроме публикации статьи в виде препринта) и не будет публиковать статью в объеме более 25 % в других печатных или электронных изданиях;

статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;

статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.

**Высылая рукопись, автор соглашается с тем, что редакция журнала имеет право:**

предоставлять материалы научных статей в учреждения и организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;

производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.

Автор также соглашается с тем, что рукописи статей авторам не возвращаются и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**«ВЕСТНИК**  
**АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ»**

**Выпуск 3 (31), 2022**

**(на русском, английском языках)**

Учредитель и издатель: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики».

ДНР, 83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, д. 34 А. Тел.: +7 (856) 332-17-01

Адрес редакции: ДНР, 83050, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, д. 34 А

Тел.: +7 (856) 332-17-12

E-mail: agz\_rio@mail.dnmchs.ru

Сайт: agz.dnmchs.ru/vestnik

**Над выпуском работали:**

***Н. И. Бойко***

***Н. Г. Мельникова***

СМИ зарегистрировано Министерством информации Донецкой Народной Республики.

Включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (договор № 489-12/2017 от 12.12.2017 г.; № 257-09/2022 от 05.09.2022 г.).

Входит в утвержденный перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и ученой степени доктора наук (ВАК ДНР) (приказ МОН ДНР № 1145 от 07.11.2017 г.).

ISSN: 2617-7048; (E) ISSN 2617-7056

**За достоверность информации несут ответственность авторы.**  
**Все принятые к печати статьи обязательно рецензируются.**

**Перепечатка без разрешения редакции запрещена,**  
**ссылки на Журнал при цитировании обязательны.**