ISSN 1684-6435

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4(256) 2022

VI Выставка комплексной безопасности

Безопасность. Крым–2022

1–2 ноября 2022

Республика Крым, г. Ялта,
ул. Дражинского 50,
гостиничный комплекс
«Ялта–Интурист»

Безопасность – одна из важнейших сторон практических интересов человечества с древних времен и до наших дней. Человек всегда стремился обеспечить свою безопасность. Технологический процесс не стоит на месте, специалисты в данной области постоянно решают проблемы безопасности, стремясь повысить защищённость человека.

Цель мероприятия – ознакомить специалистов и представителей различных отраслей, а также социально-значимых объектов с новыми технологиями, инновационными продуктами в сфере информационной безопасности, технической безопасности работы объектов и личной безопасности.

Экспозиции выставки:

- Системы и технические средства видеонаблюдения
- Системы и средства ограничения доступа
- Системы и средства обеспечения пожарной безопасности
- Системы и средства обеспечения информационной безопасности
- Антитеррористическая безопасность
- Средства индивидуальной защиты
- Охрана труда

https://expocrimea.com/events/safety/

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН, д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)
КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н., проф.
ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.
РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
УШАКОВ И. Б., акад. РАН, д.м.н., проф.
ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН, д.т.н., проф.
АНТОНОВ Б. И. (директор издательства)

Главный редактор

АКСЕНОВ В. А., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
ЕФРЕМОВ С. В., к.т.н., доц.
ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф. (Польша)
ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н., проф.
КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н., проф.
КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
МАТЮШИН А. В., д.т.н.
МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
ШАШУРИН А. Е., д.т.н., доц.
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.
ШКРАБАК В. С., д.т.н., проф.

4(256)
2022

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

Исмагилова Р. С. Проблемы оценки профессиональных рисков в Российской Федерации 3

Пазуха А. А. Инженерные решения по обеспечению контроля применения переносных заземляющих штанг при работе на контактной сети 8

Шныпарков А. В., Боднарук В. Б. Сигнальное устройство дыхательного аппарата на сжатом воздухе 13

Ткаченко Ю. Л., Морозов С. Д., Щербакова И. С., Ровнягина А. С., Маер З. С., Русанова К. Р. Физиологический подход к нормированию CO_2 18

Каспрук Л. И. Алкоголизм как региональная медико-социальная проблема безопасности жизнедеятельности (на примере Оренбургской области) 25

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ксенофонтов Б. С. Интенсификация очистки газовых выбросов от углекислого газа 32

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Косыгин В. Ю., Катин В. Д., Луценко А. Н. Использование методов кластерного анализа при оптимизации процесса принятия решений по реагированию на чрезвычайные ситуации, связанные с железнодорожными перевозками опасных грузов 39

ОБРАЗОВАНИЕ

Калегина Ю. В. Исследование ценностных ориентиров развития культуры безопасности студентов 46

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, так как он включен в Международную базу данных Chemical Abstracts. Журнал также индексируется в Российском индексе научного цитирования.

© Издательство "Новые технологии", "Безопасность жизнедеятельности", 2022

CIENTIFIC, PRACTICAL AND EDUCATIONAL-METHODICAL JOURNAL

LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZIZNEDEATEL'NOSTI

The journal published since January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS, Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PRONIN I. S., Dr. Sci (Phys.-Math.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS, Dr. Sci (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS, Dr. Sci (Tech.)
ANTONOV B. I. (Director Publ.)

Editor-in-chief

AKSENOV V. A., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
EFREMOV S. V., Cand. Sci. (Tech.)
ZABOROVSKIJ T. (Poland), Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N., Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S., Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A., Dr. Sci. (Tech.)
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph., Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHASHURIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHVARTSBURG L. E., Dr. Sci. (Tech.)
SHKRABAK V. S., Dr. Sci. (Tech.)

4(256)
2022

CONTENTS

LABOUR AND HEALTH PROTECTION

Ismagilova R. S. Problems of Professional Risk Assessment in the Russian Federation 3
Pazukha A. A. Engineering Solutions for Providing Control of Portable Earthing Rod Application when Operating on a Contact Network 8
Shnyparkov A. V., Bodnaruk V. B. Signal Device of Respiratory System in Compressed Air 13
Tkachenko Y. L., Morozov S. D., Shcherbakova I. S., Rovnyagina A. S., Maer Z. S., Rusanova K. R. Physiological Approach to CO_2 Normalization 18
Kaspruk L. I. Alcoholism as a Regional Medical and Social Problem of Life Safety (on the Example of the Orenburg Region) 25

ECOLOGICAL SAFETY

Ksenofontov B. S. Intensification of Cleaning Gas Emissions from Carbon Dioxide . .32

EMERGENCY

Kosygin V. Yu., Katin V. D., Lutsenko A. N. Use of Cluster Analysis Methods by Decision-Making Process of Optimisation on Reaction to the Emergency Situations Connected with Rail Transportation of Dangerous Cargoes 39

EDUCATION

Kalegina Yu. V. Research for Value Guidelines for the Development of Student Safety Culture 46

Information about the journal is available online at: http://novtex.ru/bjd, e-mail: bjd@novtex.ru

© Издательство "Новые технологии", "Безопасность жизнедеятельности", 2022

УДК 331.46

Р. С. Исмагилова, магистрант, e-mail: ismagilova96@bk.ru,
Уфимский государственный авиационный технический университет

Проблемы оценки профессиональных рисков в Российской Федерации

Представлен анализ проблем, которые могут возникнуть в процессе управления профессиональными рисками при проведении их оценки, и выявлены возможные последствия их наступления. Исследованы концептуальные подходы к определению понятия профессиональный риск и обозначены области их применения. Осуществлен анализ нормативно-правовых документов, содержащих аспекты управления профессиональными рисками. Кроме того, был проведен анализ методик, рекомендованных для выполнения оценки профессиональных рисков и определены их недостатки.

Ключевые слова: *безопасные условия труда, методы оценки, нормативно-правовые документы, охрана труда, профессиональные риски, проблемы оценки, риск, специалист по охране труда, статистическая информация, требования безопасности, условия труда*

Введение

Статья 37 Конституции Российской Федерации гласит: "Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены..." [1]. Под безопасными условиями труда подразумеваются те условия, при которых воздействие вредных и (или) опасных производственных факторов на работающих исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов. На сегодняшний день, по данным Росстата, количество работников, занятых во вредных условиях труда, составляет около 37 % общей численности занятых работников [2], что свидетельствует о высокой доле трудящихся в потенциально небезопасных условиях и необходимости организации для них безопасных условий труда (рис. 1).

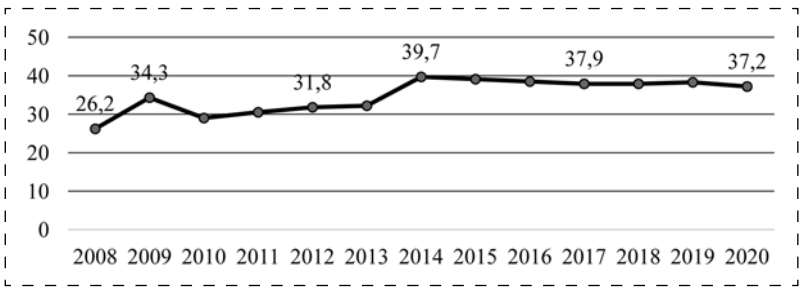

Рис. 1. Процентное соотношение работников, занятых во вредных условиях труда, к общей численности работников в России с 2008 по 2020 г.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является процесс управления профессиональными рисками, а именно составной элемент этого процесса — оценка профессиональных рисков. Исследование заключается в анализе нормативно-правовых документов, содержащих в себе такие аспекты управления профессиональными рисками, как основные термины и определения; требования, предъявляемые к процедуре оценки, а также методы проведения оценки профессиональных рисков. Помимо этого, в работе проводится оценка статистических данных, описывающая текущее состояние полноты и насыщенности информации по происшедшим авариям, инцидентам, несчастным случаям и профессиональным заболеваниям. В ходе выполнения исследования были использованы аналитические и статистические методы.

Результаты исследования

Для определения являются ли рабочие места безопасными, необходимо проведение мероприятий по оценке условий труда и выявлению профессиональных рисков, под которыми понимается вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по

трудовому договору или в иных случаях, установленных Трудовым Кодексом РФ (далее — ТК РФ), и другими федеральными законами [1]. Управление профессиональными рисками заключается в проведении мероприятий по выявлению опасностей, оценке рисков и снижению их воздействий. Однако управление профессиональными рисками несколько проблематично, так как отсутствует единая методология выявления и оценки профессиональных рисков.

Это первая проблема управления профессиональными рисками, она связана с отсутствием единого подхода к определению понятия "профессиональный риск", поскольку контекст, в котором рассматривают это понятие, зависит от целей анализа, заинтересованных в анализе сторон, и разнообразия критериев риска. На сегодняшний день в Российской Федерации наиболее широко распространены три концептуальных подхода к оценке профессиональных рисков в контекстах, относящихся к различным ситуациям и областям применения (табл. 1).

Изучая утвержденные нормативно-правовые акты сталкиваешься с отсутствием какой-либо стандартизованной схемы управления профессиональными рисками: в действующих документах указана необходимость проведения оценки профессиональных рисков, приведены общие требования к процедуре оценки, даны определения основных понятий, а единой методики оценки нет. В документах, носящих рекомендательный характер, приведены некоторые методы оценки профессиональных рисков (рис. 2).

Таблица 1

Концептуальные подходы к оценке профессиональных рисков

Область применения	Показатель	Определение	Математическое выражение/формула
Медицина труда	Индекс профессиональных заболеваний (ИПЗ)	Риск есть математическая концепция, отражающая ожидаемую тяжесть или частоту неблагоприятных реакций на данную экспозицию. Она основана на количественной оценке риска ущерба здоровью работника от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки с учетом вероятности нарушений здоровья и их тяжести [3]	$ИПЗ = (K_р \cdot K_т)^{-1}$, где $K_р$ — категория риска; $K_т$ — коэффициент тяжести профзаболеваний
Безопасность и охрана труда	Уровень профессионального риска (R)	Профессиональный риск — это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти работника в зависимости от состояния условий труда, опасных производственных факторов и данных о случаях производственного травматизма и профессиональных заболеваний на рабочем месте	$R = r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$, где r_1 — показатель характера и тяжести повреждений; r_2 — частота возникновения травм и аварий; r_3 — материальные последствия происшествий
Социальное страхование	Интегральный показатель (ИП) профессионального риска	Профессиональный риск — вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти застрахованного, связанная с исполнением им обязанностей по трудовому договору (контракту)	$ИП = 100\ (\Sigma ВВ/\Sigma ФОТ)$, где $\Sigma ВВ$ — суммарные затраты на возмещение вреда; $\Sigma ФОТ$ — фонд оплаты труда в отрасли

Рис. 2. Нормативно-правовые документы, содержащие аспекты управления оценкой профессиональных рисков

Таблица 2

Нормативно-правовые документы, содержащие методы оценки профессиональных рисков

Нормативно-правовой документ	Содержание документа	Недостатки
ГОСТ Р 12.0.010—2009 Национальный стандарт РФ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков	Методика основана на расчете риска как вероятности возникновения ущерба здоровью и жизни работника [4]	Необходимость предварительной идентификации опасностей, анализа последствий возможного ущерба, наличия информации по вероятности наступления неблагоприятного события
ГОСТ Р 58771—2019 Национальный стандарт РФ. Менеджмент риска. Технологии оценки риска	Приведен обзор 42 методов — технологий идентификации, анализа вероятности, оценки рисков и анализа последствий. Описанные технологии направлены на оценку риска как одну из форм неопределенности (идентифицируемое событие, его причины, последствия)	Выбор технологии зависит от наличия и достоверности данных, а также от формы представления, в которой результаты оценки будут наиболее полезны заинтересованным и причастным сторонам [5]
Р 2.2.1766-03 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки	Руководство предназначено для количественной оценки степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести [6]	Оценка профессионального риска проводится для отдельных профессиональных групп (работников цехов, участков и т. п. с аналогичными условиями труда), и ее результатом является оценка группового риска. Индивидуальная оценка риска проводится только с согласия работника

Рассмотрим нормативно-правовые документы, в которых приведены методы оценки профессиональных рисков (табл. 2).

Существуют и другие нормативно-правовые документы, которые также содержат в себе методики оценки профессиональных рисков, однако утвержденной обязательной к применению методологии нет. С одной стороны, утверждение единой методики невозможно, поскольку деятельность каждого предприятия и характеристики объекта, на котором выполняется работа, специфичны, и работодателю и специалисту по охране труда необходимо самостоятельно определять методику оценки рисков. С другой стороны, методика, выбранная таким образом, может оказаться недостаточной и не позволить выявить все возможные риски и оценить опасность в полной мере.

Другой проблемой управления профессиональными рисками является недостаточность статистической информации. Для осуществления управления профессиональными рисками необходимо провести идентификацию опасностей, которую согласно ГОСТ 12.0.230.4—2018 следует начинать с анализа документированной информации, содержащей сведения об опасностях как самого предприятия, так и похожих организаций [7]. Так, сведения о происшедших авариях, инцидентах, несчастных случаях и профессиональных заболеваниях в организации и результаты их расследования позволяют определить, при каких производственных процессах и при выполнении какой работы в организации работники подвергаются наиболее сильным рискам, а статистические данные о несчастных случаях и производственном травматизме в похожих организациях свидетельствуют о том, во время каких работ сотрудники могут быть подвержены потенциальным рискам.

Использование фактических данных о рисках способствует наиболее точной оценке и прогнозированию уровня безопасности профессиональной деятельности, поскольку позволяет использовать методы многомерного статистического анализа. В случаях, когда объем информации недостаточен, необходимо применение методов, основанных на вероятностной оценке возникновения риска, в которых используют показатели (параметры), характеризующие отклонение существующих условий от норм и имеющие причинно-следственную связь с рисками, что не формирует более объективную картину безопасности предприятия. Оценка рисков, основанная на предположениях, носит субъективный характер, что может привести к идентификации не всех опасностей, упущению некоторых возможных рисков и не проведению оценки их проявления.

Отсутствие статистической информации связано с тем, что расследованию и учету подлежат только несчастные случаи, приведшие к временной на один день и более или постоянной нетрудоспособности либо смерти. Если работники получают мелкие и легкие травмы, то расследование таких случаев не проводится. Между тем

углубленный анализ подобных ситуаций позволяет выявить и в полной мере оценить причинно-следственные связи в системе "профессиональная деятельность — профессиональный риск" в целях предотвращения предпосылок возникновения серьезных последствий [3].

Кроме того, недостаточность статистической информации обусловлена отсутствием ведения отчетности по происшедшим авариям, инцидентам, несчастным случаям и профессиональным заболеваниям в разрезе профессиональных групп (профессий), поскольку единицей статистического анализа являются организации, индивидуальные предприниматели. То есть произошедшие на предприятии несчастные случаи расследуются, а затем обобщаются и представляются в органы статистики в увязке с видом его экономической деятельности.

Еще одной проблемой управления профессиональными рисками является недостаточная компетентность специалистов по охране труда. Согласно ст. 217 ТК РФ в каждой организации с численностью более 50 человек необходимо создавать службу по охране труда или вводить должность специалиста по охране труда. Если штат менее 50 сотрудников, то обязанности по обеспечению безопасных условий труда все равно должны выполняться. Приказом по такому предприятию одному из сотрудников, который прошел обучение в учебном центре по охране труда, поручается выполнять эти обязанности.

С 1 сентября 2021 г. вступил в силу Приказ Минтруда РФ от 22.04.2021 № 274Н «Об утверждении профессионального стандарта "Специалист в области охраны труда"» [8], в котором приведены требования, предъявляемые к таким специалистам (табл. 3). Этот приказ позволяет предъявлять более высокие требования к специалистам по охране труда, что возможно решит проблему низкой квалификации кадров в области охраны труда.

Как видно из таблицы, требования, предъявляемые к специалисту по охране труда, в чьи обязанности входит управление профессиональными рисками, достаточно высоки. Это обусловлено тем, что недостаточная квалификация специалиста по охране труда может повлечь возникновение несчастных случаев с работниками, а также административное и уголовное наказания работодателя.

Таблица 3

Требования, предъявляемые к специалистам, ответственным за управление профессиональными рисками

Возможная должность и трудовая функция	Требования к образованию и обучению	Требования к опыту практической работы	Особые условия допуска к работе
Руководитель службы охраны труда. Начальник отдела охраны труда. Начальник управления охраной труда. Планирование, разработка и совершенствование системы управления охраной труда и оценки профессиональных рисков	Высшее образование — магистратура, специалитет или Высшее образование (непрофильное) — магистратура, специалитет и дополнительное профессиональное образование — программы профессиональной переподготовки в области охраны труда	Не менее пяти лет в области охраны труда	Обучение по охране труда и проверка знаний требований охраны труда не реже одного раза в три года
Заместитель руководителя организации по управлению профессиональными рисками. Руководитель направления (подразделения) по управлению профессиональными рисками в организации. Стратегическое управление профессиональными рисками в организации	Высшее образование — магистратура, специалитет и дополнительное профессиональное образование — программы повышения квалификации по оценке профессиональных рисков не реже чем один раз в три года или Высшее образование (не профильное) — магистратура, специалитет и дополнительное профессиональное образование — программы профессиональной переподготовки в области охраны труда, дополнительное профессиональное образование — программы повышения квалификации по оценке профессиональных рисков не реже чем один раз в три года	Не менее пяти лет в области охраны труда, в том числе не менее двух лет руководителем проектов и (или) руководителем подразделения в области условий и охраны труда, внутреннего контроля или внутреннего аудита	Обучение по охране труда и проверка знаний требований охраны труда не реже одного раза в три года

Заключение

По результатам проведенного исследования были определены следующие проблемы, с которыми сталкиваются специалисты по охране труда и руководители организаций при осуществлении мероприятий по управлению профессиональными рисками: во-первых, отсутствие единой методологии выявления и оценки профессиональных рисков, что связано с отсутствием единого подхода к определению понятия профессиональный риск и специфичностью деятельности каждого предприятия; во-вторых, недостаточность статистической информации, обусловленная отсутствием ведения отчетности по происшедшим авариям, инцидентам, несчастным случаям и профессиональным заболеваниям в разрезе профессиональных групп (профессий) и учета инцидентов, повлекших за собой длительную нетрудоспособность работника или его смерть; в-третьих, недостаточная компетентность специалистов по охране труда.

Список литературы

1. **Трудовой кодекс** Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
2. **Федеральная служба** государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения 10.11.2021).
3. **Левашов С. П.** Оценка профессиональных рисков в Российской Федерации и за рубежом // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9. № 6. С. 54—65.
4. **ГОСТ Р 12.0.010—2009** Национальный стандарт РФ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.
5. **ГОСТ Р 58771—2019** Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска.
6. **Р 2.2.1766—03.** 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки.
7. **ГОСТ 12.0.230.4—2018**. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ.
8. **Приказ** Минтруда РФ от 22.04.2021 № 274Н «Об утверждении профессионального стандарта "Специалист в области охраны труда"».

R. S. Ismagilova, Master Degree Student, e-mail: ismagilova96@bk.ru, Ufa State Aviation Technical University

Problems of Professional Risk Assessment in the Russian Federation

The paper presents an analysis of the problems that may arise in the process of managing professional risks during their assessment, and also identifies the possible consequences of their occurrence. The conceptual approaches to the definition of the concept of professional risk are investigated and the areas of their application are indicated. The research consists in the analysis of regulatory and legal documents containing such aspects of occupational risk management as: basic terms and definitions; requirements for the assessment procedure, as well as methods for assessing occupational risks. In addition, the work evaluates statistical data describing the current state of completeness and saturation of information on accidents, incidents, accidents and occupational diseases. The result of the work is the identification of such problems in the assessment of occupational risks as the lack of a unified methodology for identifying and evaluating occupational risks, insufficient statistical information and insufficient competence of occupational safety specialists.

Keywords: safe *working conditions, assessment methods, regulatory documents, occupational safety, occupational risks, assessment problems, risk, occupational safety specialist, statistical information, safety requirements, working conditions*

References

1. **Trudovoj kodeks** Rossijskoj Federacii ot 30.12.2001. No. 197-FZ.
2. **Federal'naya sluzhba** gosudarstvennoj statistiki. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (date of access 10.11.2021).
3. **Levashov S. P.** Ocenka professional'nyh riskov v Rossijskoj Federacii i za rubezhom. *Problemy analiza riska*. 2012. Vol. 9. No 6. P. 54—65.
4. **GOST R 12.0.010—2009** Nacional'nyj standart RF Sistemy upravleniya ohranoj truda. Opredelenie opasnostej i ocenka riskov.
5. **GOST R 58771—2019** Nacional'nyj standart rossijskoj federacii Menedzhment riska Tekhnologii ocenki riska.
6. **R 2.2.1766—03.** 2.2. Gigiena truda. Rukovodstvo po ocenke professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov. Organizacionno-metodicheskie osnovy, principy i kriterii ocenki.
7. **GOST 12.0.230.4—2018.** Sistema standartov bezopasnosti truda. Sistemy upravleniya ohranoj truda. Metody identifikacii opasnostej na razlichnyh etapah vypolneniya rabot.
8. **Prikaz** Mintruda RF ot 22.04.2021 No. 274N «Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Specialist v oblasti ohrany truda"».

УДК 621.332

А. А. Пазуха, асп. кафедры "Техносферная безопасность", e-mail: aapazukha@gmail.com,
Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург

Инженерные решения по обеспечению контроля применения переносных заземляющих штанг при работе на контактной сети

Рассмотрен порядок проверки отсутствия напряжения в контактной сети и применения переносных заземляющих штанг при работе на контактной сети. Описаны технические решения по автоматизации контроля применения переносных заземляющих штанг, которые базируются на взаимодействии элементов заземляющей штанги и специального контролирующего устройства, передающего информацию о применении заземляющей штанги с помощью радиомодулей на расстояние дальностью до 1 км и с помощью GPS/ГЛОНАСС-трекера в режиме реального времени с неограниченной дальностью. Рассмотрен принцип действия предложенных вариантов по контролю использования переносных заземляющих штанг при работе на контактной сети. Определены дальнейшие направления исследования и развития устройства, контролирующего применение переносных заземляющих штанг при работе на контактной сети.

Ключевые слова: *контактная сеть, электротравматизм, переносная заземляющая штанга, контролирующее устройство с GPS/ГЛОНАСС-трекером*

Введение

Заземление контактной сети на месте работ является основным мероприятием, гарантирующим безопасность работающих на контактной сети в случае ошибочной или случайной подачи напряжения на отключенный для работ участок сети. При правильно установленном заземляющем устройстве (штанги) работающие надежно защищены, так как в случае подачи в контактную сеть напряжения происходит короткое замыкание, вызывающее отключение соответствующих быстродействующих выключателей тяговых подстанций и постов секционирования.

Одна из первых заземляющих штанг при работе на контактной сети была выполнена из деревянного сухого шеста длиной около 5 м с укрепленным на верхнем конце крюком из круглой меди (обычно из контактного провода). От крюка отходил медный заземляющий провод длиной около 10 м, к нижнему концу провода присоединен специальный башмак, с помощью которого провод присоединяется к тяговому рельсу [1].

На участках с системой электроснабжения постоянного тока и на участках с системой электроснабжения переменного тока, прошедших модернизацию в связи с переходом с постоянного на переменный ток с двумя контактными проводами, следует применять заземляющие штанги с головкой "ласточкин хвост".

На участках переменного тока с одним контактным проводом следует использовать заземляющую штангу с поворотной головкой, которую необходимо устанавливать непосредственно на контактный провод и в целях исключения потери контакта "головка штанги — провод" повернуть ее вокруг своей оси на 90° или на 180° в зависимости от конструкции головки штанги [2].

Недостатком данных известных переносных заземляющих штанг является то, что при навешивании заземления на контактную сеть осуществляется только визуальный контроль за электрическим контактом крюка с контактной линией и заземляющего башмака с рельсом. Отсутствует автоматический контроль над местом и установкой переносной заземляющей штанги со стороны энергодиспетчерского аппарата в режиме реального времени [3].

В период с 1969 по 2020 г. на железных дорогах России либо из-за отсутствия (неприменения) переносных заземляющих штанг контактной сети, либо из-за кратковременной потери контакта переносной заземляющей штанги или из-за неверного места ее установки смертельно травмировано 77 работников. Имелись случаи, когда переносные заземляющие штанги навешивали на

покрашенные фиксаторы, а заземляющий башмак прикрепляли к незачищенным рельсам, также были случаи установки заземляющих штанг на нетоковедущие части контактной сети [4, 5].

Установку переносных заземляющих штанг при работе на контактной сети контролируют: производитель работ, ответственный руководитель работ, допускающий и энергодиспетчер (по телефону), но как показывает анализ травматических случаев, необходимо автоматизировать процесс контроля установки переносных заземляющих штанг контактной сети [2, 3, 6].

Проверка отсутствия напряжения и навешивание переносной заземляющей штанги на контактную сеть

Проверку отсутствия напряжения на контактной сети заземляющей штангой необходимо выполнять в диэлектрических перчатках в присутствии и под наблюдением производителя работ.

Порядок проверки "на искру" отсутствия напряжения в контактной сети заземляющей штангой (рис. 1) следующий: надежно закрепить башмак заземляющей штанги за тяговый рельс; вынуть ключ блокировки из заземляющего башмака; вставить ключ блокировки в шарнирный узел заземляющей штанги в ее разложенном состоянии; в диэлектрических перчатках, удерживая штангу ниже ограничительного кольца, не допуская соприкосновения с заземляющим тросом, допускающий должен коснуться усовиком на крюке заземляющей штанги токоведущей части не ближе 1 м от изолятора. Касание основных

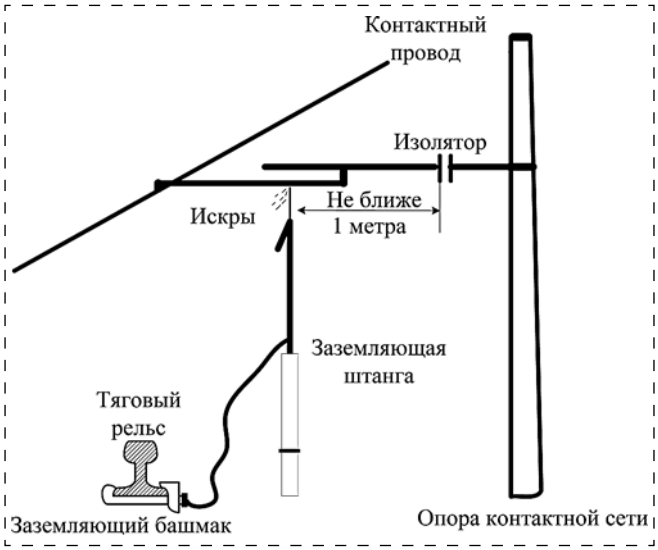

Рис. 1. Проверка отсутствия напряжения заземляющей штангой

проводов и тросов контактной сети не допускается, так как при наличии напряжения возможно их повреждение или пережог. Отсутствие искры свидетельствует об отсутствии рабочего напряжения. Наведенное напряжение, так же как и рабочее, при касании острием крюка (усом) штанги дает искру, однако искра в этом случае значительно слабее [2].

На рис. 1 показана проверка отсутствия напряжения заземляющей штангой. Усовиком заземляющей штанги касаются как показано на рисунке фиксатора контактного провода, предназначенного для образования зигзага контактного провода. Наблюдается слабое искрение, которое свидетельствует об отсутствии напряжения в контактной сети. Далее на фиксатор (или на контактный провод) навешивают крюк переносной заземляющей штанги.

После проверки отсутствия напряжения переносное заземление должно быть навешено на отключенные токоведущие части. Заземляющие штанги не допускается устанавливать непосредственно у места работ во избежание нарушения контакта.

Контроль применения переносных заземляющих штанг контактной сети

Инженерные решения по осуществлению контроля переносных заземляющих штанг и штанг для переноса и выравнивания потенциала контактной сети при техническом обслуживании, эксплуатации и технологии ремонта контактной сети защищены патентами на изобретения [7—10].

Переносная заземляющая штанга, оснащенная контролирующим устройством с автономным пультом, показана на рис. 2. Сущностью инженерного решения, подтвержденного патентом [7], является то, что токопроводящая часть заземляющей штанги (труба *2*) снабжена контролирующим устройством *6* с автономным пультом *13*. Контролирующее устройство размещено на токопроводящей трубе *2* заземляющей штанги со стороны фиксирующей пружины *5*. В корпусе устройства с хомутом крепления *7* размещены микроконтроллер с радиомодулем, входом соединенный с источником питания, а выходом — со светодиодом *9*, светящийся элемент которого выходит на внешнюю часть корпуса. На внешней поверхности корпуса со стороны фиксирующей пружины установлена кнопка включения *8*, соединенная входом с источником питания, выходом — с микроконтроллером.

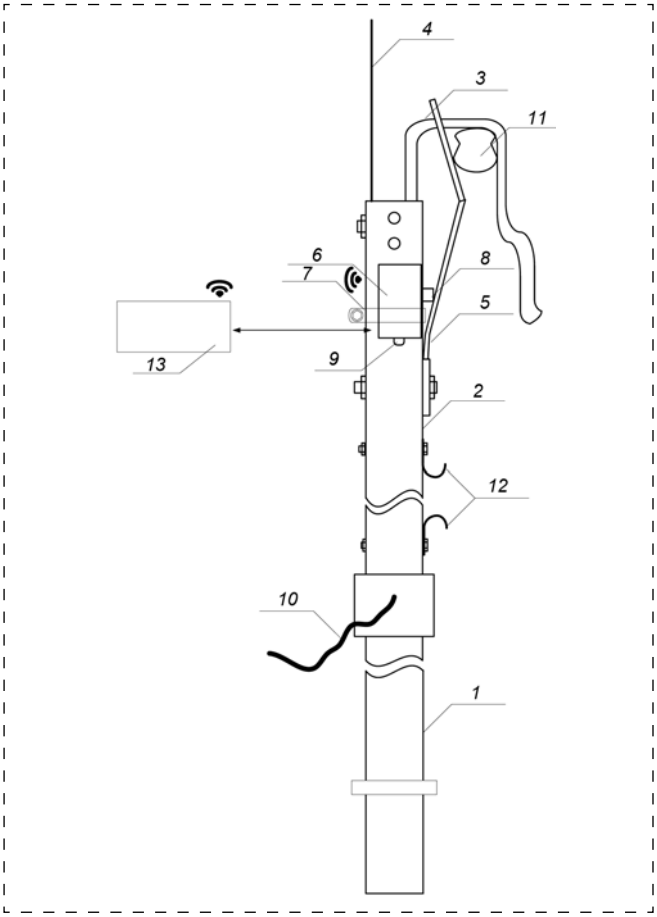

Рис. 2. Переносная заземляющая штанга, оснащенная контролирующим устройством с автономным пультом:
1 — изолирующая часть; *2* — токопроводящая труба; *3* — крюк; *4* — усовик; *5* — фиксирующая пружина; *6* — контролирующее устройство; *7* — хомут крепления; *8* — кнопка включения; *9* — светодиод; *10* — заземляющий трос; *11* — контактный провод; *12* — крюки; *13* — автономный пульт

Автономный пульт *13* находится у обслуживающего персонала и включает корпус, в котором на печатной плате размещены микроконтроллер, радиомодуль, блок питания, часы, жидкокристаллический экран, разъем с SD картой, два светодиода, разъем под кабель, кнопка включения, соединенная входом с источником питания, а выходом — с микроконтроллером. При этом оба светодиода, жидкокристаллический экран, кнопка включения и разъем под кабель рабочими частями выходят на наружную поверхность корпуса автономного пульта, а для закрепления заземляющего троса *10* при транспортировке заземляющей штанги на поверхности токопроводящей трубы на расстоянии 300 мм от верхнего и нижнего ее концов размещены крюки *12*.

Необходимое пояснение. До начала навешивания крюка заземляющей штанги пружина *5* прижата верхней частью к крюку *3*. На начальной стадии навешивания крюка штанга поднимается выше контактного провода так, чтобы контактный провод *11* находился между крюком *3* и пружиной *5*. Далее штангу опускают так, чтобы контактный провод отодвинул пружину *5* от крюка *3* и занял положение, показанное на рис. 1. При этом пружина *5* за счет упругих сил прижимает провод *11* к крюку *3*, чем и обеспечивается надежный контакт провода *11* и крюка *3*. В то же время нижняя часть пружины нажимает на кнопку включения *8*, что приводит в действие контролирующее устройство *6*, подающее сигнал.

Передача информации о применении переносной заземляющей штанги осуществляется по радиосигналу дальностью до 1000 м от контролирующего устройства на автономный пульт, который находится у производителя работ (рис. 3). Производитель работ получает также световую сигнализацию о применении переносной заземляющей штанги. Далее по усмотрению руководителя дистанции электроснабжения ежедневно или ежемесячно с нарядами-допусками сдается отчет о применении переносных заземляющих штанг контактной сети специалисту по охране труда или инженеру-диспетчеру. Отчет содержит информацию о дате, времени снятия и установки переносной заземляющей штанги и ее порядковом номере.

Недостатком вышеописанного устройства является то, что контроль за контактом крюка с контактной линией осуществляется в пределах 1000 м и информацию о состоянии штанги получает только производитель работ. Автоматический контроль энергодиспетчерского аппарата за процессом применения переносной заземляющей штанги и местом нахождения бригады в режиме реального времени не осуществляется.

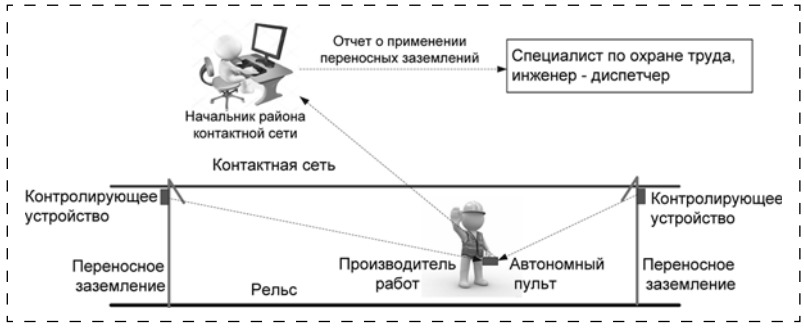

Рис. 3. Схема передачи информации о применении переносных заземляющих штанг с помощью контролирующего устройства с автономным пультом

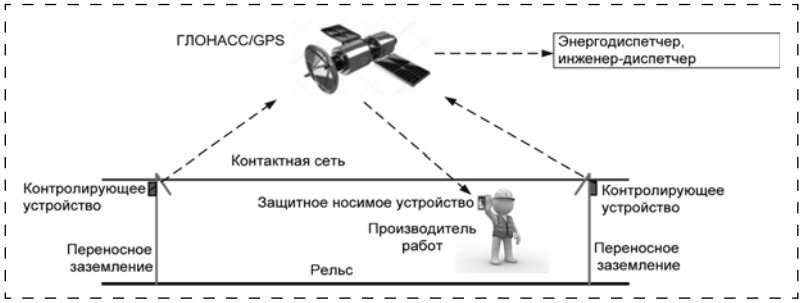

Рис. 4. Схема передачи информации о применении переносных заземляющих штанг с помощью контролирующего устройства с GPS/ГЛОНАСС-трекером

В патентах [8—10] представлены разработки, предусматривающие передачу информации о применении переносной заземляющей штанги в режиме реального времени при космическом позиционировании с помощью контролирующего устройства с GPS/ГЛОНАСС-трекером (рис. 4).

GPS/ГЛОНАСС-трекер передает информацию о времени и координатах местонахождения с точностью до 2...5 м применения переносной заземляющей штанги в энергодиспетчерский пункт производителю работ в режиме реального времени. Переданные данные преобразовываются, контролируются и записываются в энергодиспетчерском пункте.

Применение GPS/ГЛОНАСС-трекера позволило энергодиспетчерскому аппарату автоматически удаленно контролировать процесс применения переносных заземляющих штанг и зону производства работ на контактной сети.

Собран опытный образец контролирующего устройства с GPS/ГЛОНАСС-трекером и испытан в реальных условиях на полигоне Свердловской железной дороги (рис. 5).

Испытания показали практическую возможность применения устройства дистанционного контроля за выполнением технических мероприятий при подготовке рабочего места в части установки переносных заземлений. Внедрение данного метода значительно повысит как уровень ответственности исполнителей, так и уровень электробезопасности в целом. Энергодиспетчер или другой сотрудник административно-технических служб сможет удаленно контролировать правильность действий персонала, исключить халатность в работе и спешку.

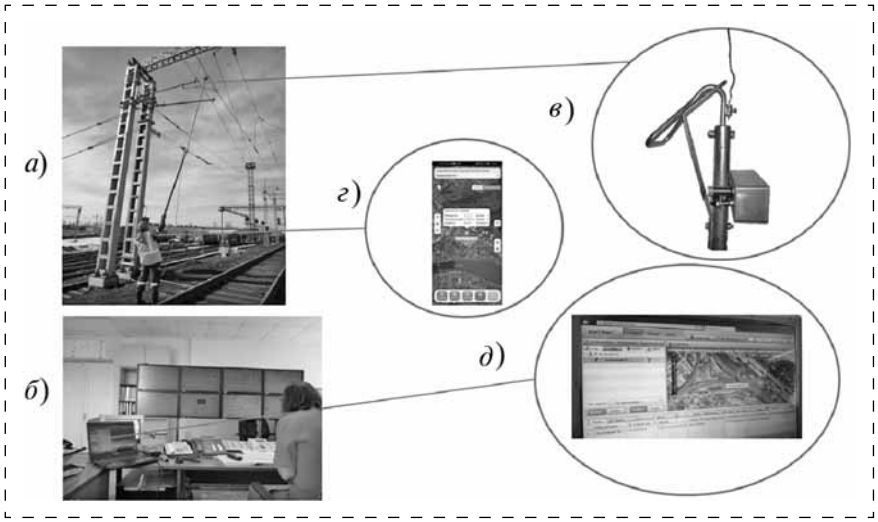

Рис. 5. Испытание переносной заземляющей штанги контактной сети, оснащенной контролирующим устройством с GPS/ГЛОНАСС-трекером:
а — процесс навешивания переносной заземляющей штанги, оснащенной контролирующим устройством; *б* — рабочее место энергодиспетчера, оснащенное программой для контроля переносных заземляющих штанг контактной сети; *в* — увеличенный вид контролирующего устройства; *г* — увеличенный вид дисплея смартфона работника, на котором установлена программа для контроля применения переносных заземляющих штанг; *д* — увеличенный вид дисплея компьютера энергодиспетчера, на котором установлена программа для контроля применения переносных заземляющих штанг

Заключение

Рассмотрены инженерные решения по автоматизации контроля применения переносных заземляющих штанг контактной сети. Предложенные контролирующие устройства позволят:

осуществлять автоматический контроль за процессом применения переносных заземляющих штанг;

правильно эксплуатировать переносные заземляющие штанги контактной сети;

выполнять контроль места и зоны производства работ в режиме реального времени энергодиспетчерским аппаратом;

снизить уровень электрического травмирования персонала, укрепить корпоративную культуру охраны труда;

снизить финансовые расходы и потери от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Перспективным исследованием является разработка методики контроля электрических контактов между накидным крюком заземляющей штанги и токоведущими частями контактной сети, а также между заземляющим башмаком и рельсом.

Список литературы

1. **Розенфельд В. Е., Сидоров Н. Н., Кузин С. Е.** Электрические железные дороги: учебное пособие. 2-е изд., перераб. М.: Трансжелдориздат, 1957. 431 с.
2. **Инструкция** по безопасности для электромонтеров контактной сети. Утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 16.12.2021 № 301/р. Екатеринбург: УралЮрИздат, 2021. 220 с.
3. **Пазуха А. А.** Оценка и сравнительный анализ изолирующих штанг для наложения заземления на контактную сеть // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: сборник материалов VII Международной студенческой конференции / под ред. А. И. Сидорова. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. С. 124—130.
4. **Анализ** случаев травматизма со смертельным исходом в хозяйстве электрификации и электроснабжения ОАО "РЖД" за период 1969—2012 гг. ОАО "РЖД" / Под общей редакцией А. А. Федотова. М.: Техинформ, 2013. 225 с.
5. **Кузнецов К. Б., Пазуха А. А.** Оценка и анализ риска электротравматизма на энергетическом комплексе ОАО "РЖД" // Безопасность жизнедеятельности глазами молодежи: сборник материалов V Всероссийской студенческой конференции (с международным участием): в 2 т. / под ред. А. И. Сидорова. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. Т. 1. С. 125—131.
6. **Правила** безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог ОАО "РЖД". Утверждены распоряжением ОАО "РЖД" от 11.12.2021 № 265/р. Екатеринбург: УралЮрИздат, 2021. 165 с.
7. **Патент** на изобретение 2672041 РФ. МПК G01R19/155 Переносная заземляющая штанга / Кузнецов К. Б., Пазуха А. А., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "УрГУПС". № 2017138888; заявл. 08.11.2017, опубл. 08.11.2018, Бюл. № 31. 10 с.
8. **Патент** на изобретение 2714282 РФ. МПК H01R 4/66 Переносное заземляющее устройство / Кузнецов К. Б., Пазуха А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "УрГУПС". № 2019107627, заявл. 18.03.2019, опубл. 13.02.2020, Бюл. № 5. 8 с.
9. **Патент** на изобретение 2744066 РФ. МПК B60M 1/28 Переносная заземляющая штанга контактной сети / Пазуха А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "УрГУПС". № 2020129825, заявл. 09.09.2020, опубл. 02.03.2021, Бюл. № 7. 10 с.
10. **Патент** на изобретение 2759704 РФ. МПК B60M 1/28 Переносная заземляющая штанга контактной сети переменного тока / Пазуха А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "УрГУПС". № 2021110595, заявл. 14.04.2021, опубл. 17.11.2021, Бюл. № 32. 11 с.

A. A. Pazukha, Postgraduate Student of Department "Technosphere safety",
e-mail: aapazukha@gmail.com, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg

Engineering Solutions for Providing Control of Portable Earthing Rod Application when Operating on a Contact Network

The procedure for checking the absence of voltage in the contact network and the use of portable grounding rods of the contact network is considered. Described are technical solutions for automating the control of the transfer of grounding rods of the contact network, which are based on the input of the elements of the grounding rod and a special monitored device that transmit information on grounding using radio modules at a distance of up to one kilometer and from a GPS / GLONASS tracker in real mode. time with unlimited range. The principle of operation of the proposed solutions for monitoring the use of portable grounding rods when working on a contact network is considered. Further directions of research and development of the device controlling the use of portable grounding rods have been determined.

Keywords: *contact network, electrical injuries, portable protective grounding rod, monitoring device with GPS/GLONASS-tracker*

References

1. **Rosenfeld V. E., Sidorov N. N., Kuzin S. E.** Electric railways: textbook for universities. 2nd ed. Moscow: Transzheldorizdat, 1957. 431 p.
2. **Safety instructions** for electricians of the contact network. Approved by order of JSC Russian Railways dated December 16, 2021 No. 301/r. Yekaterinburg: UralYurIzdat, 2021. 220 p.
3. **Pazuha A. A.** Assessment and comparative analysis of insulating rods for imposing grounding on the contact network. *Life safety in the third millennium: collection of materials of the VII International student conference* / ed. A. I. Sidorov. Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2019. P. 124—130.
4. **Analysis** of Fatal Injury Cases in the Electrification and Power Supply Economy of JSC "Russian Railways" for the period 1969—2012. JSC "Russian Railways" / ed. A. A. Fedotov. Moscow: Tekhinform, 2013. 225 p.
5. **Kuznetsov K. B., Sinus A. A.** Assessment and analysis of the risk of electrical injuries at the power complex of JSC "Russian Railways" // Life safety through the eyes of youth: collection of materials of the V All-Russian student conference (with international participation): in 2 volumes / ed. A. I. Sidorov. Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2019. Vol. 1. P. 125—131.
6. **Safety rules** for the operation of the contact network and power supply devices for automatic blocking of railways of Russian Railways. Approved by the order of JSC "Russian Railways" dated December 11, 2021 No. 265/r. Yekaterinburg: UralYurIzdat, 2021. 165 p.
7. **Kuznetsov K. B., Pazukha A. A.** Patent RF 2672041 C1, 08.11.2018.
8. **Kuznetsov K. B., Pazukha A. A.** Patent RF 2714282 C1, 13.02.2020.
9. **Pazukha A. A.** Patent RF 2744066 C1, 02.03.2021.
10. **Pazukha A. A.** Patent RF 2759704 C1, 17.11.2021.

УДК 614.8

А. В. Шныпарков, ст. преп., канд. физ.-мат. наук, доц., e-mail: shnyparkov82@mail.ru,
В. Б. Боднарук, преп., Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

Сигнальное устройство дыхательного аппарата на сжатом воздухе

В статье проанализирована конструкция сигнальных устройств современных дыхательных аппаратов и описана запатентованная авторами конструкция сигнального устройства, позволяющая избежать нерационального расхода воздуха на работу сигнального устройства, что может позволить увеличить время защитного действия дыхательного аппарата.

Ключевые слова: *дыхательный аппарат, время защитного действия, сигнальное устройство*

Введение

Дыхательные аппараты на сжатом воздухе (далее дыхательные аппараты) предназначены для защиты органов дыхания и зрения в условиях вредного воздействия окружающей среды. Требования к ним для Республики Беларусь изложены в системе стандартов [1]. Для безопасности пользователя в конструкции дыхательных аппаратов применяют устройства, оповещающие пользователя о малом количестве запаса воздуха (далее сигнальные устройства). Производители дыхательных аппаратов используют различные технические решения сигнальных устройств для повышения надежности идентификации сигнала о снижении времени защитного действия дыхательного аппарата до резервного.

Основная часть

Рассмотрим принцип работы сигнальных устройств, устанавливаемых на дыхательнх аппаратах на сжатом воздухе. Описание и устройство узлов дыхательных аппаратов на сжатом воздухе приведено в работе [2].

По принципу приведения в действие сигнальные устройства со свистком можно разделить на устройства, работающие от линий высокого и низкого давления редуктора. Управление сигнальным устройством осуществляется в зависимости от величины давления воздуха в баллонах (первичной камере редуктора). При снижении давления воздуха до величины давления при резервном запасе сигнальное устройство включается. Применение свистка, работающего от линии низкого (вторичного) давления, позволяет улучшить звуковые характеристики и стабильность работы свистка, а также минимизировать расход воздуха (2...5 л/мин) на работу этого устройства резерва.

Рассмотрим наиболее распространенные типы устройств резерва. Принципиальная схема сигнального устройства, которым укомплектовывались некоторые дыхательные аппараты ранних конструкций фирмы Drager, приведена на рис. 1. Устройство устанавливали на редукторе, и работало оно от энергии воздуха, подаваемого непосредственно из баллона под высоким давлением.

При номинальном давлении воздуха в баллоне золотник *2*, преодолевая сопротивление пружины *3*, перемещается вправо так, чтобы отверстие *Б* золотника находилось справа от уплотнения *4*, при этом воздух на свисток не попадает, сигнала нет. При падении давления воздуха до резервного пружина *3* отжимает золотник *2* влево, радиальное отверстие *Б* золотника оказывается слева от уплотнительного кольца *4*.

Воздух из полости высокого давления *В* через радиальное отверстие *Б* золотника и осевое отверстие *А* золотника, попадая в полость свистка *Г*, вызывает его свист. Расход воздуха в свистке ограничен диаметром радиального отверстия *Б* золотника.

Сигнальное устройство дыхательного аппарата ПТС "Профи" (рис. 2), производимого ОАО "ПТС", Самара, состоит из корпуса *6*, манометра *8* с облицовкой *9* и прокладкой *7*, втулки *4*, втулки *20* с кольцом уплотнительным *21*, свистка *1* с контргайкой *3*, кожуха *2*, кольца уплотнительного *5*, шточка *13*, втулки *14* с кольцом уплотнительным *19*, гайки *10* с контргайкой *16*, пружины *15*, заглушки *12* с кольцом уплотнительным *11*, кольца уплотнительного *17* и гайки *18*.

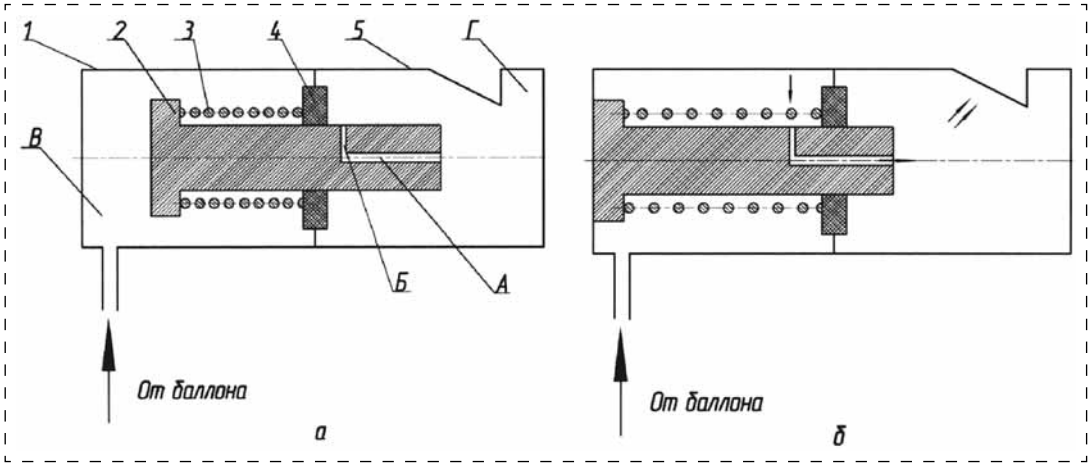

Рис. 1. Сигнальное устройство дыхательного аппарата фирмы Drager:
а — положение механизма при номинальном давлении: *1* — корпус; *2* — золотник; *3* — пружина; *4* — уплотнительное кольцо; *5* — свисток; *А* — осевое отверстие золотника; *Б* — радиальное отверстие золотника; *В* — полость высокого давления; *Г* — полость свистка; *б* — положение механизма при падении давления

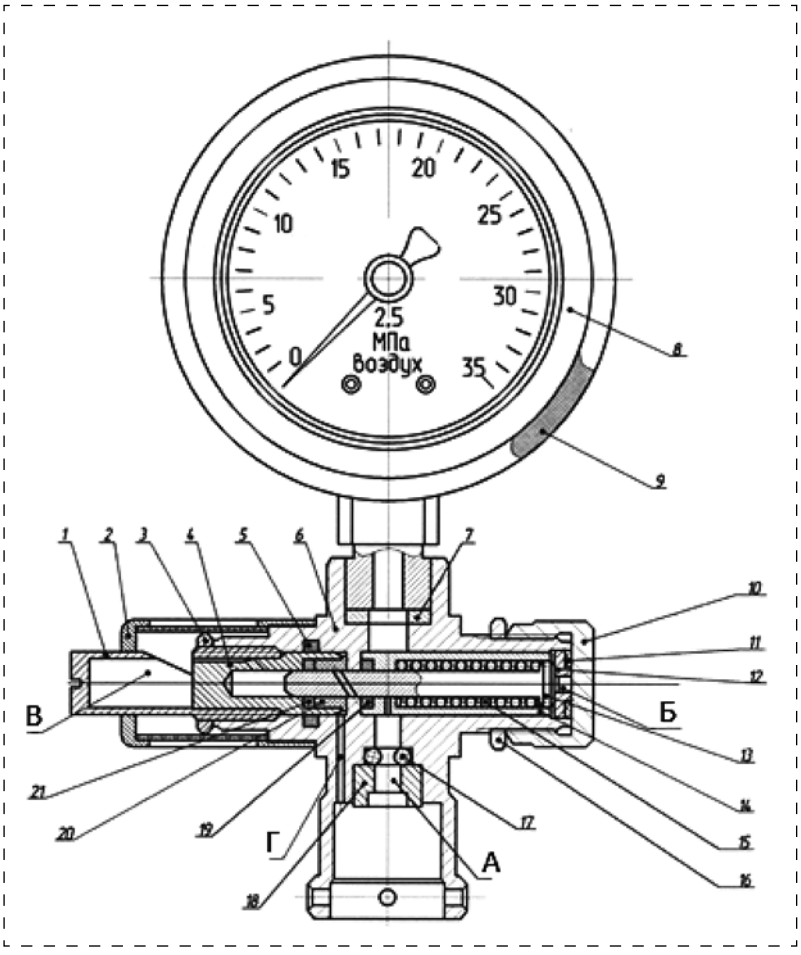

Рис. 2. Сигнальное устройство дыхательного аппарата ПТС "Профи":
1 — свисток; *2* — кожух; *3*, *16* — контргайка; *4, 14, 20* — втулки; *5*, *11*, *17*, *19*, *21* — кольцо уплотнительное; *6* — корпус; *7* — прокладка; *8* — манометр; *9* — облицовка; *10*, *18* — гайка; *12* — заглушка; *13* — шточек; *15* — пружина; *А* — полость высокого давления; *Б* — камера высокого давления сигнального устройства; *В* — камера низкого давления сигнального устройства; *Г* — канал низкого давления на свисток

Работает это сигнальное устройство следующим образом. При открытом вентиле баллона воздух под высоким давлением поступает в полость *А* и к манометру *8*. Манометр показывает величину давления воздуха в баллоне. Из полости *А* воздух под высоким давлением через радиальное отверстие во втулке *14* поступает в полость *Б* под пяту шточка *13*. Шточок *13* под действием высокого давления воздуха перемещается до упора во втулке *4*, сжимая пружину. Оба выхода косого отверстия шточка *13* находятся при этом за уплотнительным кольцом *21*.

По мере уменьшения давления в баллоне и, соответственно, давления на пяту шточка *13*, пружина перемещает шточек *13* к гайке *10*. Когда ближний к уплотнительному кольцу *21* выход косого отверстия в шточке переместится за уплотнительное кольцо, воздух под редуцированным давлением через канал *Г* в корпусе *6*, косое отверстие в шточке и отверстия во втулке *4* поступает в свисток *1*, вызывая устойчивый звуковой сигнал. При дальнейшем падении давления воздуха оба выхода косого отверстия в шточке переместятся за уплотнительное кольцо, и подача воздуха в свисток прекратится.

Регулирование давления срабатывания сигнального устройства производится за счет перемещения свистка по резьбе в корпусе. При этом перемещается втулка *4*

с втулкой *20* и с уплотнительным кольцом *21*. Особенностью конструкции является то, что свисток работает от линии низкого давления.

Принцип действия сигнальных устройств аппаратов на сжатом воздухе других производителей принципиально не отличается от описанных выше и основан на разности давлений воздуха в баллоне и атмосферного, либо редуцированного, и при достижении заданной разности происходит выход воздуха в атмосферу через свисток. В зависимости от того, где установлено сигнальное устройство на линии высокого давления (аппараты "Drager", "АП 98-К"), либо на линии редуцированного давления (аппараты ПТС "Профи", "АСВ-6", "АСВ-12"), стравливается воздух соответственно из линии высокого давления или из линии редуцированного давления.

Такие конструкции сигнальных устройств имеют следующие основные недостатки: а) при работе сигнального устройства происходит нерациональный расход воздуха (стравливается в атмосферу); б) расположение сигнального устройства вдалеке от органа слуха может затруднить идентификацию сигнала при внешнем шуме.

Одним из решений, направленных на устранение указанных недостатков, является дыхательный аппарат (рис. 3) [3], содержащий источник сжатого воздуха *1* редуктор *3* с противоточным клапаном, лицевую маску *5* и сигнализатор минимального запаса воздуха, установленный в подмембранной полости легочного автомата *6*. Конструкция аппарата позволяет решить задачу исключения непроизводительного расхода сжатого воздуха и повысить идентификацию сигнала. Работает этот дыхательный аппарат в описанном ниже порядке.

При открытии запорного вентиля *2* источника сжатого воздуха *1* воздух поступает в полость высокого давления редуктора *3*, проходит через редукционный клапан, и установившееся рабочее давление аппарата по шлангу *4* подается в легочный автомат *6*. Усилие пружины, поджимающей мембрану *10*, подобрано таким образом, что рабочее давление ее не отжимает, и мембрана находится в крайнем верхнем положении.

На фазе вдоха в подмембранной полости легочного автомата создается разрежение. Мембрана *9* посредством рычага *8* открывает клапан *7* и воздух из входной полости поступает в подмембранную полость, затем в цилиндрический корпус *11*, обтекает выполненный в виде клапана *12* с лепестком *13* сигнализатор запаса воздуха и через отверстие *14* в дне корпуса *11* направляется в лицевую маску *5*.

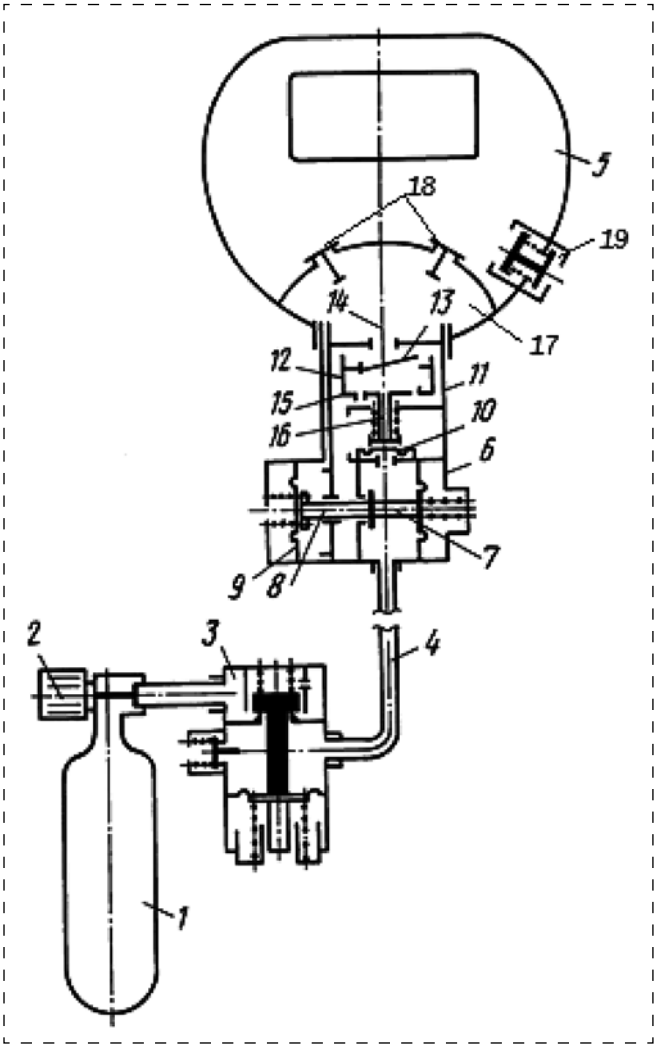

Рис. 3. Устройство дыхательного аппарата [3]:
1 — источник сжатого воздуха; *2* — запорный вентиль, *3* — редуктор; *4* — шланг низкого давления; *5* — лицевая маска; *6* — легочный автомат; *7* — клапан легочного автомата; *8* — рычаг; *9* — исполнительная мембрана; *10* — мембрана; *11* — корпус сигнализатора; *12* — клапан сигнализатора; *13* — консольно закрепленный лепесток; *14* — отверстие в дне корпуса; *15* — отверстие в верхнем торце клапана; *16* — шток; *17* — подмасочник; *18* — клапаны вдоха; *19* — клапан выдоха

На фазе выдоха воздух через клапан выдоха *19* на лицевой маске поступает в атмосферу, при этом в подмембранной полости легочного автомата *6* создается избыточное давление, которое, воздействуя на мембрану *9*, закрывает клапан *7*.

При снижении давления воздуха в источнике *1* до заданной минимальной величины в полости низкого давления редуктора *3* давление повышается и оно по шлангу *4* поступает в легочный автомат *6*. Воздействуя на мембрану *10*, повышенное давление преодолевает сопротивление пружины и перемещает ее в нижнее положение. Перемещаясь, мембрана *10* посредством штока *16* опускает клапан *12*, и его нижний торец перекрывает

отверстие *14* в дне цилиндрического корпуса *11*. В этом случае на фазе вдоха воздух проходит через отверстие *15* в верхнем торце клапана *12* и через отверстие *14* в дне корпуса *11*, вызывая колебания лепестка *13*, обеспечивающие звуковой сигнал.

Недостаток этого дыхательного аппарата заключается в том, что несбалансированные редукторы с противоточным клапаном, на действии которого и основана его конструкция, в силу особенностей своей конструкции, в настоящее время на современных изолирующих дыхательных аппаратах, предназначенных для работы на поверхности земли, используются редко.

В данном исследовании был использован тот факт, что в некоторых дыхательных аппаратах на сжатом воздухе (например, "Омега") используется несбалансированный редуктор с прямоточным клапаном. Это означает, что редуцированное давление зависит от давления воздуха в баллоне, причем оно может как повышаться, так и понижаться.

При измерении редуцированного давления в дыхательном аппарате на сжатом воздухе "Омега" оно составило 10 бар (1 бар = 10^5 Па) при давлении воздуха в баллоне 300 бар, а при резервном давлении 50 бар редуцированное составило 8 бар. Этот факт позволяет использовать разность давлений линии редуцированного давления для работы сигнального устройства, и разместить его ближе к органам слуха, что позволит повысить идентификацию сигнала.

Авторами запатентован дыхательный аппарат [4], содержащий источник сжатого воздуха, редуктор с прямоточным клапаном, легочный автомат, лицевую маску и звуковой сигнализатор минимального запаса воздуха, который снабжен сигнальным устройством (рис. 4) с содержащимся в нем золотником *1*, подпружиненным со стороны атмосферной полости пружиной *2*, размещенный между входной полостью легочного автомата и клапаном легочного автомата.

Между входной и подмембранной полостями легочного автомата находится сигнальное устройство с содержащимся в нем золотником *1*, подпружиненным со стороны атмосферной полости пружиной *2*. В золотнике имеются осевое и радиальное отверстия, которые при достаточном запасе воздуха в баллонах сообщают входную полость с подмембранной полостью легочного автомата. Гудок (звукоизлучающее устройство язычкового или иного типа) при этом не издает звуковой сигнал, так как воздух проходит параллельно ему по осевому и радиальным отверстиям. Корпус сигнального устройства герметизируется

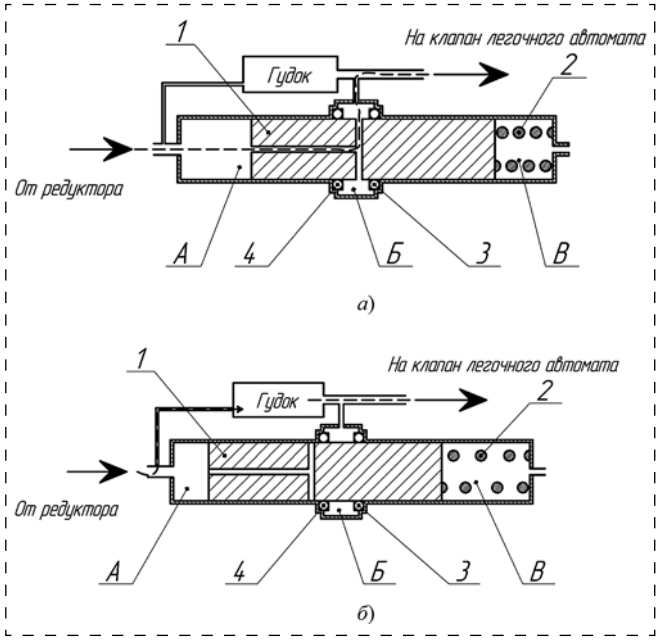

Рис. 4. Сигнальное устройство дыхательного аппарата [4]: *а* — при номинальном давлении воздуха в баллонах; *б* — при снижении давления воздуха в баллонах до заданного значения; *1* — золотник; *2* — пружина; *3*, *4* — уплотнительные кольца; *А* — полость, в которой поддерживается давление, равное низкому давлению редуктора; *Б* — полость между двумя уплотнительными кольцами, имеющая выход на клапан легочного автомата; *В* — атмосферная полость

с золотником в месте прохождения воздуха посредством уплотнительных колец *3* и *4*.

Звуковой сигнализатор расположен между входной полостью легочного автомата и клапаном легочного автомата. Работает звуковой сигнализатор следующим образом: при понижении давления в баллоне со сжатым воздухом до заданного значения в полости низкого давления редуктора с прямоточным клапаном, вследствие его несбалансированности, редуцированное давление также несколько снижается. Далее воздух по шлангу передается в полость *А* и далее в легочный автомат. Под воздействием пружины *2*, а также атмосферного давления в полости *В* золотник *1* перемещается влево. При этом на фазе вдоха, вследствие перекрытия радиального отверстия в золотнике, воздух проходит через гудок (звукоизлучающее устройство), тем самым создавая звуковой сигнал, и далее поступает на клапан легочного автомата.

При достаточном давлении воздуха в баллонах воздух поступает в полость *А*, преодолевая сопротивление пружины *2*, перемещает золотник *1* вправо и через радиальное отверстие в золотнике, поступает в полость *Б* и далее на клапан легочного автомата. На рис. 4, *а* изображен путь воздуха при достаточном

запасе воздуха в баллонах, на рис. 4, *б* — при снижении его до заданной минимальной величины.

Предложенная конструкция позволяет полностью устранить непроизводительный расход сжатого воздуха, использовать легочный автомат с таким сигнальным устройством в комплекте с несбалансированным редуктором, имеющим прямоточный клапан, повысить надежность идентификации сигнала о снижении времени защитного действия дыхательного аппарата до резервного.

Заключение

Применение описанного сигнального устройства на дыхательных аппаратах с несбалансированным редуктором с прямоточным клапаном позволяет увеличить время защитного действия дыхательного аппарата на сжатом воздухе, повысить надежность идентификации сигнала о снижении времени защитного действия дыхательного аппарата до резервного.

Список литературы

1. **Система** стандартов пожарной безопасности. Средства индивидуальной защиты пожарных. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом. Общие технические требования и методы испытаний: СТБ 11.14.03—2008. Введ. 28.11.2008.
2. **Боднарук В. Б., Вертячих И. М., Лифанов А. В.** Пожарное и аварийно-спасательное оборудование. Средства защиты органов дыхания: учеб. пособие. Минск: РЦСиЭ МЧС, 2010. 194 с.
3. **Патент** РФ № 2119365, 27.09.1998 / Северин Г. И., Семенов В. Б., Афанасенко Н. И., Ивянский М. А., Свершек В. И. Дыхательный аппарат // Патент России № 2119365. Дата подачи заявки 04.11.1997.
4. **Патент** на полезную модель № 11111 Респ. Беларусь, МПК A62B 7/02 / В. Б. Боднарук, А. В. Шныпарков: опубл. 30.08.2016. Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2016. № 4 (111). С. 179. Республика Беларусь. URL: http//mchs.gov.by/zakonodatelstvo-v-sfere-deyatelnosti-mchs/npa-mchs/prikazy/ (дата обращения 27.09.2021).

A. V. Shnyparkov, Associate Professor, e-mail: shnyparkov82@mail.ru,
V. B. Bodnaruk, Lecturer, e-mail: bodnaruk7@gmail.com, Gomel Branch of the University of civil protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus

Signal Device of Respiratory System in Compressed Air

The article analyzes the design of signal devices of modern breathing apparatus and describes the proprietary design of the signal device, which avoids irrational air consumption for the operation of the signal device, which can increase the time of protective action of the breathing apparatus.

Keywords: *respiratory system, protective action time, signal device*

References

1. **Sistema** standartov pozharnoj bezopasnosti. Sredstva individual'noj zashchity pozharnyh. Apparaty dyhatel'nye so szhatym vozduhom. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytanij: STB 11.14.03—2008. Vved. 28.11.2008.
2. **Bodnaruk V. B., Vertyachih I. M., Lifanov A. V.** Pozharnoe i avarijno-spasatel'noe oborudovanie. Sredstva zashchity organov dyhaniya: ucheb. posobie. Minsk: RCSiE MCHS, 2010. 194 p.
3. **Patent** RF № 2119365, 27.09.1998. Severin G. I., Semenov V. B., Afanasenko N. I., Ivyanskij M. A., Svershhek V. I. Dyhatel'nyj apparat // Patent Rossii № 2119365. 1997.
4. Patent na poleznuyu model' № 11111 Resp. Belarus', MPK A62V 7/02 / V. B. Bodnaruk, A. V. Shnyparkov: opubl. 30.08.2016 // Aficyjny byul. / Nac. centr intelektual. ulasnasci. 2016. No. 4 (111). P. 179. Respublika Belarus'. URL: http//mchs.gov.by/zakonodatelstvo-v-sfere-deyatelnosti-mchs/npa-mchs/prikazy/ (date of access 27.09.2021).

УДК 614.7

Ю. Л. Ткаченко, канд. техн. наук, доц., e-mail: Tkachenko_Y_L@bmstu.ru,
С. Д. Морозов, ст. преп., **И. С. Щербакова,** ст. преп., **А. С. Ровнягина,** магистрант,
З. С. Маер, студент, **К. Р. Русанова,** студент, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Физиологический подход к нормированию CO_2

Рассмотрены вопросы нормирования допустимого содержания углекислого газа во внутреннем воздухе помещений. Показано, что в настоящее время используется санитарно-гигиенический подход к установлению приемлемой концентрации CO_2, который не отражает возможных изменений физиологических параметров организма человека. Предложено перейти к другим принципам нормирования, учитывающим влияние диоксида углерода, присутствующего во вдыхаемом воздухе, на кислотность крови и процессы образования патогенных биоминералов в органах и тканях. Составлена схема модели преобразования углекислоты в организме человека, которую предполагается использовать для оценки воздействия атмосферного CO_2 на жизненные функции человека в течение длительного периода времени.

Ключевые слова: *углекислый газ, диоксид углерода, допустимая концентрация CO_2, воздействие CO_2, синдром больного здания, CO_2 и организм человека, кислотность крови, ацидоз*

Введение

Сейчас содержание углекислого газа является только санитарно-гигиеническим показателем качества воздуха. Норма может устанавливаться на основе субъективных ощущений человека (например, чувство духоты, дискомфорт), а не на основе изучения влияния CO_2 на функции органов и физиологических систем организма. Так, в работе [1] для определения степени загрязнения атмосферы предлагается использовать деципол — показатель количества людей, не удовлетворенных качеством воздуха. Деципол сейчас официально признан как параметр для нормирования качества воздуха. Так, ГОСТ Р ЕН 13779—2007 (действующий) [2] допускает применение метода классификации качества воздуха в дециполах для помещений, в которых находятся люди.

Однако диоксид углерода играет важную роль в работе организма, оказывая влияние не только на ощущения, но и на самочувствие и качество жизни, заболеваемость и работоспособность человека. Общее количество углекислого газа в разных формах внутри организма составляет 100...120 л, что примерно в 70 раз больше запасов кислорода в крови и тканях [3]. Диоксид углерода непрерывно образуется в организме человека в многочисленных процессах метаболизма — обмена веществ. Количество выдыхаемой человеком углекислоты составляет от 18 л/ч в состоянии покоя до 50 л/ч при тяжелой физической работе [4]. Эти значения определены для мужчин, для женщин показатели газообмена составляют 85 %, для детей — 75 % от указанных величин.

Непосредственное воздействие на центральную нервную систему оказывает CO_2, так как участвует в процессах регуляции дыхания. Правильная настройка аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) производится именно по величине $PetCO_2$ — парциальному давлению (**P**) CO_2 в конце выдоха (**e**nd-**t**idal) пациента [5], так как наиболее критичным элементом функции дыхания является не приток кислорода, а выведение углекислоты из организма.

1. Требования к содержанию CO_2 в воздухе помещений

Исследованием вопроса о безопасном и безвредном для человека уровне CO_2 в воздухе занимались М. Петтенкофер, К. Е. Шафер, Д. С. Робертсон, О. В. Елисеева, Ю. Д. Губернский, М. А. Гурин и другие ученые. Немецкий врач-гигиенист М. Петтенкофер в 1865 г. впервые предложил использовать величину концентрации CO_2 в качестве критерия пригодности воздуха для дыхания [6]. Он сконструировал специальное устройство — респирационную камеру для определения воздействия на человека загрязненного воздуха.

Петтенкофер установил порог острого воздействия углекислого газа 1000 ppm (0,1 % по объему), при превышении которого у человека после продолжительного воздействия проявляются клинические признаки воспаления носоглотки в виде кашля, чихания, покраснения глаз. Также им была определена "граница Петтенкофера" (Pettenkoffer grenze) 800 ppm — максимальный уровень CO_2 в воздухе, при котором человек чувствует себя комфортно. Если содержание углекислого газа в воздухе длительное время превышало границу Петтенкофера, то у человека не только возникал дискомфорт в виде субъективного ощущения духоты, но и проявлялись признаки негативного воздействия CO_2 на нервную систему и когнитивные функции — усталость, слабость, головокружение, снижение умственной работоспособности, потеря концентрации внимания.

В 1964 г. О. В. Елисеева опубликовала результаты исследования физиологических изменений в организме человека, происходящих при вдыхании воздуха с повышенным содержанием CO_2, проведенные с использованием всего арсенала имевшихся в то время методов медицинской диагностики, включая электроэнцефалографию [7]. Было установлено, что длительное пребывание человека в помещении с концентрацией CO_2 от 500 до 800 ppm вызывает регистрируемые приборами сдвиги в дыхательной системе, кровообращении и электрической активности головного мозга. Поэтому в качестве безопасного уровня углекислого газа в воздухе помещений при длительном нахождении в них людей в работе [7] была рекомендована концентрация 500 ppm.

В настоящее время нормирование содержания CO_2 производится следующим образом. Так, ГОСТ 30494—2011 [8] устанавливает значения предельно допустимых концентраций (ПДК) диоксида углерода в жилых и общественных зданиях (табл. 1).

Странностью является то, что нормы предусматривают превышение содержания углекислого газа больше, чем порог острого воздействия 1000 ppm, определяя это состояние внутренней воздушной среды помещений как "допустимое". В то время как состояние среды, вызывающее функциональные нарушения в работе органов и физиологических систем организма человека, должно классифицироваться как "вредное". Тем более что ГОСТ 30494—2011 посвящен в том числе и жилым зданиям, для которых нормы должны устанавливаться исходя из времени пребывания человека 24 ч в сутки все 7 дней в неделю на протяжении всей жизни. То есть возможность восстановления нормальной жизнедеятельности организма за время обычного отдыха между рабочими сменами, как при нормировании факторов производственной среды, здесь не предусматривается.

Таблица 1

Классификация воздуха в помещениях (ГОСТ 30494—2011)

Класс	Качество воздуха в помещении		Допустимое содержание CO_2, ppm
	Оптимальное	Допустимое	
1	Высокое	—	Менее 400
2	Среднее	—	400...600
3	—	Допустимое	600...1000
4	—	Низкое	Более 1000

Вторым "подводным камнем" подхода к оценке присутствия углекислого газа в помещениях является указание для разработчиков систем вентиляции, что согласно ГОСТ 30494—2011 допустимое содержание CO_2 в помещениях принимают сверх содержания CO_2 в наружном воздухе. При этом в самом ГОСТе приведена таблица со среднегодовыми значениями концентрации загрязнителей в атмосфере. Согласно ГОСТ 30494—2011 примерное содержание CO_2 в наружном воздухе составляет для сельской местности 350 ppm; для небольшого города 370 ppm; для крупного города 400 ppm.

Поэтому даже при хорошо работающей вентиляции, в помещениях здания, расположенного в центре большого города, концентрация CO_2 в воздухе оптимального качества будет не ниже 800 ppm, а в воздухе допустимого качества — 1400 ppm! То есть фактически будет превышена не только комфортная "граница Петтенкофера", но и порог острого воздействия углекислоты на человека. Такая ситуация в действительности встречается гораздо чаще, так как даже правильно спроектированная и грамотно смонтированная система вентиляции может в дальнейшем не обеспечивать свои функции вследствие недостатков текущей эксплуатации зданий: увеличения расчетного количества людей в помещениях, замены оконных рам на герметичные стеклопакеты, засорения или перекрытия воздуховодов и т. д. Поэтому в настоящее время массовый характер носит такое явление, как "синдром больного здания" (СБЗ), т. е. комплекс нарушений здоровья, вызываемых загрязненным воздухом. Симптомы этого явления описаны, например, в работе [9]. К ним относятся раздражение и воспаление

слизистых оболочек глаз, воспаление носоглотки, ринит, першение в горле, сухой кашель, аллергия, головная боль. Люди, проводящие в помещении с низким качеством воздуха 8 ч и более, начинают испытывать общий дискомфорт, слабость, усталость, сонливость. У сотрудников в офисах концентрация внимания падает на треть. Растет число ошибок в работе. Перечисленные симптомы связаны именно с повышенной концентрацией CO_2, так как наблюдаются даже при пребывании людей в помещениях без наличия других источников вредных выбросов и проходят после того, как люди выходят из помещения на "свежий воздух". Однако современная тенденция непрерывного роста содержания диоксида углерода в атмосфере Земли постепенно сводит такую возможность на "нет". ГОСТ 30494—2011 отмечает, что приведенные среднегодовые значения концентрации загрязнителей являются оценочными, поскольку максимальные текущие концентрации будут гораздо выше.

Проблеме накопления углекислого газа в атмосфере в настоящее время уделяется большое внимание, в первую очередь — в связи с климатическими изменениями. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) провела моделирование глобального углеродного цикла с учетом техногенного воздействия и предложила четыре сценария дальнейшего повышения концентрации CO_2 в атмосфере нашей планеты. По самому оптимистичному сценарию концентрация CO_2 в атмосфере Земли достигнет 450 ppm к 2060 г. и снизится до 421 ppm к 2100 г. Наиболее пессимистичный прогноз предполагает повышение содержания диоксида углерода до 936 ppm в 2100 г., после чего рост концентрации CO_2 в атмосфере продолжится с прежней скоростью [10]. Таким образом, не исключена возможность, что уже в ближайшие десятилетия вся планета превратится в "больное здание" с воздухом низкого качества, из которого уже невозможно будет выйти "наружу".

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что на удивление мало исследован важнейший вопрос о допустимых для человека концентрациях углекислого газа в воздухе. Поэтому нормирование содержания углекислого газа ориентировано в основном на гигиенические показатели, а не на физиологические, так как углекислый газ не относится к "классическим" вредным веществам, для которых установлены обязательные значения ПДК. Очевидно, что в свете вероятных глобальных изменений условий жизни на Земле необходимо не только изменить подходы к нормированию CO_2, но и сместить фокус научных исследований на изучение физиологии превращений углекислоты в организме человека и млекопитающих.

2. Физиологический подход к нормированию CO_2

Определим объективный физиологический показатель состояния организма человека, на который напрямую оказывает воздействие CO_2, содержащийся в атмосферном воздухе. В начале 80-х годов XX века К. Е. Шафер изучал последствия воздействия высоких концентраций углекислого газа на основе данных медицинского обследования моряков-подводников и опытов на морских свинках [11]. Им было установлено влияние диоксида углерода во вдыхаемом воздухе на биохимические показатели крови, кислотность желудочного сока, состояние легких, почек и костей. Так, в исследованиях, проведенных над морскими свинками при воздействии воздуха, сбалансированного по кислороду и азоту, но содержащего 5000 ppm CO_2, было обнаружено значительное отложение патогенных биоминералов — кальцинатов в почках после 8 недель непрерывного воздействия. В дальнейшем кальцификация почек была обнаружена после длительного воздействия 3000 ppm CO_2 на морских свинок.

В работе [12] показана непосредственная связь между изменением кислотности крови человека и концентрацией углекислого газа во вдыхаемом воздухе при длительном воздействии в течение всей жизни. Величина pH крови человека является одним из важнейших показателей, гомеостаз которого поддерживается с высокой точностью в очень узких пределах. Нормальная жизнедеятельность человека возможна только в пределах изменения кислотности крови от 7,35 до 7,45.

Из физиологии [13] известно, что при падении pH крови ниже 7,3 у человека развивается состояние ацидоза — закисления крови угольной кислотой H_2CO_3, образующейся при соединении растворенного CO_2 с молекулами H_2O. Ацидоз характеризуется угнетением функций центральной нервной системы вплоть до развития коматозного состояния. Начальная стадия ацидоза проявляется состоянием перевозбуждения с повышением артериального давления. По мере возрастания закисления крови появляется сонливость и состояние беспокойства. Далее наступает вялость — снижается желание проявлять какую-либо физическую активность. При достижении кровью величины pH = 7 наступает смерть.

Закисление крови происходит вследствие цепочки обратимых реакций, которые приводят в итоге к выпадению осадка в виде карбонатов кальция (кальцинатов) через промежуточную фазу образования ионов бикарбоната HCO_3^- и карбоната (CO_3^{2-}):

$$CO_2 \text{ (газ)} \leftrightarrow CO_2 \text{ (раствор)} + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow$$
$$\leftrightarrow H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow 2\,H^+ + CO_3^{2-} \leftrightarrow CO_3^{2-} +$$
$$+ Ca^{2+} \leftrightarrow CaCO_3\downarrow$$

При нормальной жизнедеятельности человека концентрация бикарбоната в артериальной крови обычно находится в пределах 19...25 ммоль/л при общей сумме всех растворенных оснований 20...27 ммоль/л. При ацидозе количество растворенного бикарбоната возрастает. В обзоре [14] приведены результаты когортных исследований населения США, которые показали возрастание средней величины концентрации бикарбоната в крови с 23,7 ммоль/л в 2000 г. до 25,2 ммоль/л в 2012 г. Эти исследования свидетельствуют о начальной стадии массового ацидоза, который возникает у людей, длительное время находящихся в условиях повышенного содержания CO_2 в атмосфере мегаполисов или во внутренней воздушной среде помещений. Таким образом, подтверждаются данные Д. С. Робертсона о прямой связи кислотности крови человека с концентрацией диоксида углерода во вдыхаемом воздухе.

Повышение концентрации бикарбонатов и карбонатов в крови человека приводит, как было показано выше, к отложениям патогенных биоминералов — кальцинатов, что и было установлено в опытах К. Е. Шафера. В первую очередь кальцифицируются органы выделительных систем — почки, печень, легкие. Но при длительном воздействии высоких концентраций CO_2 карбонаты кальция начинают откладываться по всему организму — везде, куда поступает артериальная кровь: на стенках сосудов, на сердечном клапане, на костях и связках, в мозге, в печени, в кишечнике, в мышцах и даже в слюнных и слезных железах [15]. Степень кальцификации организма зависит не только от величины концентрации углекислого газа в воздухе, но и от продолжительности воздействия.

Таким образом, при физиологическом нормировании концентрации CO_2 необходимо перейти от установления порога острого воздействия к определению соотношения "доза—эффект", учитывающего не только содержание этого газа в воздухе, но и продолжительность воздействия фактора на человека. Такой подход позволит не только обеспечить благоприятную воздушную среду в помещениях, но и установить критерий качества среды обитания Земли — пригодности всей атмосферы планеты для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека как биологического вида. В качестве предварительного шага на этом пути возможно использование математического моделирования процессов, протекающих в организме человека под действием вдыхаемого CO_2.

3. Моделирование воздействия CO_2 на человека

Математическая модель должна отражать взаимодействие системы "Организм человека" с внешней средой, под которой понимается воздушная среда помещения или атмосферы в целом, где присутствует углекислый газ в той или иной концентрации. Также внешняя среда является источником поступления в организм человека воды и пищи, которые в процессе обмена веществ могут выступать источниками образования метаболического CO_2.

Так как механизм воздействия диоксида углерода отличается от воздействия всех прочих вредных примесей, то в модели необходимо учесть не только поглощение CO_2 извне — т. е. поступление его из внешней среды при дыхании, но также выделение и превращение его в процессах метаболизма и транспорт растворенных веществ и соединений с кровью. Поэтому система "Организм человека" должна включать в себя три функциональных блока: дыхание, кровообращение и обмен веществ. Эти блоки включают органы и физиологические системы, осуществляющие функции, представленные в табл. 2.

Концентрация углекислого газа в воздухе альвеол легких составляет 5...6,5 % по объему, тем самым более чем в 100 раз превышая его концентрацию в атмосферном воздухе (0,035...0,04 %). Парциальное давление CO_2 в альвеолярном пространстве составляет 40 мм рт. ст. (5,3 кПа), в то время как парциальное напряжение углекислоты в венозной крови человека составляет 46 мм рт. ст. (6,1 кПа) и поддерживается на этом уровне гомеостазом организма. Таким образом, направление массопередачи диоксида углерода на стенках альвеол от крови в альвеолярное пространство определяется небольшим градиентом в 6 мм рт. ст.

В качестве рабочей гипотезы, которую необходимо проверить на модели, можно выдвинуть предположение, что повышение концентрации CO_2 в атмосферном воздухе в процессе дыхания

Таблица 2

Состав и функции блоков системы "Организм человека"

Блок	Органы	Функции
Дыхание	Органы дыхания (трахея, бронхи, бронхиолы)	Транспорт вдыхаемого и выдыхаемого воздуха между организмом человека и внешней средой
	Альвеолы легких	Растворение CO_2 в крови из альвеолярного пространства при вдохе и диффузия CO_2 из крови в альвеолярное пространство при выдохе
Кровообращение	Сердечно-сосудистая система	Транспорт растворенных и связанных веществ
	Эритроциты крови	Обратимое связывание CO_2 в виде гидрокарбоната калия и карбаминовых соединений гемоглобина
Обмен веществ	Клетки мозга, мышц, внутренних органов и тканей организма	Генерация CO_2 в процессе метаболизма
	Межклеточная жидкость	Транспорт веществ между клетками и кровью
	Органы пищеварения (пищевод, желудок, тонкий кишечник)	Преобразование и введение в организм человека твердых и жидких веществ из внешней среды
	Органы выделения (почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, печень, толстый кишечник, прямая кишка)	Выведение твердых и жидких отходов метаболизма из организма человека во внешнюю среду

приводит к повышению его парциального давления в альвеолярном пространстве легких, поэтому градиент давлений выравнивается, что вызывает прекращение вывода углекислоты из крови в выдыхаемый человеком воздух. В результате происходит "самоотравление" организма углекислотой, образующейся в процессах метаболизма. Расчеты на основе математической модели покажут динамику изменения pH крови человека и соответственно помогут определить величину допустимого содержания диоксида углерода во вдыхаемом воздухе, при которой у человека не возникнет изменений в физиологических показателях организма, при длительном воздействии в течение всей жизни, т. е. не менее 80 лет.

Выводы

1. Величина содержания CO_2, устанавливаемая нормативными документами, в настоящее время является лишь санитарно-гигиеническим показателем качества воздуха в помещении, ориентирующаяся на субъективные ощущения человека, не отражая при этом возможные физиологические изменения в организме.

2. Углекислый газ играет важную роль в физиологии человека. Растворение CO_2 в крови напрямую определяет ее кислотность через образование угольной кислоты и последующей диссоциацией с образованием ионов водорода и бикарбоната. Отклонение pH крови даже на несколько сотых долей единицы от оптимального для нее значения 7,4 приводит к негативным для человека последствиям. При снижении pH крови на 0,3 единицы наступает тяжелое коматозное состояние, а отклонение порядка 0,4 может повлечь смертельный исход.

3. Повышенное содержание углекислоты в организме человека при длительном воздействии приводит к ацидозу — падению pH крови ниже 7,35. Характерные признаки ацидоза — угнетение функции центральной нервной системы, выражающееся в сонливости и коме.

4. В альвеолярном воздухе легких человека концентрация углекислого газа превышает его содержание во вдыхаемом воздухе более чем в 100 раз (5...6,5 % и 0,04 % по объему соответственно). Напряжение углекислоты в крови составляет 46 мм рт. ст. (6,1 кПа) и поддерживается на этом уровне гомеостазом организма. Парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе составляет 40 мм рт. ст. (5,3 кПа).

5. Градиент парциального давления/напряжения CO_2 на поверхности альвеолы составляет всего 6 мм рт. ст., поэтому удаление CO_2 из крови в альвеолярное пространство является наиболее критичным элементом процесса дыхания. Повышенная концентрация CO_2 во вдыхаемом воздухе возможно приводит к повышению его концентрации в альвеолярном воздухе, что, в свою очередь, затрудняет выведение CO_2 из крови и соответственно из организма в целом. При выравнивании

градиента концентрации выведение углекислого газа из крови может полностью прекратиться.

6. В случае затруднения или прекращения выведения CO_2 (дыхательная система и легкие здесь выступают как орган выделения газовых продуктов метаболизма) происходит "самоотравление" организма накапливающимся избытком CO_2 и продуктами его трансформации, так как обменные процессы в организме являются источником непрерывного образования углекислого газа во всех клетках тела человека.

7. Так как организм человека представляет собой резервуар, в котором происходят поступление, образование, трансформация и выведение углекислоты, то необходим переход к дозовым воздействиям за весь период жизни в связи с повышением концентрации CO_2 в атмосфере крупных городов до 0,04 % по объему.

8. Составлена функциональная схема преобразования углекислоты в организме с целью определения допустимой концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе с учетом дозового эффекта, учитывающего время воздействия. Модель отражает взаимодействие системы "Организм человека" с внешней средой. Модель организма человека содержит блоки: дыхание, кровообращение, обмен веществ.

9. На первом этапе моделирования предполагается выявление зависимости между концентрацией углекислого газа в альвеолярном воздухе и величиной кислотности крови, что позволит определить содержание CO_2 во вдыхаемом воздухе, при котором снижение величины pH крови не превысит пределов физиологической выносливости человека при компенсации ацидоза в течение всей продолжительности жизни (не менее 80 лет).

Список литературы

1. **Фангер П. О.** Олф и деципол — показатели для количественной оценки восприятия людьми уровня загрязнения воздуха в помещениях и на открытом воздухе // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2017. № 1. С. 76—88.
2. **ГОСТ Р ЕН 13779—2007** Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-en-13779-2007 (дата обращения 12.01.2022).
3. **Штаненко Н. И., Буйневич И. В., Киеня А. И.** Респираторная система: Учебно-методическое пособие. Гомель: ГомГМУ, 2015. 104 с.
4. **Григорьева Т. Ю.** Типовые задачи по курсу "Безопасность жизнедеятельности". М.: Издательство МАДИ, 2014. 60 с.
5. **Реаниматология** и анестезиология. Основы CO_2 мониторинга. (Практическое руководство по материалам фирмы Datex). URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=5945 (дата обращения 12.01.2022).
6. **Губернский Ю. Д., Калинина Н. В., Гапонова Е. Б., Банин И. М.** Нормирование диоксида углерода в воздушной среде жилых и общественных зданий // Методы оценки соответствия. 2013. № 7. С. 35—38.
7. **Елисеева О. В.** К обоснованию ПДК двуокиси углерода в воздухе // Гигиена и санитария. 1964. № 8. С. 16—21.
8. **ГОСТ 30494—2011** Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011 (дата обращения 12.01.2022).
9. **Мансуров Р. Ш., Гурин М. А., Рубель Е. В.** Влияние концентрации углекислого газа на организм человека // Строительство: новые технологии — новое оборудование. 2018. № 3. С. 56—59.
10. **Baek H.-J.** et al. Climate Change in the 21-st Century Simulated by HadGEM2-AO Under Representative Concentration Pathways // Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences. 2013. Vol. 49. No. 5. P. 603—618.
11. **Schaefer K. E.** Effect of increased ambient CO_2 levels on human and animals // Experientia. 1982. Vol. 38. No. 10. P. 1163—1168.
12. **Robertson D. S.** Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere // Current Science. 2006. Vol. 90. No. 12. P. 1607—1609.
13. **Paulev P.-E.** Textbook in Medical Physiology and Pathophysiology. Copenhagen: Medical Publishers, 2000. 1263 p.
14. **Jacobson T. A.** et al. Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide // Nature Sustainability. 2019. Vol. 2. No. 2. P. 691—701.
15. **Гошка Л. Л.** Климатические системы и образование патогенных минералов в организме человека // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 2. С. 23—30.

Y. L. Tkachenko, Associate Professor, e-mail: Tkachenko_Y_L@bmstu.ru,
S. D. Morozov, Senior Lecturer, **I. S. Shcherbakova,** Senior Lecturer,
A. S. Rovnyagina, Master Student, **Z. S. Maer,** Student, **K. R. Rusanova,** Student,
Bauman Moscow State Technical University

Physiological Approach to CO_2 Normalization

The article deals with the regulation of the permissible carbon dioxide content in the indoor air. It is shown that at present the sanitary-hygienic approach to determination of an admissible concentration of CO_2 which does not reflect possible changes of physiological parameters of a human body is used. It is proposed to switch

to other principles of rationing which take into account the influence of carbon dioxide present in the inhaled air on blood acidity and processes of formation of pathogenic biominerals in organs and tissues. A model of carbon dioxide conversion in humans has been mapped out and is intended to be used to assess the impact of atmospheric CO_2 on human vital functions over a long period of time.

Keywords: *carbon dioxide, carbon dioxide, permissible concentration of CO_2, exposure to CO_2, sick building syndrome, CO_2 and human organism, blood acidity, acidosis*

References

1. **Fanger P. O.** Olf and decipol — indicators for quantifying people's perception of indoor and outdoor air pollution. *AVOK: Ventilation, Heating, Air Conditioning, Heating and Building Thermophysics*. 2017. No. 1. P. 76—88.
2. **GOST R EN 13779—2007** Ventilation in non-residential buildings. Technical Requirements for Ventilation and Air Conditioning Systems. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-en-13779-2007 (date of access 12.01.2022).
3. **Shtanenko N. I., Buinevich I. V., Kienya A. I.** Respiratory System: Textbook. Gomel: GomSMU, 2015. 104 p.
4. **Grigoryeva T. Y.** Typical tasks for the course "Life Safety". Moscow: MADI Publishing House, 2014. 60 p.
5. **Resuscitation** and anesthesiology. Fundamentals of CO_2 monitoring. (Practical guide to Datex materials). URL: http://www.medlinks.ru/article.php?sid=5945 (date of access 12.01.2022).
6. **Guberninsky J. D., Kalinina N. V., Gaponova E. B., Banin I. M.** Carbon dioxide standardization in the air of residential and public buildings. *Methods of Conformity Assessment*. 2013. No. 7. P. 35—38.
7. **Eliseeva O. V.** To justification of MPC of carbon dioxide in the air. *Hygiene and Sanitation*. 1964. No. 8. P. 16—21.
8. **GOST 30494—2011** Interstate Standard. Residential and public buildings. Parameters of microclimate in premises. URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011 (date of access 12.01.2022).
9. **Mansurov R. Sh., Gurin M. A., Rubel E. V.** Impact of carbon dioxide concentration on human body. *Construction: new technologies — new equipment*. 2018. No. 3. P. 56—59.
10. **Baek H.-J.** et al. Climate Change in the 21st century Simulated by HadGEM2-AO Under Representative Concentration Pathways. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*. 2013. Vol. 49. No. 5. P. 603—618.
11. **Schaefer K. E.** Effect of increased ambient CO_2 levels on humans and animals. *Experientia*. 1982. Vol. 38. No. 10. P. 1163—1168.
12. **Robertson D. S.** Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere. *Current Science*. 2006. Vol. 90. No. 12. P. 1607—1609.
13. **Paulev P.-E.** Textbook in Medical Physiology And Pathophysiology. Copenhagen: Medical Publishers, 2000. 1263 p.
14. **Jacobson T. A.** et al. Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide. *Nature Sustainability*. 2019. Vol. 2. No. 2. P. 691—701.
15. **Goshka L. L.** Climatic systems and formation of pathogenic minerals in human body. *Engineering and Construction Journal*. 2009. No. 2. P. 23—30.

Информация

Начинается подписка на журнал
"Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2022 г.

Оформить подписку можно
через подписные агентства или непосредственно в редакции журнала

Подписной индекс по Объединенному каталогу
"Пресса России" — 79963

Сообщаем, что с 2020 г. возможна подписка
на электронную версию нашего журнала.

Подписку на электронную версию журнала можно оформить через
ООО "ИВИС", тел.: +7 (495) 777-65-57, 777-65-58; e-mail: sales@ivis.ru
и Агентство "Урал-Пресс" http://ural-press.ru (индекс 013312)
Для оформления подписки следует обратиться в филиал агентства по месту жительства

Адрес редакции: 107076, Москва, ул. Матросская Тишина, д. 23, стр. 2, оф. 45
Издательство "Новые технологии",
редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности"

Тел.: +7 (499) 270-16-52, (499) 270-16-50. E-mail: bjd@novtex.ru

УДК 613.81(470.56)

Л. И. Каспрук, д-р мед. наук, проф. кафедры, e-mail: Kaspruk61@yandex.ru,
Оренбургский государственный медицинский университет

Алкоголизм как региональная медико-социальная проблема безопасности жизнедеятельности (на примере Оренбургской области)

В статье представлены результаты исследования алкоголизма как медико-социальной проблемы безопасности жизнедеятельности на примере Оренбургской области. В исследовании проведен мониторинг летальных случаев в регионе, осуществлена актуализация статистических данных Роспотребнадзора, Минздрава России и Оренбургской области в формате возникновения значимых потерь трудоспособности, преждевременной смерти и других социально-экономических негативных последствий, связанных с алкоголизмом. Определено высокое ранговое место алкоголизма в ряду факторов по степени значимости в числе основных рисков преждевременной смертности, инвалидности и потери здоровья. Актуализированы пути снижения влияния факторов риска, связанных с употреблением алкоголя.

Ключевые слова: *алкоголизм, летальность, безопасность жизнедеятельности, значимая потеря, регион, медико-социальная проблема*

Введение

В настоящее время, к сожалению, можно констатировать, что алкоголизм представляет собой актуальную медико-социальную проблему в России и во всем мире. Непосредственно дефиниция "алкоголизм" определяется в качестве расстройства/заболевания, имеющего отличительные психические и соматические особенности из-за постоянного злоупотребления спирта в определенных мерах, провоцирующих состояние алкогольного опьянения. Общеизвестный факт, что злоупотребление алкоголем приводит к тяжелым отравлениям и вызывает развитие необратимых последствий в организме человека. Являясь высокотоксичным ядом, алкоголь в буквальном смысле отравляет и убивает все системы и органы. Не вызывает сомнений, что при продолжительном употреблении его происходит развитие многочисленных заболеваний, а употребление алкоголя в опасных для здоровья дозах является этиологическим фактором болезней и травм, приводящих к значимым потерям трудоспособности, а также к преждевременной смерти и другим социально-экономическим негативным последствиям.

Цель исследования: диагностировать алкоголизм как региональную медико-социальную проблему безопасности жизнедеятельности; выявить пути снижения влияния факторов риска, связанных с употреблением алкоголя.

Результаты и обсуждение

В соответствии с информационными сведениями Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), в России среднее потребление алкоголя на душу населения на различных территориях составляет 10,3...18 л ежегодно. Оценивая эти показатели, можно констатировать, что они выше на треть, чем, например, в Германии, Испании, Финляндии. При ином сравнении, — больше на 56 %, чем в таких странах, как Япония и Норвегия. Уточним, что вышеуказанные сведения приведены в соответствии с данными статистики, которые предоставляются ВОЗ, функционирующей под эгидой Организации Объединенных наций (ООН) в контексте охраны здоровья населения всего мира и решения международных проблем, непосредственно связанных со здравоохранением.

При этом Всемирная Организация Здравоохранения основывается, прежде всего, на данных, предоставляемых контролирующими организациями, которые осуществляют контроль за сбытом алкогольной продукции. Во "Всесоюзном научно-исследовательском институте по изучению конъюнктуры и спроса в торговле" произведены расчеты, показывающие, что, к сожалению, объемы вырабатываемого жителями различных территорий самогона уравнялись с тем количеством

спиртных напитков, которые выпускаются непосредственно на государственных предприятиях.

Сформировалась неблагоприятная структура употребляемых напитков. Уже в начале девяностых годов прошлого столетия удельный вес крепких напитков составлял более 80 %. Отметим в связи с этим и значительное ухудшение криминогенной обстановки, связанное со злоупотреблением спиртными напитками [1].

Следует отметить, что диффузия алкогольной зависимости в России характеризуется своими особенностями, которые связаны с самобытными обстоятельствами. То есть российское пьянство/алкоголизм имеет отличающийся в значительной степени от других стран характер. При этом непосредственно степень отрицательного воздействия у нас оказалась значительнее и имеет тенденцию к увеличению. Поэтому остаются актуальными вопросы антиалкогольной политики государства, так как необходимы усовершенствованные планы, установки и средства. Также весьма актуальным остается аспект способов реализации этих целей в контексте организационного, финансового, научно-информационного обеспечения.

Если осуществить историко-медицинский экскурс, можно констатировать, что распространенного пьянства в России вплоть до середины XVI в. не существовало. Только лишь тогда, когда торговля спиртным возникла как "статья государственного дохода", стало поощряться изготовление спирта. Возникла так называемая "насильственная алкоголизация населения" [1]. Наряду с этим, необходимо отметить, что безопасность деятельности в формате решения такой медико-социальной проблемной ситуации, как алкоголизм, касается общих закономерностей, конкретизирующихся в частных дисциплинах [2]. В структуре потребления алкоголя в России на первом месте стоят крепкие алкогольные напитки. Население расходует в среднем 2,5 % денежных доходов в год на покупку алкоголя.

Медико-биологические факторы, которые способствуют развитию алкоголизма, подразделяют следующим образом: 1) наследственная предрасположенность к химической зависимости; 2) наличие нервных и психических заболеваний и последствий органического генеза; 3) расстройства личности (психопатии). В результате злоупотребления алкоголем возникают болезни печени, поджелудочной железы, системы кровообращения, неврологические болезни, злокачественные новообразования, психические расстройства, нарушения репродуктивной функции и многие другие. Цирроз печени, алкогольный гепатит, панкреатит, ишемическая болезнь сердца, кардиомиопатии, инсульт и др. — самые частые последствия злоупотребления алкоголем [3].

С сожалением, можно констатировать, что нынешнее состояние статистики и научных исследований различных аспектов проблем алкогольного потребления не дает возможности понять и оценить объективную картину алкоголизации населения. Важно провести оценку, учитывая различные социальные, этнические группы населения, а также расценить распространенность пьянства/алкоголизма на разных территориях. Ведь в стране насчитывается около 5 млн алкогользависимых, что составляет более 3 % населения территорий. При этом, например, туберкулез в группе страдающих алкоголизмом мужчин встречается чаще в 3 раза, чем у всего взрослого мужского населения вообще.

Несомненно, социальные факторы, предрасполагающие к развитию алкоголизма, занимают важное место. При этом роль семьи, ее состав и организация в контексте особенностей воспитания представлены главной частью в структуре социальных факторов. К ним принадлежат элементы воспитания в семьях с низким социально-экономическим уровнем и др. Это также национальные и этнокультурные отличительные черты потребления алкоголя.

Важную функцию выполняет воздействие социальной окружающей обстановки. В целом ряде макросоциальных обстоятельств следует указать такие, как экономические условия, качество образования, популяризация алкогольных напитков, представление предметов алкогольной субкультуры в кино, живописи и др. В различных группах населения также имеются свои особенности. Например, если рассматривать гендерные характеристики, можно отметить, что в развитии, например, женского алкоголизма в большинстве случаев актуальны следующие этиологические моменты: существующие обычаи микросоциальной обстановки (в области профессиональной деятельности); взаимовлияние пьющего мужа в плане дисгармоничных отношений в семейной и личной жизни.

В различных возрастных группах также отмечаются свои отличительные черты. Например, в развитии подросткового алкоголизма

провокационные влияния имеют: органическая и церебральная недостаточность, высокая толерантность к алкоголю, отягощенная алкоголизмом наследственность, истероидные акцентуации характера. Для всех социальных групп имеют действенный эффект психологические детерминанты. Также сюда относятся: состояние психического дискомфорта, трудности адаптации в микросоциальных средах, патохарактерологические особенности развития личности, акцентуации характера и др.

Алкоголизм значительно снижает качество жизни пациента, а также оказывает влияние на социальную адаптацию. Роль в обществе и социальное функционирование у всех вышеназванных групп составляет менее 70 %. В более старших возрастных группах означенный показатель стремительно уменьшается. Таким образом, происходит деградация социальной личности человека. Это, в конечном счете, приводит к потере общественной функциональной роли. Кроме того, при злоупотреблении алкоголем часто наблюдаются травматические повреждения различного генеза. Среди осложнений хронического алкоголизма со стороны центральной нервной системы часто встречается токсическая энцефалопатия, частый результат которой, — инвалидизация пациентов. Качество жизни резко снижается. Этиологический фактор — большая продолжительность злоупотребления алкоголем и усугубление энцефалопатии [4].

Отмечается, что во всех группах удовлетворенность качеством жизни различна в зависимости от пола, продолжительности пребывания в психоневрологических учреждениях (ПНУ). В значительной степени обнаруживают воздействие на качество жизни невротические, эмоциональные, тревожные и другие расстройства. Говоря о социально-экономических последствиях алкоголизма, необходимо отметить, во-первых, экономические убытки и вынужденные прямые затраты. Во-вторых, потери неимущественного характера. К первой группе относятся связанные с чрезмерным употреблением алкоголя и алкогольных напитков ненадлежащего качества, "потери от ежегодной смерти". В этой же группе — самоубийства, убийства и другие преступления. Затраты на содержание системы учреждений исполнения наказаний также относятся к вышеназванной группе. Это — убытки госбюджета в результате незаконного производства и оборота спиртосодержащей продукции.

Необходимо отметить возникающие проблемы асоциализации, обозначаемые как "исключение" из общества детей-сирот. Наличие группы так называемых "социальных сирот" (оставляющих свою семью из-за пьянства, насилия над ними и аморального поведения родителей, которые совершенно не выполняют родительские обязанности). Прямые издержки связаны с необходимостью искоренения беспризорности и безнадзорности детей и необходимых трат на "социальных сирот".

Регистрируются потери в контексте выплат различных пособий, страховых выплат по медицинскому и социальному страхованию. Они возникают в связи с лечением и/или содержанием лиц, больных алкоголизмом и в том числе болезнями, вызванными чрезмерным употреблением алкоголя и/или употреблением алкогольных напитков ненадлежащего качества. В этой же группе находятся затраты на содержание, лечение и социальную реабилитацию больных алкоголизмом и другими заболеваниями, обусловленными чрезмерным употреблением алкоголя или употреблением алкогольных суррогатов.

Актуальными остаются аспекты ущербов, относящихся к проблеме рождения детей с врожденными или наследственными заболеваниями вследствие злоупотребления алкоголем родителями. Значительный урон регистрируется в плане производительности труда, который наносится вследствие чрезмерного употребления алкоголя на рабочем месте. К потерям неимущественного характера относятся маргинализация определенной части общества, диффузия "субкультуры алкогользависимых". Искажаются общественные и семейные ценности. Подрываются духовно-нравственные традиции.

В период с 2007 по 2017 г. отмечалось, что в мире потребление алкоголя на душу населения снижалось. В России оно также имело тенденцию к уменьшению. Однако в то же время Росстат фиксировал увеличение количества умерших от отравления алкоголем. Уже в первой половине 2021 г. отравления от алкоголя выросли, к сожалению, на 21,1 % по сравнению с аналогичным периодом 2020 г. Летально окончились вышеназванные случаи у более чем 3,9 тыс. человек. Для сравнения — за тот же период 2020 г. этот показатель был 3,2 тыс. человек. Следует отметить, что необходимы меры для борьбы с процессом алкоголизации населения. Кроме того, справедливо

положение, что давно назрел более системный подход к данной проблеме.

Последние годы отмечены тем, что государство ограничивает распространение спиртных напитков. Прежде всего, это — ограничения территориального направления. Совершенно справедливо, что запрещена продажа алкоголя вблизи образовательных учреждений, по возрастным условиям — реализация с 18 лет. Кроме того, дополнительные запреты во время посевных работ, а также в определенное время. В Оренбургской области, например, алкоголь не продают после 23:00 часов. Нельзя не отметить, что существует также целый ряд государственных проектов по противодействию алкоголизации. Мероприятия по повышению минимального возраста продажи алкоголя с 18 лет до 21 года вполне обоснованы, потому что активный период формирования органов и систем начинается с 14-летнего возраста и заканчивается к 20 годам. Поэтому высококонцентрированный алкоголь категорически противопоказан в этот период.

Все вышеозначенные проблемы весьма актуальны в регионах, и в частности, в Оренбургской области. В городе Оренбург в областном клиническом наркологическом диспансере за 2018 г. в лечебных отделениях стационара круглосуточного пребывания было 9799 пациентов. В условиях дневного стационара — 476 человек. Прошли реабилитацию в тот же период около 200 человек. В стационарном отделении медицинской реабилитации для детей и подростков находились чуть более 170 человек. Всего в диспансерно-поликлинических отделениях областного клинического наркологического диспансера за 2018 г. было осуществлено 438 514 посещения. Показатель заболеваемости наркологическими расстройствами составлял 9,75 на 10 тыс. населения. При этом заболеваемость хроническим алкоголизмом — 7,65 на 10 тыс. населения [5]. Региональное потребление алкоголя на одного человека составляет 10,1 л на одну душу населения. Показатель "смерти от случайных отравлений на 100 тыс. населения" в возрасте от 15 до 79 лет составил 13,5 чел./100 000 населения. При этом "доля преступлений, совершенных в состоянии алкогольного опьянения", представлена более 30 %.

Согласно данным региональных органов статистики Росстата за 2018 г., можно констатировать, что по рейтингу смертности россиян от алкоголя Оренбуржье лидирует в сравнении с другими регионами Приволжского Федерального округа (ПФО). По показателю "смертность количества человек на каждые 10 тысяч населения" Оренбург и Оренбургская область относятся к "четвертому типу со смертностью". Вышеназванный показатель составляет 4—6 человек на 10 тысяч населения. Если провести сравнение с соседними территориями, например, с Самарой, можно отметить, что там смертность от алкоголя составляет всего 1 человек на 10 тыс. населения. Другие регионы — Саратов, Ульяновск и Башкирия стоят на 3-м месте — 2—4 человека на 10 тыс. населения. Из непосредственных причин смерти на высоких ранговых местах указываются: отравления алкоголем, кардиомиопатия, алкогольные гепатиты, цирроз печени и др.

Важно отметить тот факт, что наиболее часто по причинам, которые связаны со злоупотреблением алкоголя, умирают мужчины трудоспособного возраста [6]. Вышеуказанные данные коррелируют со среднестатистическими. В Оренбургской области контроль за выполнением требований технических регламентов, оборотом алкогольной и табачной продукции осуществляется с основной целью — недопущение на потребительский рынок некачественных и опасных продуктов. Реализация "Концепции государственной политики по снижению масштабов злоупотребления алкогольной продукцией и профилактике алкоголизма среди населения Российской Федерации" сохраняет свою высокую актуальность.

В регионе в 2020 г. показатель "острые отравления алкоголем" составлял 5,3 случая на 100 тыс. населения. Число летальных исходов от токсического действия алкоголя уменьшилось по сравнению с 2019 г., и было равно 2,1. Оценка показателя "Острые отравления вследствие токсического действия алкоголя" на 100 тыс. населения за трехлетний период 2018—2020 гг. продемонстрировала тенденцию к снижению. Если вышеуказанный показатель ("Острые отравления вследствие токсического действия алкоголя") в 2018 и 2019 гг. равнялся 7,1, то число "летальных исходов вследствие токсического действия алкоголя на 100 тыс. населения" в 2018 г. составило 1,5, в 2019—2020 гг. — 5,3. К 2019 и 2020 гг. данный показатель вырос соответственно до 2,3 и 2,1 на 100 тыс. населения.

В контексте осуществления контроля качества и безопасности алкогольной продукции в регионе (Оренбургской области) проверено 43 субъекта на 99 объектах, которые реализуют алкогольную

продукцию. При этом нарушения определены более чем на 30 %. Из отобранных и исследованных образцов алкогольной продукции не было обнаружено не соответствующих нормативным требованиям. Нарушения, выявленные в ходе проверки, — это отсутствие документов, подтверждающих качество и безопасность алкогольной продукции, нарушение условий хранения и др. Оформляются протоколы об административных правонарушениях, постановления о наложении штрафов. В 2020 г. забраковано 16 партий алкогольной продукции объемом 11 дкл. [7].

Сам факт недостаточного контроля в сочетании с высокими налогами на вино-водочную продукцию обусловил увеличение нелегального производства, незаконного оборота спиртного, появление на алкогольном рынке дешевого, но часто негодного к употреблению алкоголя. Это стало причиной массовых алкогольных отравлений. Говоря об уровнях возможных рисков употребления фальсифицированных алкогольных продуктов в формате здоровья и жизни, обратимся к приведенным ниже сведениям Госкомстата. Они подтверждают то, что случайные отравления алкоголем с 16,1 тыс. человек в 1991 г. увеличились до 55,5 тыс. человек в 1994 г. В 2005 г. их число снизилось, — до 35 тысяч.

В истории страны в данном контексте отмечались такие факты, когда нелегальное изготовление водочных изделий достигало огромных размеров: в 1998 г. — до 60 % от легального производства. После принятия правительством мер по исправлению положения удельный вес нелегальной продукции продолжал оставаться, по данным Минэкономразвития, в пределах 40 %. В довершение всего появилось самогоноварение, принявшее почти серийный характер [1]. В 2021 г. в регионе (Оренбургская область) фиксировался целый ряд смертей в результате отравления алкогольными суррогатами. Жители территорий (в основном, восточных) Оренбургской области массово обращались за медпомощью с симптомами отравления: головокружение, потеря зрения, судороги, тошнота. У некоторых из них (30 человек) наступил летальный исход до прибытия медицинской помощи. Еще более 60 человек находились в тяжелом состоянии в региональных медицинских учреждениях. При этом в крови всех пострадавших и умерших обнаружен метанол. У некоторых пострадавших была выявлена его концентрация в несколько раз выше смертельной. Было определено "функционирование" своеобразного крупнооптового рынка, из которого суррогатный алкоголь поступал на территории региона.

Вероятной причиной спроса на суррогаты стала низкая цена. Риск состоит в том, что вышеозначенные алкогольные суррогаты в смеси с техническим спиртом не отличаются от водки по запаху, вкусу и цвету и дают первоначально такое же опьянение, как и при приеме алкоголя. При отравлении появляются клинические признаки, которые объясняются превращением метанола в формальдегид и муравьиную кислоту. Возникают судороги, угнетение сознания, слепота. Зрительный нерв первым реагирует на токсическое вещество. Летальной дозой является от 20 мл и более. Метанол представляет собой яд нервного и сердечно-сосудистого действия. Токсичное действие его связано с угнетением центральной нервной системы (ЦНС), развитием тяжелого метаболического ацидоза, поражением сетчатки глаза и дистрофией зрительного нерва. При больших дозах отравление происходит молниеносно. Смерть наступает в течение 2—3 часов. В рассматриваемом регионе при расследовании случаев отравления в 2021 г. возбуждены уголовные дела "О сбыте товаров, повлекших смерть более двух человек", "О производстве немаркированной алкогольной продукции", "О незаконном обороте этилового спирта".

При этом необходимо понять общие закономерности вышеуказанных опасных явлений и соответствующие методы и средства защиты человека в условиях его обитания. В данном формате безопасность жизнедеятельности решает триединую задачу. Она состоит, во-первых, в идентификации опасностей, во-вторых, в реализации профилактических мероприятий и, в-третьих, в защите от остаточного риска [8, 9].

Необходимо учитывать, что весь алкоголь в России должен продаваться через Единую государственную автоматизированную информационную систему"(ЕГАИС). Создана эта система для учета производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции. Непосредственно к ней должны быть подключены все, закупающие алкоголь. Без кодирования ЕГАИС нет возможности выяснить источник той или иной продукции.

Понятно, что на контрафактном алкоголе таковой кодировки нет. Сейчас в наличии большое количество программных приложений для IOS (мобильная операционная система, созданная и

разработанная компанией Apple исключительно для своих устройств) и Android (операционная система с открытым исходным кодом, созданная для мобильных устройств на основе модифицированного ядра Linux). Операционная система компании Android разработана консорциумом Open Handset Alliance, состоящим из крупных технологических компаний при организующей роли Google. Они дают возможность определить происхождение спиртного: от непосредственного производителя до момента продажи через ЕГАИС.

Может возникать множество ситуаций, связанных с вредным воздействием метанола. Даже в салоне автомобиля могут накапливаться опасные его концентрации. В результате возникает химическое отравление. Это может происходить потому, что известная как "незамерзайка", в которой в качестве исходного сырья применяется метанол, — не имеет обозначенного запаха. Вышеозначенную продукцию можно также считать опасной для здоровья при ее использовании. Владельцам автомобилей при применении стеклоомывающих средств также необходимо обращать внимание на сопроводительные документы: свидетельство о государственной регистрации, сертификат соответствия, информацию, нанесенную на потребительскую маркировку.

Заключение. Таким образом, в настоящее время сохраняют актуальность основные тенденции профилактической направленности по борьбе с алкоголизмом, в том числе и в регионе. Требуется более четкая организация работы в формате создания масштабных просветительных программ по предотвращению последствий злоупотребления алкоголем для здоровья, семьи и общества. Существенно важным представляется осуществление мониторинга эффективности мер, предпринимаемых для предупреждения ущерба от последствий алкоголизма.

Необходимо осуществление конкретных мер защиты общественной, частной и трудовой среды от несчастных случаев, насилия и негативных последствий злоупотребления алкоголем. Следует обеспечить четкое выполнение законов, направленных на эффективное запрещение вождения транспортных средств в состоянии алкогольного опьянения.

Требуется проведение работы по созданию антиалкогольных программ с учетом положений и требований Европейской хартии по антиалкогольной пропаганде. Остро актуален вопрос строгого контроля алкогольной продукции. Насущными проблемами остаются вопросы обеспечения доступности эффективных служб лечения и реабилитации. Необходимо усиление морально-этической и юридической ответственности работников сферы сбыта и обслуживания населения с предложением алкогольных напитков. Актуальны в настоящее время аспекты обеспечения строгого контроля за безопасностью продукции. В этом же ряду стоит реализация мер по борьбе с противозаконным производством и реализацией алкоголя.

Существенно важной и востребованной является работа по подготовке и обучению специалистов здравоохранения, социального обеспечения, просвещения, судопроизводства и др. Актуальными остаются аспекты деятельности, способствующие укреплению здорового образа жизни.

Представляется существенно важным законодательное закрепление научно обоснованных подходов к решению проблемы пьянства и алкоголизма. Важной задачей является обозначение социальных приоритетов в контексте антиалкогольной политики и организация системы антиалкогольного воспитания молодежи. Актуальными остаются проблемы обеспечения охраны здоровья граждан в плане профилактики злоупотребления алкоголем, а также аспекты социальной реабилитации больных алкоголизмом.

Список литературы

1. **Заиграев Г. Г.** Алкоголизм и пьянство в России. Пути выхода из кризисной ситуации // Социологические исследования. 2009. № 8. С. 74—84.
2. **Русак О. Н.** Безопасность жизнедеятельности: цель не достигнута (к 30-летию курса БЖД) // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 9 (249). С. 3—5.
3. **Масленникова Г. Я., Оганов Р. Г.** Алкоголь и риск развития неинфекционных заболеваний: стратегии контроля в Российской Федерации // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2013. № 4. С. 4—9.
4. **Красовский В. С., Масютина С. М.** Социальные аспекты и качество жизни пациентов с неврологическими осложнениями при хроническом алкоголизме // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=28164 (дата обращения 30.10.2021).
5. **Статистика 2018:** Оренбургский областной клинический наркологический диспансер. URL: https://www.narko56.ru/-left-menu/statistika/statistika-2018/ (дата обращения 30.10.2021).
6. **Оренбуржье** является лидером по числу смертей от алкоголя. URL: https://orenday.ru/novosti/novostnaya-lenta/081019145246 (дата обращения 01.11.2021).
7. **Государственный доклад** "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2020 году". Оренбург. 2021. С. 211—214.
8. **Занько Н. Г., Малаян К. Р., Русак О. Н.** Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. О. Н. Русака. 17-е изд. СПб.: Изд-во "Лань", 2017. 704 с.
9. **Русак О. Н.** Теоретические основы безопасности деятельности. Учебное пособие. СПб.: СПб ГЛТУ, 2015. 40 с.

L. I. Kaspruk, Professor of Department, e-mail: Kaspruk61@yandex.ru,
Orenburg State Medical University

Alcoholism as a Regional Medical and Social Problem of Life Safety (on the Example of the Orenburg Region)

The article presents the results of the study of alcoholism as a medical and social problem of life safety on the example of the Orenburg Region. The study monitored regional deaths, updated statistical data of Rospotrebnadzor, the Ministry of Health of Russia and the Orenburg Region in the format of significant disability, premature death and other socio-economic negative consequences associated with alcoholism. The high ranking place of alcoholism factors in terms of importance among the main risks of premature mortality, disability and loss of health has been determined.

Keywords: *alcoholism, lethality, life safety, significant loss, Region, Orenburg region, medical and social problem*

References

1. **Zaigrayev G. G.** Alkogolizm i pianstvo v Rossii. Puti vykhoda iz krizisnoy situatsii. *Sotsiologicheskiye issledovaniya*. 2009. No. 8. P. 74—84.
2. **Rusak O. N**. Bezopasnost zhiznedeyatelnosti: tsel ne dostignuta (k 30-letiyu kursa BZhD). *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2021. No. 9 (249). P. 3—5.
3. **Maslennikova G. Ya., Oganov R. G.** Alkogol i risk razvitiya neinfektsionnykh zabolevaniy: strategii kontrolya v Rossiyskoy Federatsii. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2013. No. 4. P. 4—9.
4. **Krasovskiy V. S., Masyutina S. M.** Sotsialnyye aspekty i kachestvo zhizni patsiyentov s nevrologicheskimi oslozhneniyami pri khronicheskom alkogolizme. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2018. № 5. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=28164 (date of access 30.10.2021).
5. **Statistika 2018:** Orenburgskiy oblastnoy klinicheskiy narkologicheskiy dispanser. URL: https://www.narko56.ru/-left-menu/statistika/statistika-2018/ (date of access 30.10.2021).
6. **Orenburzhye** yavlyayetsya liderom po chislu smertey ot alkogolya. URL: https://orenday.ru/novosti/novostnaya-lenta/081019145246 (date of access 01.11.2021).
7. **Gosudarstvennyy doklad** "O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Orenburgskoy oblasti v 2020 godu". Orenburg. 2021. P. 211—214.
8. **Zanko N. G., Malayan K. R., Rusak O. N.** Bezopasnost zhiznedeyatelnosti. Uchebnik / Pod red. O. N. Rusaka. 17-e izd. Saint-Petersburg: Izd-vo "Lan". 2017. 704 p.
9. **Rusak O. N.** Teoreticheskiye osnovy bezopasnosti deyatelnosti. Uchebnoye posobiye. Saint-Petersburg: SPb. GLTU. 2015. 40 p.

Информация

Уважаемые авторы и подписчики журнала!

Обращаем ваше внимание, что на сайте ВАК РФ размещен документ, озаглавленный "Справочная информация об отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 Правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее — Перечень), утвержденных приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586 (зарегистрирован Минюстом России 26 апреля 2017 г., регистрационный № 46507), с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 12 февраля 2018 г. № 99 (зарегистрирован Минюстом России 15 марта 2018 г., регистрационный № 50368), считаются включенными в Перечень". Журнал "Безопасность жизнедеятельности" включен в этот список (поз. 355, список от 22.10.2021). Считаем необходимым подчеркнуть, что текст п. 5 Правил формирования Перечня имеет продолжение: "по отраслям науки, соответствующим их профилю". Напомним, что еще до выхода первого номера журнала в январе 2001 г. в качестве основных тематических направлений профиля были определены вопросы безопасности деятельности человека, экологии и преподавания соответствующих дисциплин в высшей школе.

УДК 577-4
Б. С. Ксенофонтов, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Интенсификация очистки газовых выбросов от углекислого газа

В работе рассмотрены вопросы улавливания углекислого газа из газовых выбросов. Показано, что одним из эффективных способов улавливания являются процессы абсорбции — десорбции. Установлено, что при соблюдении определенных режимов абсорбции — десорбции наблюдается заметное повышение эффективности улавливания углекислого газа из газовых выбросов. Приведены сведения о возможности использования уловленного углекислого газа в технологии флотационной очистки сточных вод и уплотнения активного ила.

Ключевые слова: *очистка газовых выбросов, углекислый газ, процессы абсорбции—десорбции, флотационная очистка сточных вод, комбинированные установки*

Известны различные способы и устройства очистки газовых выбросов от углекислого газа [1]. Одним из вариантов очистки является способ абсорбции—десорбции углекислого газа в воде [2]. В этом случае водная очистка представляет собой типичный процесс физической абсорбции. Основными преимуществами воды как абсорбента для удаления примесей из газовых выбросов являются ее доступность и дешевизна.

В простейшем варианте установка состоит только из абсорбера, работающего при повышенном давлении, и десорбера, в котором вследствие снижения давления из воды выделяется CO_2. Для рекуперации энергии можно применять турбину, позволяющую использовать часть энергии за счет снижения давления жидкости и последующего расширения абсорбированного газа. Основные преимущества водной очистки: простота способа и конструкции установки, отсутствие теплообменников и кипятильников; отсутствие расхода тепла; дешевизна растворителя; отсутствие паров дорогого или токсичного растворителя, переходящего в газовую фазу, доступность материалов.

Известен также способ, суть которого состоит в следующем [3]. Способ очистки газовых выбросов от углекислого газа путем промывки поглотителем с последующей десорбцией под пониженным давлением и (или) при нагревании, причем отличительной особенностью является то, что для расширения ассортимента поглотителей, в качестве последнего применяют сульфон. Существенным недостатком этого способа является невысокая степень очистки газовых выбросов от углекислого газа, а также дороговизна поглотителя.

Рассмотрим способ очистки газовых выбросов от углекислого газа путем промывки поглотителем с последующей десорбцией под пониженным давлением и при нагревании, причем отличительной особенностью является то, что на стадии промывки в качестве поглотителя используется водный щелочной раствор с pH 6...8, а на стадии десорбции — водный раствор с pH 1...3 с изменением pH с щелочного до кислого в течение 1...5 мин [4]. Аппаратурное оформление описанных выше способов различно. Например, на рис. 1 представлена установка, которая включает теплофикационный узел, состоящий из двух теплообменников *24* и *25*, к источнику продуктов сгорания или дымовых газов *1*. Теплообменники *24* и *25* теплофикационного узла предназначены для подогрева сетевой воды для отопления и горячего водоснабжения.

В теплообменнике *26* происходит охлаждение газов до требуемой температуры. После этого дымовые газы поступают последовательно в абсорбер *2* с поглощением газообразной кислоты из дымовых газов и десорбер *3*, где происходит выделение из абсорбента CO_2. Затем CO_2 поступает через брызгоуловитель *4* и осушитель *5* в инжектор *6*, где инжектируется в линейный ресивер *7*. При этом его давление снижается до давления всасывания в компрессоре *8* первой ступени. После трехступенчатого компрессора *8* газообразный CO_2 поступает в конденсатор *9*, ожижается и далее направляется на первое дросселирование в дроссельное

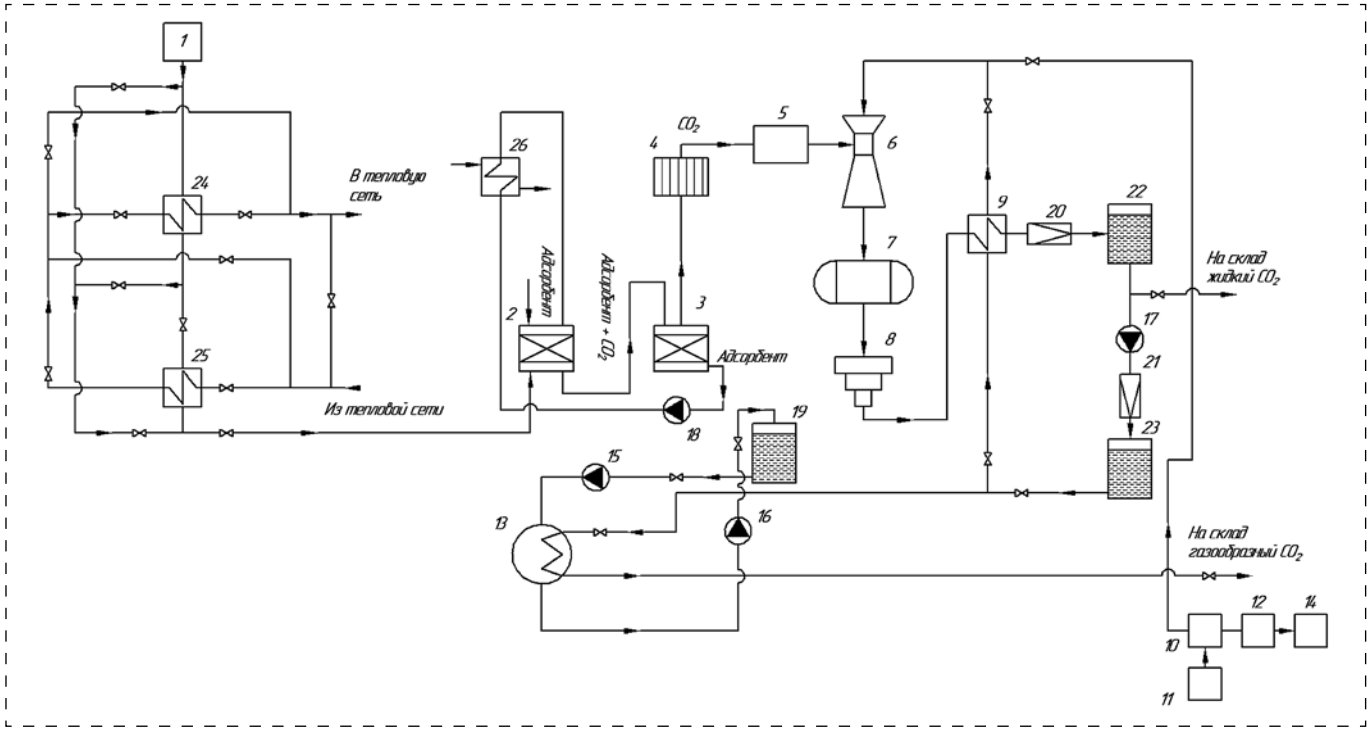

Рис. 1. Принципиальная схема установки

устройство *20*, после которого температура и давление CO_2 снижаются, и далее CO_2 направляется в сепаратор *22*. Отделившаяся в сепараторе жидкая фаза CO_2 поступает с помощью насоса *17* на второе дросселирование в дроссельное устройство *21*, где опять происходит снижение температуры и давления. Жидкий CO_2 из сепаратора *23* подается в конденсатор *13*, например, турбогенераторной установки, кипит, поглощая теплоту конденсации газообразного CO_2. Часть жидкой кислоты после сепаратора *23* подается на конденсатор *9* для конденсации сжатого газообразного CO_2 после компрессора. В ряде случаев предлагаемый автором вариант включает культивирование микроводорослей с утилизацией газообразного углекислого газа и использованием блоков *10* (культиватор), *11* (блок приготовления солей), *12* (культиватор), *14* (блок упаковки продукции).

Другой вариант упрощенных схем подобных установок представлен на рис. 2.

Принцип работы такой установки для улавливания углекислого газа основан на последовательном использовании следующих технологических приемов: охлаждении дымовых газов *2*, абсорбции *3*, десорбции *4*, удаления водных капель *5*, осушки *6*, инжектировании CO_2 *7*. После ресивера *8* CO_2 через конденсатор *10* и дроссельные устройства *12*, *15* и сепараторы *11*, *13* поступает на склад *16* в жидком и/или газообразном виде.

Рассмотрим разработанный и экспериментально проверенный автором способ использования углекислого газа в технологии очистки сточных вод [5—6]. Хорошо известно, что при введении одной рабочей жидкости, насыщенной воздухом, образуется флотокомплекс частица загрязнений — пузырек воздуха размером примерно 0,01...0,05 мм. Скорость подъема таких флотокомплексов 0,13...0,26 мм/с. По предлагаемому способу [5, 6] при добавлении второй рабочей жидкости, насыщенной углекислым газом, образуется флотокомплекс частица загрязнений — пузырек воздуха (труднорастворимый газ) — пузырек углекислого газа (легкорастворимый газ). При этом пузырек углекислого газа коалесцирует с пузырьком воздуха.

При таком способе флотации переход флотируемых частиц загрязнений в пену происходит в 2—2,5 раза быстрее. Также происходит уплотнение пенного слоя в 1,5—2,0 раза по сравнению с контрольным процессом. Таким образом, ускорение процесса напорной флотации приводит к уменьшению габаритов флотационных аппаратов примерно в 2 раза.

Проведенные автором дополнительные исследования показали, что такой процесс напорной

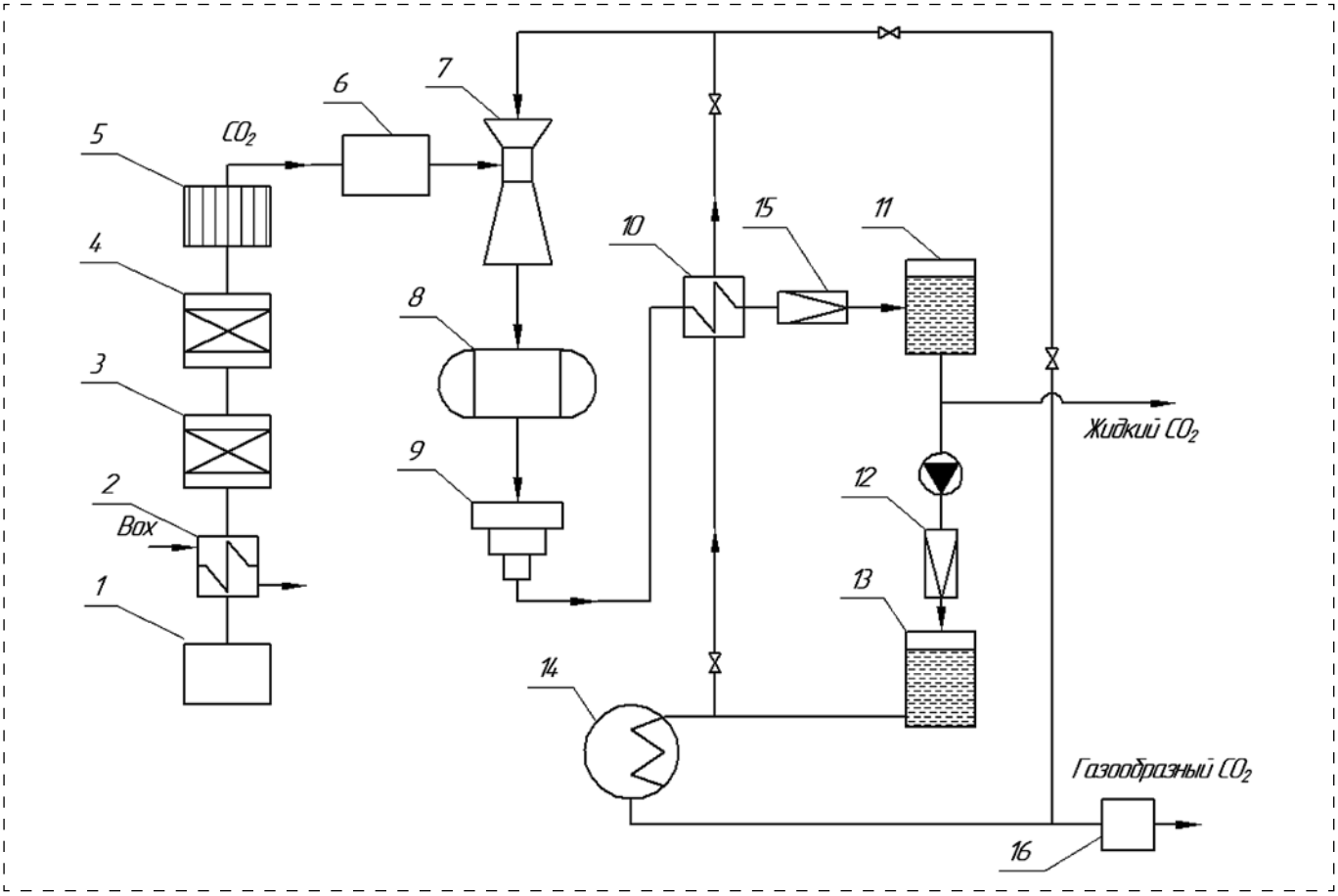

Рис. 2. Упрощенная схема улавливания углекислого газа:
1 — источник продуктов сгорания газов; *2* — теплообменник (охлаждение дымовых газов); $В_{ох}$ — охлаждающая вода; *3* — абсорбер; *4* — десорбер; *5* — брызгоуловитель, *6* — осушитель; *7* — инжектор; 8 — ресивер; *9* — компрессор; *10* — конденсатор; *11*, *13* — сепараторы; *12*, *15* — дроссельные устройства; *14* — конденсатор; *16* — склад

флотации с двумя рабочими жидкостями СВ, 1Ж и 2Ж можно усовершенствовать, например, путем применения двухступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями (первый вариант) — рис. 3 и путем одноступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями с блоком доочистки фильтрацией (второй вариант) — рис. 4.

Первый вариант предусматривает проведение двухступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями, а второй — проведение одноступенчатой флотации с фильтрацией в виде узла доочистки *3*. При этом оба варианта предусматривают флотацию с двумя рабочими жидкостями, в первом варианте использование второй ступени флотации с двумя рабочими жидкостями, а во втором варианте — фильтрации в виде стадии доочистки (см. рис. 3 и 4). Эффективность извлечения взвешенных веществ *E* из биологически очищенной воды по этим вариантам представлена на рис. 5.

Время сгущения пенного слоя *T* при флотационной очистке биологически очищенных вод снижается при использовании двухступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями (рис. 6).

Полученные данные свидетельствуют о снижении времени сгущения пенного продукта в случае использования двухступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями (первый вариант). Однако эффективность извлечения повышается при использовании двух рабочих жидкостей с доочисткой фильтрацией (второй вариант).

Следует отметить, что введение во флотокамеру второго рабочего раствора с углекислым газом увеличивает размеры газовых пузырьков, а следовательно, повышает скорость подъема флотокомплексов примерно в 1,5—2,5 раза, что приводит к интенсификации процесса флотационного разделения суспензии активного ила и очистки сточных вод. Изучение этих процессов имеет важное значение для дальнейшего совершенствования флотационного оборудования [6].

Описанные технические решения были использованы в конструкции разработанного

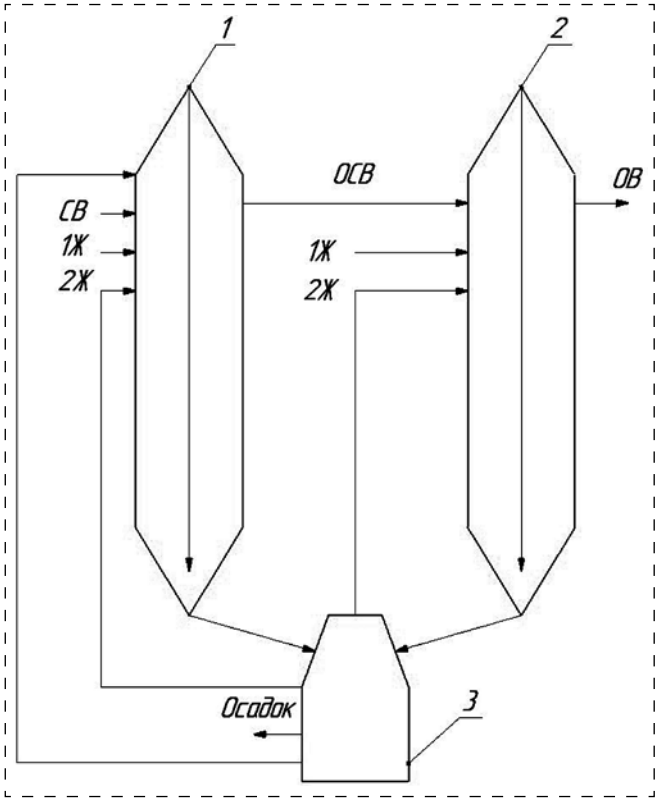

Рис. 3. Схема установки двухступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями (первый вариант):
1, *2* — флотаторы; *3* — обезвоживатель осадка; СВ — сточная вода; ОСВ — очищенная сточная вода; ОВ — очищенная вода

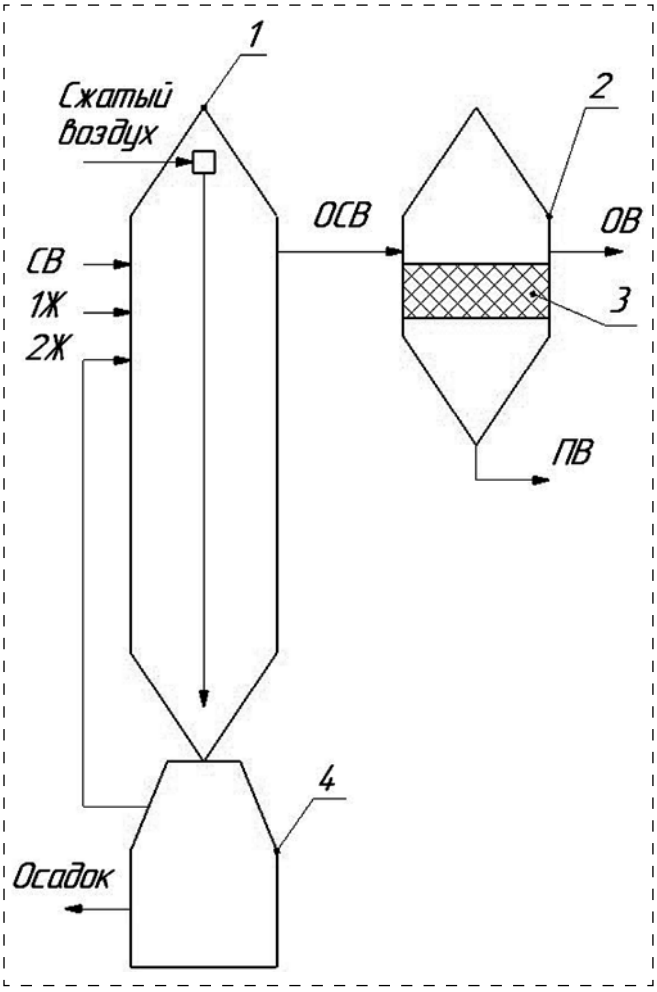

Рис. 4. Схема установки одноступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями (второй вариант):
1 — флотатор; *2* — блок доочистки фильтрацией; *3* — фильтрующая загрузка; *4* — обезвоживатель осадка

автором водофлотокомбайна с тремя рабочими жидкостями, обеспечивающего высокую степень очистки воды. На рис. 7 показана схема водофлотокомбайна [7].

Предлагаемый водофлотокомбайн состоит из корпуса *1*, внутри которого расположены перегородки *6*, а с внешней стороны установлены патрубки подвода рабочих жидкостей соответственно с хорошо растворимым, например углекислым газом, по трубопроводу *37* через патрубок *2*. Углекислый газ подается из баллона *38* и приготовляется в сатураторе *36* с подачей в него очищенной воды по трубопроводу *43*, а также рабочей жидкости с плохо растворимым газом по трубопроводу *39* через патрубок *3*, например воздухом, приготовляемым в сатураторе *40*, в который поступает очищенная вода по трубопроводу *44* и сжатый воздух от компрессора *41*. Водофлотокобайн содержит патрубок подачи грязной (сточной) воды *4*, крышку *5*, пенный желоб *7* с патрубком отвода пенного продукта *16*, устройство вывода очищенной воды *8*, соединенное трубопроводом *9* с фильтром *10*, выходной патрубок которого *11* соединен с промежуточным резервуаром *12*, из которого очищаемая вода с помощью насоса *13* подается в трубопровод *14*, а из него частично

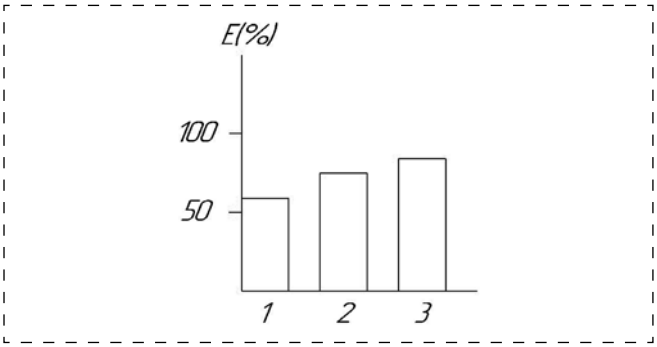

Рис. 5. Зависимость эффективности очистки биологически очищенных вод от взвешенных веществ:
1 — использование одной рабочей жидкости; *2* — использование двух рабочих жидкостей (второй вариант); *3* — использование двух рабочих жидкостей (первый вариант)

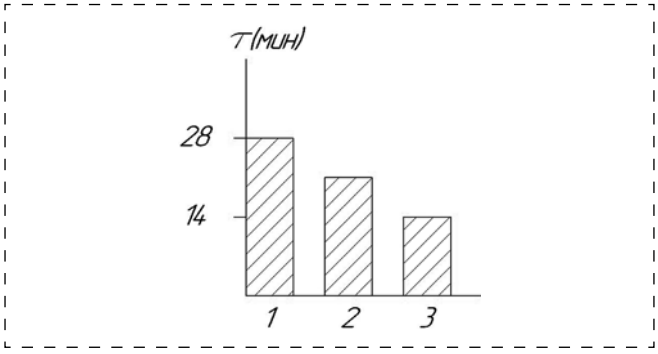

Рис. 6. Эффективность сгущения пенного продукта:
1 — использование одной рабочей жидкости; *2* — использование двух рабочих жидкостей с доочисткой фильтрацией (второй вариант); *3* — использование двухступенчатой флотации с двумя рабочими жидкостями (первый вариант)

выводится по назначению, а частично по трубопроводу *15*, который соединен трубопроводами *43* и *44* с сатураторами соответственно *36* и *40*.

Пенный продукт, отводимый через патрубок *17*, поступает в метантенк *18*, внутри которого установлен рассекатель *19*, змеевик *20* для подачи теплой воды, мешалка *21* с приводом *22* для выгрузки сброженного осадка через патрубок *23* в шнековый сгуститель *25* с внешним приводом *24*, внутри которого установлен шнек *28*, а на внешней стороне расположены патрубок *26* для отвода осветленной воды в сборник *27* и патрубок *29* для отвода концентрата в сборник *30*. На внешней стороне метантенка *18* также расположен патрубок *31*, соединенный трубопроводом *32* с сатуратором *33*,

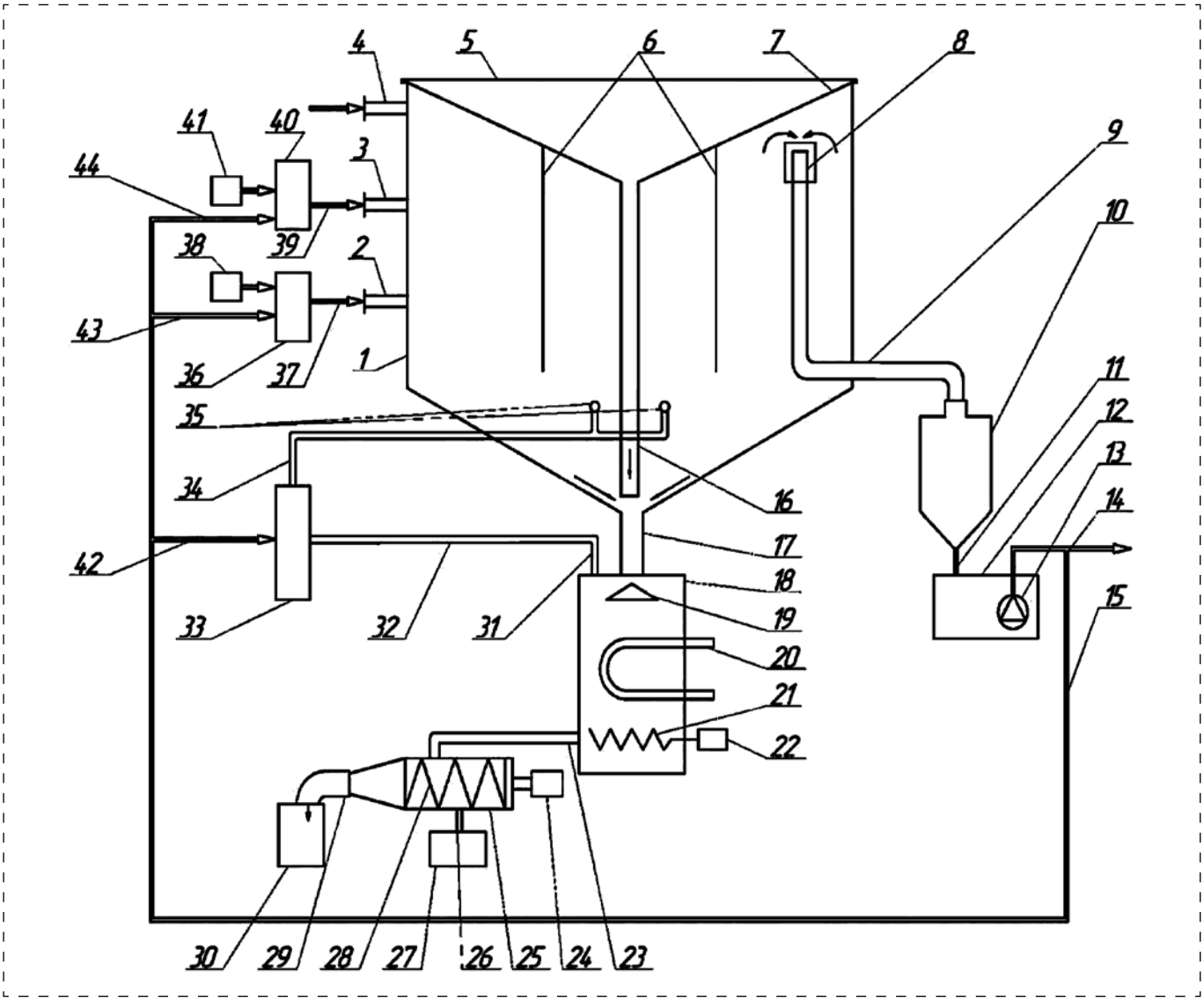

Рис. 7. Схема водофлотокомбайна [7]

который соединен с трубопроводом *42* подачи очищенной воды, а также с трубопроводом *34* подачи раствора биогаза в виде третьей рабочей жидкости в корпус *1* через входные отверстия *35*.

Принцип работы предлагаемого водофлотокомбайна заключается в следующем. Грязная вода через патрубок *4*, а рабочие жидкости соответственно через патрубок *2* с хорошо растворимым газом, например с углекислым газом, и через патрубок *3* с плохо растворимым газом, например с воздухом, поступают внутрь корпуса *1*, где происходит комбинированный флотационный процесс предварительной очистки воды. Дальнейший процесс доочистки воды происходит в фильтре *10*. Далее очищенная вода поступает в промежуточный резервуар *12*, из которого вода с помощью насоса *13* подается в трубопровод *14*, и далее частично выводится по назначению, а частично по трубопроводу *15*, для подачи в сатураторы *36* и *40* для приготовления соответственно рабочих жидкостей хорошо растворимого, например углекислого газа, и плохо растворимого газа, например воздуха. Такая раздельная подача рабочих жидкостей позволяет существенно интенсифицировать флотационный процесс очистки воды. И при этом на основе экспериментов было установлено, что лучший результат получается, когда рабочие объемы сатураторов приготовления рабочих жидкостей соответственно с хорошо растворимым газом и плохо растворимым газом в очищенной воде соотносятся как от 1:1 до 1:10 соответственно.

Дополнительная интенсификация очистки воды флотацией достигается также подачей раствора биогаза из сатуратора *33* в виде третьей рабочей жидкости в рабочее пространство корпуса *1*. Комбинированный вариант флотационного процесса примерно в 2,5—3 раза ускоряет флотационный процесс очистки воды.

Пенный продукт, образующийся при осуществлении комбинированного флотационного процесса очистки воды из пенного желоба *7*, поступает через патрубок *17* в метантенк *18* для сбраживания смеси пенного продукта и осадка, образующихся в процессе флотационной очистки воды. После сбраживания смеси указанных отходов образующийся биогаз выводится через патрубок *31* и далее по трубопроводу подается в сатуратор *33*, в который также поступает очищенная вода из трубопровода *15*. Образующийся раствор биогаза в виде третьей рабочей жидкости поступает через входные отверстия *35*, интенсифицируя флотационный процесс внутри корпуса *1*. Сброженный осадок поступает по трубопроводу *23* в шнековый сгуститель *25*, в котором происходит его сгущение, после которого сгущенный концентрат поступает в сборник осадка *30*, а осветленная вода в сборник *27*.

Качество полученной чистой воды, отбираемой из сборника *12*, удовлетворяет требованиям качества воды питьевого назначения, а степень сгущения осадка делает его транспортабельным с остаточной влажностью 70...80 % и при этом время процесса очистки примерно в 1,5—2,5 раза меньше, чем при использовании известных устройств.

Рассмотренный водофлотокомбайн можно автономно использовать в качестве локальной очистной установки с площадью меньшей до 2,5—3,0 раз, чем в случае использования сооружений-аналогов. Полученные данные подтверждают общую тенденцию целесообразности использования комбинированных установок в технологии флотационной очистки сточных вод [8, 9].

Список литературы

1. **Хотунцев Ю. Л.** Экология и экологическая безопасность. М.: Академия, 2004. 478 с.
2. **Перевалов С. Д.** Анализ способов очистки газов // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений. 2020. Т. 1. № 1. С. 97—104.
3. **Патент** SU 166619. МКИ: B 01 D 53|14. Пр. 1963.03.02, опубл. 1964.11.19. Авторы Карл Хози Дил и др.
4. **Заявка** на изобретение № 2021137681 "Способ очистки газовых выбросов от углекислого газа", пр. 17.12.2021. Заявитель и автор Ксенофонтов Б. С.
5. **Патент** РФ на изобретение № 2108974 "Способ очистки сточных вод", пр. 22.04.1996, рег. 20.04.1998 г. Автор и заявитель Ксенофонтов Б. С.
6. **Ксенофонтов Б. С.** Очистка сточных вод флотацией с несколькими рабочими жидкостями. М.: ИНФРА-М, 2021. 144 с.
7. **Патент** на полезную модель № 199049 "Водофлотокомбайн". Пр. 05.02.2020. Заявитель и автор Ксенофонтов Б. С.
8. **Ksenofontov B. S.** Flotation multistage and generalized models of the process harvesters of Ksenofontov type and for special purpose. San Francisco, Academus Publ., 2021, pt. 1, 299 p. DOI: 10.31519/0022-8. URL: https://academuspub.com/en/nauka/monography/2212/view (дата обращения 09.01.2022).
9. **Ksenofontov B. S.** Design and build flotocombines and water combines based on the principle of biosimile. Monograph / B. S. Ksenofontov. M.: Publishing House "Scientific Library", 2021. 226 p.

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru,
Moscow Bauman State Technical University

Intensification of Cleaning Gas Emissions from Carbon Dioxide

The paper deals with the issues of capturing carbon dioxide from gas emissions. It has been shown that one of the effective capture methods is absorption—desorption processes. It was found that if certain absorption—desorption regimes are observed, a noticeable increase in the efficiency of capturing carbon dioxide from gas emissions is observed. Information on the possibility of using the captured carbon dioxide in the technology of flotation wastewater treatment and compaction of activated sludge is presented.

Keywords: *purification of gas emissions, carbon dioxide, absorption—desorption processes, flotation wastewater treatment, combined plants*

References

1. **Hotuncev Yu. L.** Ekologiya i ekologicheskaya bezopasnost'. Moscow: Akademiya, 2004. 478 p.
2. **Perevalov S. D.** Analiz sposobov ochistki gazov // *Sovershenstvovanie metodov gidravlicheskih raschetov vodopropusknyh i ochistnyh sooruzhenij.* 2020. Vol. 1. No. 1. P. 97—104.
3. **Patent** SU 166619. MKI: B 01 D 53|14. Pr. 1963.03.02, opubl. 1964.11.19. Avtory Karl Hozi Dil i dr.
4. **Zayavka** na izobretenie № 2021137681 "Sposob ochistki gazovyh vybrosov ot uglekislogo gaza", pr. 17.12.2021. Zayavitel' i avtor Ksenofontov B. S.
5. **Patent** RF na izobretenie № 2108974 "Sposob ochistki stochnyh vod", pr. 22.04.1996, reg. 20.04.1998 g. Avtor i zayavitel' Ksenofontov B. S.
6. **Ksenofontov B. S.** Ochistka stochnyh vod flotaciej s neskol'kimi rabochimi zhidkostyami. Moscow: INFRA-M, 2021. 144 p.
7. **Patent** na poleznuyu model' № 199049 "Vodoflotokombajn". Pr. 05.02.2020. Zayavitel' i avtor Ksenofontov B. S.
8. **Ksenofontov B. S.** Flotation multistage and generalized models of the process harvesters of Ksenofontov type and for special purpose. San Francisco, Academus Publ., 2021, pt. 1, 299 p. DOI: 10.31519/0022-8. URL: https://academus-pub.com/en/nauka/monography/2212/view (date of access 09.01.2022).
9. **Ksenofontov B. S.** Design and build flotocombines and water combines based on the principle of biosimile. Monograph. B. S. Ksenofontov. Moscow: Publishing House "Ysshute-shashs Library", 2021. 226 p.

УДК 656.073

В. Ю. Косыгин, д-р геол.-мин. наук, вед. науч. сотр., проф., e-mail: kosyginv@inbox.ru, Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, Хабаровск, **В. Д. Катин,** д-р техн. наук, проф., e-mail: katinvd@mail.ru, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, **А. Н. Луценко,** канд. техн. наук, доц., e-mail: andyhab@mail.ru, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

Использование методов кластерного анализа при оптимизации процесса принятия решений по реагированию на чрезвычайные ситуации, связанные с железнодорожными перевозками опасных грузов

Разработана методика категорирования территорий, примыкающих к железной дороге, по рангам опасности с применением карты комплексного риска, обобщающей техногенные и природные опасности. Данная методика, основанная на применении кластерного анализа, была апробирована для Дальневосточной железной дороги на участке Хабаровск—Корфовский. Возможность более точной характеристики места появления негативного события достигалась путем точечного распределения уязвимостей зоны влияния железной дороги с использованием единичных матриц уязвимостей. Под единичной матрицей уязвимости понимается совокупность элементарных ячеек, полученная с помощью сетчатого деления зоны влияния железной дороги. Каждая из ячеек имеет свою весовую характеристику, зависящую от расположения на ней объекта уязвимости в соответствии с имеющимися информационными ресурсами. Основой предлагаемой методики является ранжирование территории по экологической, хозяйственной, природоохранной, биоресурсной, культурной категориям путем определения единичных матриц уязвимостей, которые описывают каждую из точек события. Такое ранжирование является необходимым условием для усовершенствования системы реагирования на происшествие или возникновение чрезвычайной ситуации при транспортировке опасных грузов по железной дороге.

Ключевые слова: *ранжирование территории, матрица уязвимостей, кластерный анализ, элементарные ячейки, иерархический алгоритм, железнодорожные перевозки, карта комплексного риска, чрезвычайная ситуация, территории воздействия, визуализация кластеров*

Введение

Безопасность перевозок по железной дороге является одним из самых важных вопросов при обеспечении развития транспортной сферы РФ. Формирование системы безопасности на железнодорожном транспорте (ЖД) и ее совершенствование предусматривается стратегией развития ЖД до 2030 года [1], определяющей основную задачу модернизации, а также ведение баз данных, позволяющих оценивать уязвимость категорированных объектов. При решении задачи обеспечения безопасности железнодорожных перевозок необходимо учитывать особенности конкретной территории, по которой проходит железная дорога, а также вероятность возникновения необратимых последствий.

Согласно статистическим данным наблюдается рост числа чрезвычайных ситуаций (ЧС) при транспортировке опасных грузов на железнодорожном транспорте. Поэтому актуальными задачами являются разработка и использование новых методов и средств, которые минимизируют соответствующие риски.

Ранжирование территории влияния железной дороги с учетом степени ее восприимчивости к воздействию опасностей или степени ее уязвимости является одним из важных направлений при решении этого вопроса. Задачи районирования и зонирования железной дороги с учетом

возникновения ЧС рассматриваются в работах [2—4].

Цель исследования: разработка методики ранжирования территории влияния железной дороги, которая подразумевает использование матриц уязвимостей и применение кластерного анализа, а также позволяет оптимизировать процесс принятия решений с учетом рационального размещения средств реагирования на ЧС.

Методика ранжирования уязвимостей

Основные задачи ранжирования железной дороги по категориям их опасности рассматриваются в работах [3, 4], в которых предлагается проводить категорирование железнодорожной линии в соответствии с рангами опасности, а также использовать карты комплексного риска, где обобщаются природные опасности без разграничения по различным видам уязвимостей и привязки к точке события.

Более точная характеристика места события требует "точечного" ранжирования уязвимостей зоны влияния железной дороги с применением единичных матриц уязвимостей, которыми называют совокупность элементарных ячеек, полученную с помощью сетчатого деления зоны влияния железной дороги [5]. Каждая из ячеек характеризуется весовой характеристикой, зависящей от расположения на ней объекта уязвимости в соответствии с имеющимися информационными ресурсами.

Рассматриваемая методика основывается на ранжировании территории по экологической, хозяйственной, биоресурсной, культурной категориям посредством определения единичных матриц уязвимостей, которые описывают каждую из точек событий [5].

В целях совершенствования системы реагирования на возникновение происшествий или ЧС при перевозке опасных грузов на железнодорожном транспорте предлагается проводить ранжирование территории при помощи кластерного анализа единичных матриц уязвимостей. Этот анализ применяется для разбиения множества учитываемых объектов или признаков на группы или кластеры, которые объединяются по определенным критериям. Близость по определенной мере (расстояние) является общей для каждой группы объектов [6]. Основное преимущество применения кластерного анализа к ранжированию уязвимостей — это возможность разбиения объектов на группы (кластеры) по различным параметрам.

Деление множества исследуемых объектов, удовлетворяющее определенному критерию оптимальности — целевой функции, является результатом кластерного анализа. Целевая функция зачастую определяется как внутригрупповая сумма квадратов отклонений значений параметров объектов от их среднего значения. Задачи кластерного анализа рассматриваются в работах [6—8].

Первичной информацией для кластерного анализа являются единичные матрицы уязвимостей. Классификация анализируемых ячеек матриц требует определения целого набора параметров, а именно: выбора показателей и весовых коэффициентов, выбора метода обработки исходных данных, а также определяющей последовательности визуализации.

На матрицах отображаются весовые характеристики уязвимости, представленные как коэффициенты потенциального ущерба в результате ЧС. Значение имеют способность территории реагировать на ущерб, причиняемый загрязнением атмосферы и водных объектов; загрязнение, деградация, засорение и захламление земельных объектов; ущерб, нанесенный фауне и флоре; ущерб от отдаленных последствий аварийной ситуации и ущерб, полученный населением и инфраструктурой. Единичные матрицы уязвимостей формировались в соответствии с рекомендациями методики, утвержденной ОАО "РЖД" № 3014р от 30.12.2013 [9]. При этом в качестве фактологической основы для составления этих матриц были взяты соответствующие территориальные показатели.

Кластеризация множества элементарных ячеек единичной матрицы уязвимостей проводилась с помощью иерархического алгоритма, который представляет собой создание последовательности вложенных разбиений согласно данным матрицы близости [10]. Этот алгоритм позволяет объединять естественную группировку с интерактивной визуализацией обратной связи в виде цветовой мозаики и динамическим управлением запроса [5]. Рассматриваемые весовые характеристики единичных ячеек, объединенные в кластеры, отображены цветовой мозаикой на рис. 1.

Строки и столбцы на дисплее, а также цвета мозаики могут меняться при разных результатах кластеризации. На рис. 1 в базе данных показана окраска каждой плитки, которая зависит от численной величины, соответствующей плитке. Координаты ячейки соответствуют координатам ячейки исходных матриц уязвимостей, привязанных к географическим координатам. Отображение цвета, а также диапазон кластера задаются

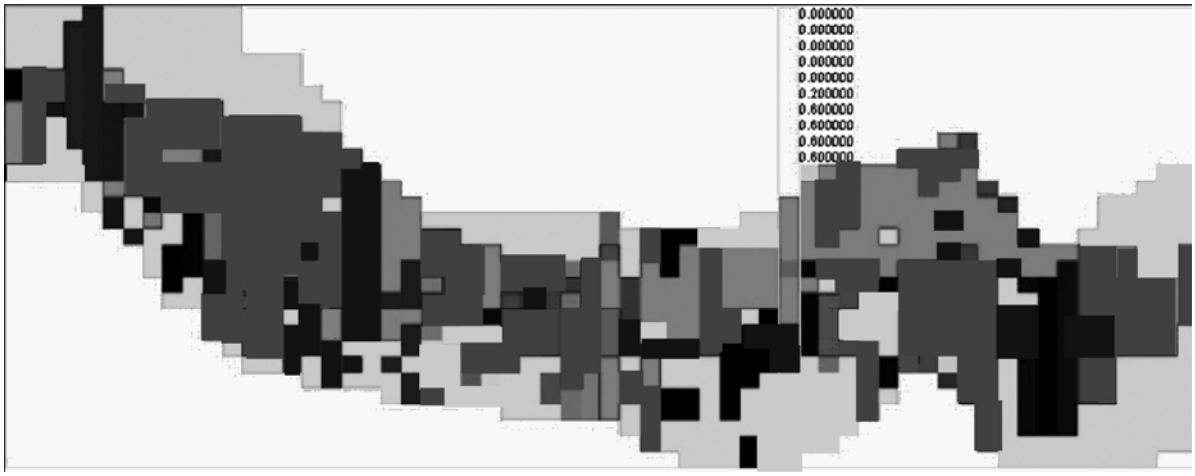

Рис. 1. Карта кластеризации уязвимостей

контроллером с помощью гистограммы числовых значений.

Слабо уязвимые территории отмечены на рис. 1 светло-серым цветом плиток, умеренно уязвимые территории показаны серым цветом плиток, высоко уязвимые территории — темно-серым цветом, чрезвычайно уязвимые территории выделены черным цветом плиток. По итогам проведения кластерного анализа становится возможным обнаружение кластеров и интерпретация их по рангам.

Заключительный этап включает в себя интерпретацию кластеров, которая производится на основе оценки их размеров и состава, а также их целостный анализ, определяющий ответные меры [11]. На рис. 2 схематически показана последовательность выполнения основных этапов алгоритма ранжирования уязвимостей методом кластерного анализа.

Результаты кластеризации, основанные на численно-цветовых характеристиках, позволяют производить ранжирование уязвимостей территории влияния железной дороги (категории подразделяются на слабо, умеренно, высоко и чрезвычайно уязвимые) с возможностью последующей разработки соответствующего регламента реагирования [5]. Визуализация кластеризации уязвимостей дает возможность составления карт уязвимостей зон влияния железной дороги, что позволяет спланировать меры по предупреждению и ликвидации ЧС.

Рис. 2. Алгоритм ранжирования уязвимостей методом кластерного анализа

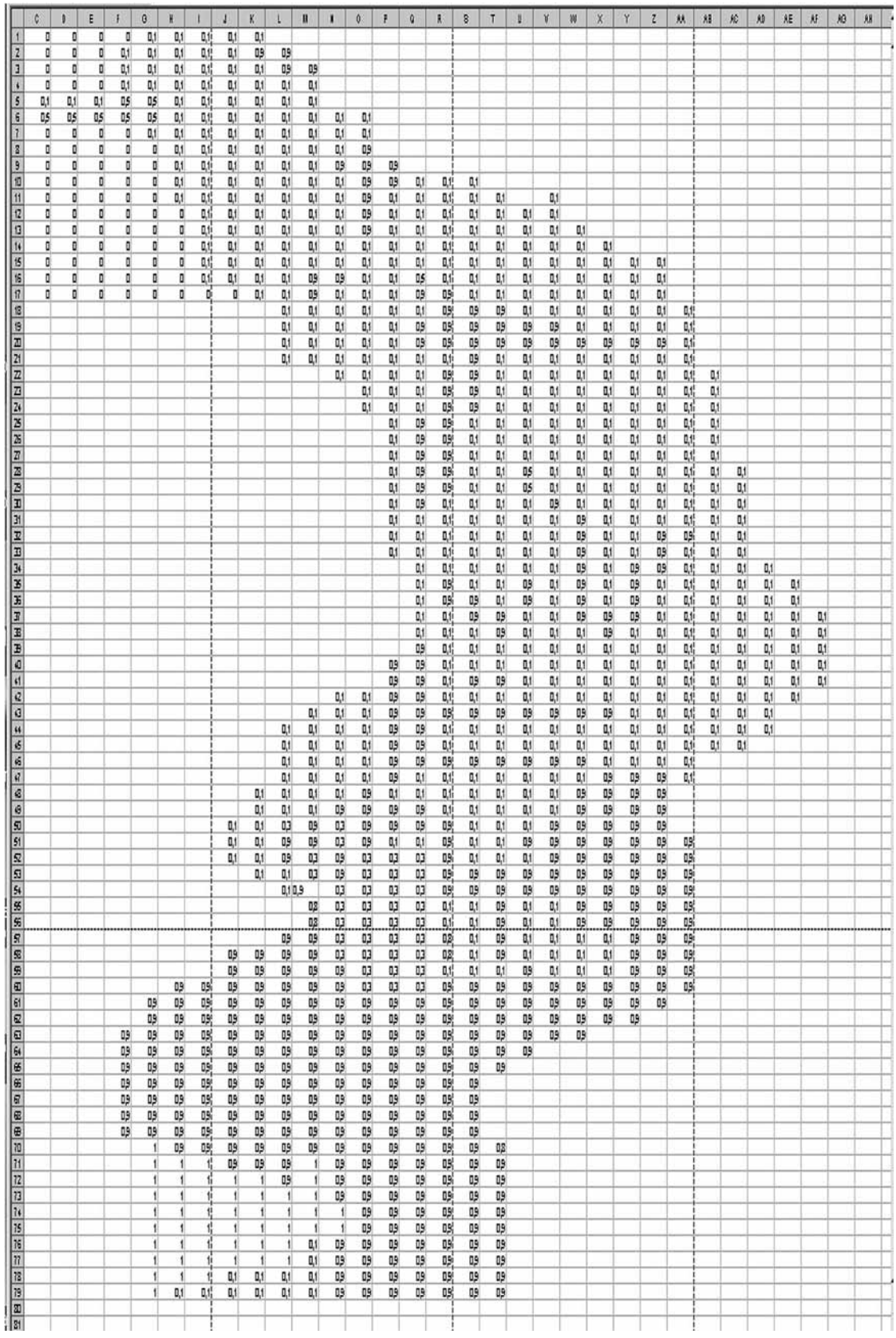

Рис. 3. Единичная матрица уязвимости по почвенному показателю

Результаты применения методики ранжирования уязвимостей

Проанализируем ранжирование уязвимостей территории влияния Дальневосточной железной дороги, рассмотрев в качестве примера ее участок Хабаровск—Корфовский. На участке отмечается наличие населенных пунктов различных категорий, а также ответственных сооружений, имеют место пересечения с водоемами, присутствуют особо охраняемые природные территории.

Первый этап ранжирования включает определение территории влияния железной дороги. С этой целью территория, прилегающая к железнодорожной линии, была разделена с помощью координатной сетки на элементарные ячейки. Для проведения классификации рассматриваемых параметров ячеек был определен набор показателей согласно требованиям методики [9].

Выбранный участок был проанализирован по следующим показателям уязвимости: почвенному, гидрологическому, популяционному, объектному, биоценозному. Каждой ячейке была присвоена весовая характеристика в соответствии с расположенным на ней объектом уязвимости. Следующий этап состоял из распределения численных весовых коэффициентов по единичным матрицам.

Рассмотрим пример единичной матрицы, составленной для почвенного показателя. Ее коэффициенты были приняты в соответствии с нормативными документами:

— для земельных участков с особо охраняемыми территориями коэффициент равен 1;

— для участков любой категории с мохово-лишайниковыми оленьими и лугово-разнотравными горными пастбищами — 0,9;

— для участков любой категории с водоохранными зонами — 0,9;

— для участков с сельскохозяйственными угодьями — 0,7;

— для участков с облесенными территориями — 0,5;

— для участков с населенными пунктами, исключая территориальные зоны производственного, специального назначения, инженерные и транспортные инфраструктуры, военные объекты — 0,3;

— для остальных категорий и видов целевого назначения — 0,1.

На рис. 3 показана единичная матрица уязвимости, составленная для почвенного показателя. Подобным же способом были составлены еще четыре матрицы для остальных четырех показателей уязвимости.

Далее была построена комплексная матрица уязвимостей, основанная на сопоставлении пяти единичных матриц для каждого из показателей уязвимости. Все элементарные ячейки комплексной матрицы характеризуются одновременно пятью показателями уязвимости. Полученная матрица уязвимостей была использована для проведения последующего кластерного анализа, с помощью которого, в результате визуализации, была получена комплексная карта ранжирования уязвимостей (рис. 4).

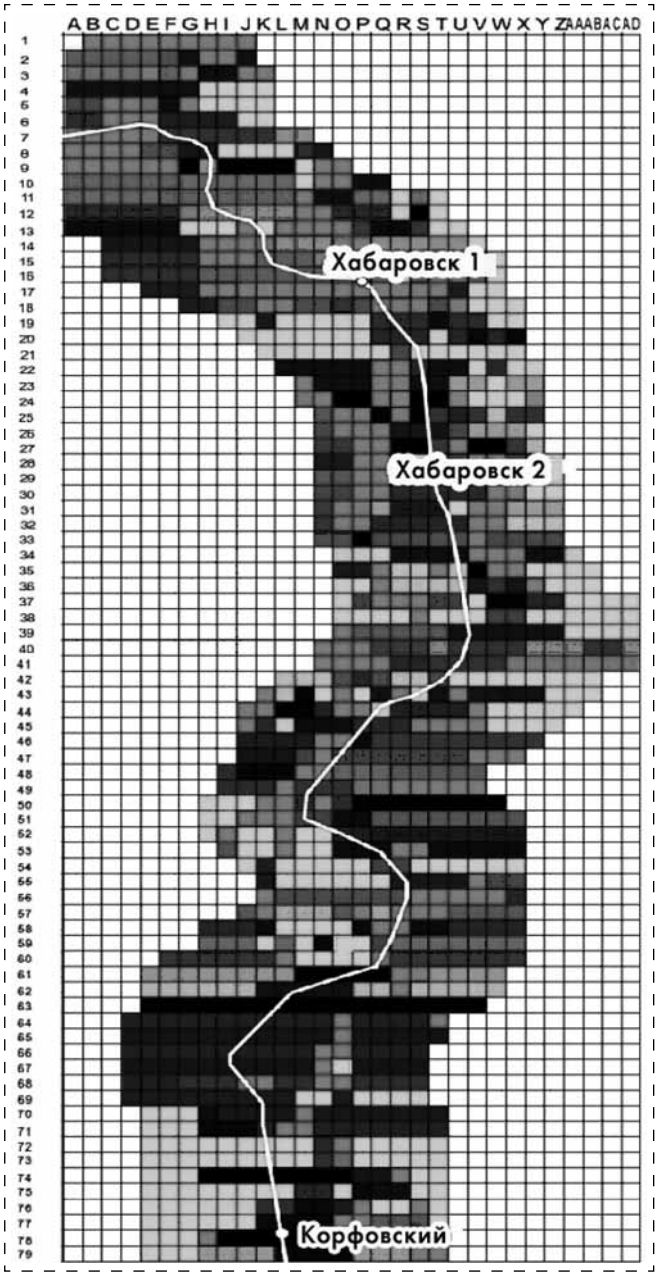

Рис. 4. Комплексная карта ранжирования уязвимостей в зоне влияния железной дороги на участке Хабаровск—Корфовский: — слабо уязвимые территории; — умеренно уязвимые территории; — высоко уязвимые территории; — чрезвычайно уязвимые территории

Визуализация кластеров позволяет провести категорирование уязвимостей: светло-серый цвет обозначает зону со слабо уязвимой территорией, серый цвет — с умеренно уязвимой, темно-серый — с высоко уязвимой, черный с чрезвычайно уязвимой территорией воздействия железной дороги.

Категорированная карта уязвимости территории влияния железной дороги позволяет проанализировать наиболее опасные ее участки с тем чтобы определить регламент действий при ликвидации последствий ЧС. На рассматриваемом примере такими участками являются места пересечения железной дорогой водных объектов, ответственных сооружений, ее прохождения по зонам с повышенной популяционной плотностью и зонам с особо охраняемыми природными территориями.

Заключение

Кластерный анализ позволил классифицировать и проводить категорирование исходного множества данных о территориальных уязвимостях. При этом учитывались характеристики ячеек матрицы уязвимости по их сходству или различию, основанные на картографических и статистических данных.

По итогам анализа была построена карта ранжирования уязвимостей территории влияния железной дороги, с помощью которой ответные действия на инциденты и ЧС, связанные с перевозкой опасных грузов, должны стать существенно эффективней.

Карта ранжирования уязвимостей и соответствующий регламент мероприятий, направленных на минимизацию последствий от ЧС по рангам территории, дают возможность мгновенного определения местоположения инцидента, предотвращения развития событий по неблагоприятному сценарию, наиболее точного определения возможного ущерба и мобилизации необходимых сил и средств для ликвидации последствий ЧС.

Список литературы

1. **Стратегия** развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 17.06.2008. 877-р).
2. **Тарасенко В. А.** Методика оценки и ранжирования объектов и территорий железнодорожного транспорта по показателям чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами: на примере Восточно-Сибирской железной дороги. Дис. ... канд. техн. наук. Иркутск, 2006. 192 с.
3. **Тесленко И. О.** Совершенствование условий перевозки опасных грузов на железнодорожном транспорте. Дис. ... канд техн. наук. Новосибирск, 2001. 162 с.
4. **Мартынюк И. В.** Совершенствование условий перевозки опасных грузов на железнодорожном транспорте. Дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2007. 158 с.
5. **Катин В. Д., Луценко А. Н.** Ранжирование территории влияния железной дороги в минимизации рисков чрезвычайных ситуаций // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2014. № 4. С. 109—111.
6. **Ким Д. О., Мьюллер Ч. У., Клекка У. Р.** Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
7. **Дюран Б., Оделл П.** Кластерный анализ. М.: Статистика, 1977. 128 с.
8. **Мандель И. Д.** Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.
9. **Распоряжение** ОАО "РЖД" № 3014р от 30.12.2013 "Об утверждении регламента по действиям при возникновении аварийных ситуаций с экологическими последствиями на инфраструктуре ОАО "РЖД"".
10. **Anand P.** Profitability of Reduction of Ecological risk from the Car of the Tankof the Railway Transportation of Dangerous Materials. The thesis for a doctors degree. University of Illinois in Urbana-Plain, 2006. 48 p.
11. **Постановление** Правительства РФ от 21.08.2000 № 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов".

V. Yu. Kosygin, Leading Researcher, Professor, e-mail: kosyginv@inbox.ru, Computing Center of Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Khabarovsk,
V. D. Katin, Professor of Department, e-mail: katinvd@mail.ru, Far Eastern State Transport University, Pacific State University, Khabarovsk,
A. N. Lutsenko, Associate Professor, Senior Lecturer, e-mail: andyhab@mail.ru, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

Use of Cluster Analysis Methods by Decision-Making Process of Optimisation on Reaction to the Emergency Situations Connected with Rail Transportation of Dangerous Cargoes

The technique of the categorizing of territories adjoining the railway on ranks of danger with application of a card of the complex risk generalising technogenic and natural dangers is developed. The given technique, based on application of cluster analysis, has been approved for the Far East railway on the site Khabarovsk — Korfovsky. Possibility of more exact characteristic of a place of occurrence of negative event was reached by "dot" distribution of vulnerabilities of influence zones of the railway with use of individual matrixes with application of individual matrixes of vulnerabilities. The individual matrix of vulnerability is understood as the set of elementary cells received by means of mesh division of a zone of influence of the railway. Each of cells has the weight characteristic depending on an arrangement on it of object of vulnerability according to available information resources. Basis of an offered technique is territory ranging on ecological, economic, nature protection, bioresource, cultural categories by definition of individual matrixes of vulnerabilities which describe each of event points. Such ranging is a necessary condition for improvement of system of reaction to incident or occurrence of an extreme situation at transportation of dangerous cargoes by the railway.

Keywords: *ranging of territory, matrices of vulnerabilities, cluster analysis, elementary cells, hierarchical algorithm, rail transportation, cards of complex risk, extreme situations, influence territory, visualization of clusters*

References

1. **Strategiya** razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossijskoj Federacii do 2030 goda (utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 17.06.2008 No. 877-r).
2. **Tarasenko V. A.** Metodika ocenki i ranzhirovaniya ob"ektov i territorij zheleznodorozhnogo transporta po pokazatelyam chrezvychajnyh situacij, svyazannyh s pozharami: na primere Vostochno-Sibirskoj zheleznoj dorogi. Dis. ... kand. tekhn. nauk. Irkutsk, 2006. 192 p.
3. **Teslenko I. O.** Sovershenstvovanie uslovij perevozki opasnyh gruzov na zheleznodorozhnom transporte. Dis. ... kand. tekhn. nauk. Novosibirsk, 2001. 162 p.
4. **Martynyuk I. V.** Sovershenstvovanie uslovij perevozki opasnyh gruzov na zheleznodorozhnom transporte. Dis. ... kand. tekhn. nauk. Rostov-na-Donu, 2007. 158 p.
5. **Katin V. D., Lucenko A. N.** Ranzhirovanie territorii vliyaniya zheleznoj dorogi v minimizacii riskov chrezvychajnyh situacij. *Evrazijskij soyuz uchenyh (ESU).* 2014. No. 4. P. 109—111.
6. **Kim D. O., M'yuller Ch. U., Klekka U. R.** Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz. Moscow: Finansy i statistika, 1989. 215 p.
7. **Dyuran B., Odell P.** Klasternyj analiz. Moscow: Statistika, 1977. 128 p.
8. **Mandel' I. D.** Klasternyj analiz. Moscow: Finansy i statistika, 1988. 176 p.
9. **Rasporyazhenie** OAO "RZHD" No. 3014-r ot 30.12.2013 «Ob utverzhdenii reglamenta po dejstviyam pri vozniknovenii avarijnyhsituacij s ekologicheskimi posledstviyami na infrastrukture OAO "RZHD"».
10. **Anand P.** Profitability of Reduction of Ecological Risk from the Car of the Tankof the Railway Transportation of Dangerous Materials. The thesis for a doctor's degree. University of Illinois in Urbana-Plain, 2006. 48 p.
11. **Postanovlenie** Pravitel'stva RF ot 21.08.2000. No. 613 "O neotlozhnyh merah po preduprezhdeniyu i likvidacii avarijnyh razlivov nefti i nefteproduktov".

УДК 658.382(07)

Ю. В. Калегина, канд. пед. наук, доц., доц. кафедры БЖД, e-mail: kaleginayv@susu.ru, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

Исследование ценностных ориентиров развития культуры безопасности студентов

Обоснована необходимость учета в содержании образования трансформации ценностей безопасности современных студентов в развитии их культуры безопасности. Раскрыты методологические основы развития культуры безопасности в образовательном процессе вуза. Культура безопасности студентов рассматривается как целостность трех компонентов: аксиологического, когнитивного, деятельностного, сформированных на разных этапах его образовательной траектории. Для проверки предположения об аксиологических различиях в культуре безопасности студентов разных поколений и влиянии на него содержания образования в области безопасности проведен эксперимент. В ходе эксперимента определен уровень развитости культуры безопасности трех поколений студентов, выявлены содержательные способы педагогического влияния на культуру безопасности. Обосновывается ведущая роль ценностных аспектов содержания образования в развитии культуры безопасности и студентов и работающих граждан разных поколений. На основе экспериментальных данных предложен способ отбора содержания образования студентов и адекватные формы его предъявления как педагогического средства развития у студентов необходимого уровня культуры безопасности.

Ключевые слова: *развитие культуры безопасности, ценности безопасности поколения, культура безопасности студентов*

Введение

Междисципинарные научные исследования социально-психологических [1—4], технико-экономических [5, 6] основ развития культуры безопасности человека базируются на теоретических представлениях философии [7, 8], социологии [9], технических наук [10, 11], которые реализуют разные подходы к определению феномена культуры безопасности. Ключевой темой исследования стал вопрос о влиянии на развитие культуры безопасности человека содержания образования, опирающегося на ценности безопасности, актуальные в определенном историческом периоде развития социума.

Результаты исследований показывают, что ценностные ориентации студенчества претерпевают изменения под воздействием разных факторов, но ведущим оказывается содержание образования, от подбора которого зависят компоненты культуры безопасности студентов в социально-профессиональной среде. Рассмотрены эти связи с позиций аксиологического, культурологического, системного, деятельностного подходов с учетом теории поколений, представленной преимущественно в социологических исследованиях отечественных и зарубежных авторов [12—15].

Обзор

Культура безопасности, давно осмысленная как феномен существования человека в техносфере, к настоящему моменту эволюционировала до понимания ее как атрибута решения проблем социально-профессиональной деятельности человека и часто рассматривается как показатель развитости интегративной экотехнической культуры человеческого сообщества [16]. Под культурой безопасности будем понимать особую форму мыследеятельности человека, его характеристику социально-профессионального поведения, осознаваемую в терминах "угрожающее благополучию"/"не угрожающее благополучию" самого человека, окружающих его людей, социума, природы, техносферы в целом, опирающейся на принятые в данном обществе ценности, соответствующие научные знания и систематизированный в нормативных регламентах и субъективный опыт безопасного

поведения [17, 18]. При этом системообразующим компонентом культуры безопасности человека является аксиологический компонент, включающий ценности безопасности техносферы, природы, государства и общества, малой группы, личности [19—21], их адекватность вызовам времени способствуют адаптации человека к социально-профессиональным, экотехническим и культурным требованиям жизни в обществе.

Интерес к потенциалу влияния системы ценностей безопасности человека на его культуру безопасности в психолого-педагогических исследованиях возник не сразу. Только в 1991 г. безопасность жизнедеятельности как учебная дисциплина начала экспансию в образовательные программы общеобразовательных школ и учреждений профессионального образования. Интерес к ее возможности влиять на развитие культуры безопасности всего социума развивался и постепенно возрастал. В последнее десятилетие педагогическая наука может опереться на широкий круг междисциплинарных исследований связей культуры безопасности человека с моралью, с содержанием образования, с непрерывностью образования, с возрастными особенностями учащихся в восприятии безопасности и др. [2, 22—24], а также на результаты современных когнитивных исследований педагогического влияния на культуру безопасности студенчества через педагогическую коррекцию их трансформирующихся ценностей [5, 10, 23, 25, 26]. Средством такой коррекции представляется специальным образом подобранное содержание образования.

Методологией в исследовании стали аксиологический и деятельностный подходы. Одним из наиболее распространенных подходов к рассмотрению ценностных ориентаций человека в отечественной и зарубежной науке является аксиологический подход. Согласно этому подходу паттерны деятельности человека имеют ценностную природу. На их основе сопоставляются данные о том, насколько ценны (значимы, полезны) аспекты социально-профессионального поведения для самого человека и для социально-профессиональной среды, в которой он осуществляет свою деятельность, и на основе такого анализа делают вывод о вкладе тех или иных знаний в оценку ситуации и принятие решений.

Данный подход согласуется с деятельностной методологией, которая дополняет представления о том, что ценности, как компонент культуры безопасности, обусловлены не только общими процессами социально-профессионального познания, но и еще одним элементом — накопленным субъективным опытом безопасного социально-профессионального поведения. Именно социально-профессиональная деятельность обусловливает нарастающее во времени вовлечение студента в культуру трудовых и общественных отношений и "присвоение социально-профессионального опыта" [18, 19], а адаптивное поведение в определенной для данного исторического периода социокультурной среде подразумевает принятие ценностей поколения, являющегося ядром этой среды и соблюдение его культурных основ, правил [23, 27].

Рассмотрим влияние на уровень развитости культуры безопасности не просто изменений в каждом из трех ее компонентов, а активной кооперации ее компонентов: деятельностного, аксиологического и когнитивного, и, таким образом, предлагаем взгляд на результаты экспериментального этапа исследования комплексно с позиции системного, культурологического, аксиологического, деятельностного подходов.

В ходе проведенного исследования степени влияния на культуру безопасности изменений в ценностях молодежи и динамики культуры безопасности в ходе образовательного процесса в вузе конкретизировали проявление деятельностного подхода в форме его кооперации с системным. Такое интегративное системно-деятельностное основание позволяет объяснить связь решения человека о способах потенциально безопасного поведения со сформированной у него системой ценностей: связующим компонентом являются знания, которые активизируются и обеспечивают корректное целостное поведение, направленное на соответствие ценностям безопасности.

Например, соответствующие знания о рисках, опасностях активизируются при оценке потенциального действия с позиции "угрожает/не угрожает" оно субъекту и его окружению, "полезно, значимо/вредно, не значимо". В свою очередь, ядром системы ценностей безопасности являются представления человека о научно обоснованных регламентах деятельности, о моральных нормах, принятых в современном социально-профессиональном контексте и ценностях его поколения, его личные убеждения. С этих позиций результаты сопоставления системы ценностей с субъективным опытом и в итоге само поведение человека обеспечивается актуализацией его знаний, сформированных последовательно в ходе его развития в образовательном процессе, традиционном для определенного культурно-исторического периода.

Системное представление культуры безопасности позволяет рассмотреть ее как целостность трех компонентов: когнитивного, деятельностного, аксиологического, исторически рассмотренных исследователями феномена культуры безопасности именно в данной последовательности [28, 29].

Когнитивный компонент культуры безопасности — это целостность знаний человека о безопасности трудовой, социальной, игровой деятельности, деятельности по самообслуживанию, мыследеятельности в экотехнической системе в целом: опасности, риски и технологии их предупреждения, сущность, структура, условия и факторы безопасного поведения, тенденции, закономерности, законы, нормативные регламенты в области обеспечения безопасности.

Деятельностный компонент культуры безопасности — это накопленный субъективный опыт случайного взаимодействия с опасностью и целенаправленного практического применения знаний в области безопасности.

Аксиологический компонент культуры безопасности — это система ценностей безопасности, сформированная у человека в нескольких направлениях (безопасности техносферы, природы, государства и общества, малой группы, личности). Этот компонент является и результатом накопления субъективного опыта человека в определенный исторический период, и результатом целенаправленного педагогического воздействия.

Продуцирование наукой и практикой новых технологий (не только промышленных, но и социальных) и их интеграция в социум происходят посредством образования (формального, неформального, информального). Постепенно, но неизбежно, новые технологии требуют своей оценки и вносят коррективы в ценности всего человеческого сообщества, но преимущественно молодого социума, наиболее активно вовлеченного в образовательный процесс, именно к нему они в первую очередь обращены. Таким образом, приобретая субъективный опыт пользования новыми технологиями, молодой социум (в данном исследовании — это студенчество) корректирует уже сформированную систему ценностей. Имеет место и обратный процесс. Сформированные ценности могут делать неприемлемыми некоторые новые технологии. В таком случае массовый негативный оценочный отклик социума вынуждает их создателей менять ценностную основу технологии.

Содержание образования в отечественных вузах ориентировано на формирование культуры безопасности посредством развития компетенций (действий) и обращается к ценностям инструментальным. В части безопасности — это ценности личной, групповой и общественной, техносферной и экологической безопасности; а также ценностные способы взаимодействия человека с собой, социумом, природой, техносферой [3, 8, 16, 28].

Люди с различной системой ценностей требуют разного подхода к стимулированию развития у них аксиологического компонента культуры безопасности. В работе [23] отмечается, что действительными факторами развития человека могут быть только факторы, связанные с его системой собственных потребностей, лежащих в основе его ценностей и моральных установок.

Указанные системный, культурологический, деятельностный и аксиологический подходы были сопоставлены с осуществляющей все более глубокое продвижение в разные научные сферы из социологии теорией поколений [12, 14]. Понимая под поколением совокупность людей, становление которых проходило в один и тот же исторический период, обусловленный технологиями и ценностями, ставшими для социума в этот период ведущими. Поскольку культура безопасности является частью общей культуры человека, именно он выступает ее носителем, следует напомнить, что каждый носитель культуры безопасности — представитель поколения. Смена поколения происходит конгруэнтно со сменой ценностей, увязанных с социальными, экономическими, производственными и иными технологиями.

В настоящий момент на рынке труда ведущими являются поколения X (1963—1980 годов рождения) и Y (1981—1996 годов рождения), демонстрирующие культуру безопасности, сформированную в соответствии с потребностями общества и ценностями в советский и постсоветский периоды получения представителями поколений образования. Студенческая среда представлена поколением Y и поколением Z (1997—2012 годов рождения), которые только готовятся войти в социально-профессиональную деятельность.

Следует отметить, что поколение X в содержании образования не было обеспечено предметными дисциплинами из области безопасности, появившимися только в 1992 г. Поколение Y осваивало эти дисциплины в школе (основы безопасности жизнедеятельности) и вузе (безопасность жизнедеятельности), в период их содержательного осмысления педагогическим сообществом, накопления методик представления содержания образования

в образовательном процессе. Поколение Z в свою очередь имеет возможность руководствоваться в своей деятельности культурой безопасности, основанной на получившем достаточно продолжительную апробацию содержании образования в области безопасности.

После проведения сравнительного анализа культуры безопасности представителей разных поколений была выдвинута гипотеза, что ценности безопасности поколения могут быть, с одной стороны, сформированы (скорректированы) содержанием дисциплин учебного плана образовательного процесса вуза, с другой стороны, уже сформированный у поколения ценностный компонент культуры безопасности должен становиться основанием обновления содержания дополнительного образования уже работающего человека.

На рынок труда активно поступают выпускники вузов — поколений Y и Z — ядро отечественного студенчества. Для ответа на вопрос "насколько адекватно отвечает требованиям времени их культура безопасности и каковы педагогические ресурсы гармонизации культуры безопасности студентов требованиям будущей сферы приложения их профессиональных усилий?", следует оценить культуру безопасности современных студентов в сравнении с культурой безопасности предшествующих поколений студентов, уже трудящихся.

Влияет ли представленное содержание образования на уже сложившиеся ценности безопасности студентов? Каким образом? Достаточно ли этого влияния или есть дефицит по некоторым аспектам? Ответы на поставленные вопросы были получены в ходе эксперимента.

Материалы и методы

Для предварительного подтверждения предположения о том, что содержание образования влияет на становление ценностей безопасности поколения были изучены учебные планы и содержание учебных дисциплин у выпускников университетов разных лет, а также проведен опрос, выявивший значимость изучаемых учебных дисциплин в развитии у респондента ценностей безопасности.

Для выбора методики изучения структуры и оценки уровня развитости культуры безопасности респондентов были проанализированы работы, описывающие экспериментальные исследования ценностных оснований действий в ситуациях опасности. При этом пользовались следующими диагностическими средствами:

- попарное ранжирование ценностей безопасности [17];
- вопросы, выявляющие ценности лиц, участвующих в нарушениях норм безопасности [2];
- иллюстрации нарушений норм безопасности зрительными средствами (рисунки, видеоролики и др.) [1, 19];
- средства ценностного выбора (дилеммы) [30];
- выявление вида аргументации в пользу сформированных ценностей (реостат состояний ценностей) [10].

Для проведения данного эксперимента был выбран хорошо зарекомендовавший себя результатами в психологии нравственности инструмент — вариации дилемм (в данном случае ценностных), описывающих ситуации ценностного выбора при спасении людей, попавших в опасную ситуацию [29], и реостат состояний ценностей. Рабочая гипотеза, выдвинутая на предварительном этапе эксперимента, трансформировалась в две исследовательские гипотезы: 1) структура культуры безопасности у представителей разных поколений различна в ценностном компоненте; 2) ценностный компонент культуры безопасности поколения обусловлен содержанием их образования в области безопасности.

Методика и процедура планирования эксперимента

В начале семестра, на первом занятии по дисциплинам "Безопасность жизнедеятельности" и "Методическое обеспечение по вопросам безопасности" был организован опрос студентов. Опросник состоял из трех блоков: 1) социодемографический; 2) ценностно-констатирующий; 3) ценностно-деятельностный.

Первый блок опросника устанавливал поколение, к которому относится респондент, его пол. В исследовании приняли участие студенты политехнического института ЮУрГУ, указавшие в социодемографическом блоке опросника свою принадлежность к поколению Z (N = 100, в возрасте 18—19 лет, Med = 68 мужчин), поколению Y (N = 100, в возрасте 23—35 лет, Med = 58 мужчин) и работающим в техносфере выпускникам университета поколения X (N = 100, в возрасте 42—60 лет, Med = 46 мужчин). Каждый респондент первых двух групп участвовал в эксперименте в начале семестра, в котором будет изучаться

дисциплина, связанная с безопасностью. Все респонденты добровольно согласились на участие в эксперименте и это не повлияло на результаты аттестации их по дисциплинам.

Второй блок опросника выявлял дисциплины, оказавшие на культуру безопасности респондента наибольшее влияние, а также выявлял приоритетные группы (ранг) ценностей безопасности и основания их значимости у каждого респондента. Блок содержал прямую просьбу: "назовите не менее трех дисциплин, изученных Вами в ходе образовательного процесса (школы, вуза), в порядке убывания степени их влияния на развитие у Вас ценностей безопасности". Ранжирование ценностей проходило в несколько этапов.

На первом этапе респондентам были предложены пять групп ценностей безопасности, упоминаемых в нормативных документах, работах отечественных социологов и педагогов [19, 28]:

1-я группа — ценности безопасности техносферы;

2-я группа — ценности безопасности природы (экологическая безопасность);

3-я группа — ценности безопасности государства и общества;

4-я группа — ценности безопасности малой группы (семьи, коллектива);

5-я группа — ценности безопасности личности.

Для ранжирования респонденту необходимо было сравнить 1-ю группу ценностей с каждой 2-й, 3-й и т. д. и результаты разместить в соответствующую колонку бланка для ранжирования ценностей. То же самое следовало проделать со всеми ценностями, постепенно заполняя весь бланк. Во время работы было предложено к каждому сравнению вслух проговорить фразу "Основой безопасности является...". В итоге, суммарное количество баллов, выпавших на каждую ценность, и есть ее ранг (чем больше, тем более значима ценность).

В результате прохождения первого этапа была составлена иерархическая структура системы ценностей безопасности в каждом поколении.

На втором этапе к каждой группе ценностей были предложены аргументация, довод, основание отнесения респондентом этого объекта к ценностям (реостат оснований): нормативное закрепление ценности (упоминание ее в стратегических государственных документах, регламентах); социальное признание ценности как общественного блага; личной убежденности в ценности объекта.

Респонденты должны были выбрать из предложенных оснований актуальные для них лично.

Таким образом, второй блок опросника формировал иерархию дисциплин, оказавших влияние на развитие культуры безопасности респондента, ранг ценностей безопасности и обобщенный список актуальных оснований наделения ценности значимостью по каждой группе у каждого поколения респондентов.

Третий блок опросника выявлял готовность действовать в опасных ситуациях, в ситуациях ценностного выбора, руководствуясь сформированными ценностями безопасности. Респондентам были предложены два типа ценностных дилемм, описывающих ситуации опасности и риска для жизни людей и их спасения респондентом ценой: нанесения вреда себе, близким людям (малой группе), природе (экологии), организации (профессиональной среде), государству и обществу.

В дилемме типа 1 оценивалась соответствующая готовность, если респондент не наделен профессиональной ответственностью за безопасность людей (готовность инициативная).

В дилемме типа 2 оценивалась соответствующая готовность, если респондент наделен профессиональной, должностной ответственностью за безопасность людей (готовность должностная).

Для обработки результатов эксперимента рассмотрим его переменные. Первая независимая переменная — принадлежность респондента к поколению (по данным социодемографического блока опросника). Второй независимой переменной стали группы ценностей, связанные с безопасностью. Третья независимая переменная — это типы дилемм: наделение/освобождение респондента ответственностью за безопасность людей. Четвертой независимой переменной выступили варианты ценностного выбора при решении дилемм.

К зависимым переменным, которые регистрировались в ходе эксперимента отнесены: 1) название и значимость учебной дисциплины в развитии культуры безопасности респондента; 2) ранг ценности безопасности; 3) актуальность оснований отнесения респондентом объекта к ценностям; 4) готовность руководствоваться ценностями безопасности в деятельности, в ситуации ценностного выбора.

Результаты

Вид культуры безопасности у каждого поколения респондентов был определен в соответствии с учебной дисциплиной, названной приоритетной в аспекте развития у респондента культуры безопасности.

Анализ данных эксперимента позволяет говорить о том, что поколение X свою культуру безопасности развили на содержательной основе учебных дисциплин технического и естественно-научного цикла: физики, математики, охраны труда. Поэтому культура безопасности респондента поколения X определена как техноцентрированная.

Поколение Y опирается на дисциплины социально-гуманитарного цикла: психология, обществознание, безопасность жизнедеятельности, социология и экология, поэтому культура безопасности респондентов поколения Y была названа социоцентрированной.

В определении вида культуры безопасности поколения Z следует отметить более равномерное распределение приоритетов между дисциплинами разных циклов: представлены и социально-гуманитарные, и технические, и естественно-научные циклы. Вместе с тем заметен примат дисциплин технического и химико-биологического направлений. Культура безопасности респондентов поколения Z была названа экотехнической.

Обработка результатов измерения переменной "ранг ценности безопасности" потребовала предварительной проверки трех групп респондентов на нормальность распределения. Переменная "ранг ценности безопасности" не была распределена нормально (критерий Колмогорова—Смирнова, $p > 0{,}14$) по всем группам ценностей безопасности между группами во всей выборке, но была распределена нормально внутри групп респондентов разных поколений. Были рассчитаны медианные значения (округлены до целых) рангов ценностей внутри групп.

Так, в иерархии ценностей в группе респондентов поколения X в порядке убывания ранга три ведущие позиции получили ценности техносферы, природы, малой группы, что сопрягается с выявленным видом всей культуры безопасности и подтверждает исследовательские гипотезы первую и вторую. Статистически значимо оказалось пренебрежение ценностью личной безопасности.

В иерархии ценностей безопасности группы респондентов поколения Y очевиден примат ценностей безопасности личности, техносферы и малой группы в ущерб ценностям безопасности природы (экологии), что коррелирует с выявленным на основе содержания образования видом культуры безопасности. На данном этапе эксперимента возник вопрос, ответ на который требовал уточняющего исследования: почему в единственном поколении, выбравшем экологию, социологию как значимые дисциплины для развития культуры безопасности, ценности экологии и социума оказались в ряду статистически незначимых?

В иерархии ценностей безопасности группы респондентов поколения Z следует отметить меньшее отклонение от медианного значения во всех группах ценностей безопасности по сравнению с другими поколениями. Проверка групп на однородность по параметру ранг ценности безопасности (использовался критерий согласия x-квадрат Пирсона) показала более тесную связь групп респондентов поколений X и Z, а также существенное рассогласование в ценностях безопасности группы респондентов поколения Z с группой респондентов поколения Y. В группе респондентов поколения Z ведущими оказались ценности техносферы, экологии, личности, что соответствует выявленному виду культуры безопасности этой группы респондентов.

Таким образом, первая гипотеза о поколенческих различиях в системе ценностей безопасности, входящих в структуру культуры безопасности, подтвердилась: поколения X, Y и Z имеют различные иерархии ценностей, лежащих в основе культуры безопасности. Установленные иерархии коррелируют с содержанием образования респондентов.

Для уточнения второй гипотезы были проанализированы значения частоты выбора основания для отнесения объекта к ценности в каждой группе респондентов. Результаты анализа частот показывают, что к нормативным основаниям чаще других обращаются респонденты поколения X, за исключением ценности экологии (в этом случае респонденты опираются на личные убеждения, возможно, осознавая бессистемные знания установленных государством в этой сфере норм или недоверие к их действенности). Таким образом, в этой группе самый частый довод выбора ценности: "это — ценность, потому что так установлено регламентом, документом, правилом".

Группы респондентов поколения Y не обратились к нормативному основанию отнесения объекта к ценности ни в одном вопросе. Но они чаще других опираются на признанные в обществе социальные оценки значимости объекта (за исключением ценности безопасности экологии и ценности безопасности малой группы, при обосновании которых респонденты этой группы предпочитают руководствоваться собственными убеждениями). Наиболее частым доводом в данной

группе респондентов является фраза "это — ценность, потому, что так принято в обществе, так было всегда, все так считают".

Группы респондентов поколения Z обращаются ко всем трем предложенным основаниям в отнесении объекта к ценностям. Однако внутри этой группы наиболее единодушно респонденты высказались при оценке ценности безопасности техносферы (использовали нормативное основание) и ценности безопасности экологии (использовали основание личной убежденности, "это — ценность, потому, что это значимо лично для меня"). В целом по данной группе обращает на себя внимание несущественный, но акцент в сторону выбора личной убежденности как ведущего основания отнесения объекта к ценностям (статистического подтверждения значимости этот акцент, однако, не получил). Следует отметить, что респонденты всех поколений опираются на личную убежденность в ценности безопасности экологии.

При оценке результатов решения дилемм рассчитывали медианные значения оценок решения двух типов дилемм. Все независимые переменные внутри групп респондентов были распределены нормально, что позволило далее использовать параметрические критерии: ценностное основание в руководстве к "инициативным/должностным действиям по спасению людей". Результаты анализа решения дилемм показали, что в целом по выборке нет ни одной ценности безопасности, которой респонденты не готовы поступиться в ситуации спасения жизни людей. Однако между группами респондентов выявлены статистически существенные различия.

Так, респонденты поколения X готовы жертвовать всеми ценностями безопасности, кроме своей жизни и безопасности техносферы (интересов дела). Однако в выборке респондентов поколения X точный критерий Фридмана (p = 0,023) показал достоверные различия в оценках в зависимости от наделения респондента ответственностью за безопасность людей. В случае наделения ответственностью респонденты поколения X легче пожертвуют собой, а не безопасностью техносферы. Данный результат коррелирует как с ранжированием ценностей, так и с видом культуры безопасности. Поэтому можно сделать вывод, что в данном поколении аксиологический компонент культуры безопасности тесно увязан с когнитивным и влияет на действенный. Таким образом, совокупность этих компонентов можно назвать системой культуры безопасности, которая находится в состоянии стабильного функционирования на этапе зрелости.

Респонденты поколения Y оценивали спасение жизни людей за счет нанесения ущерба государству и малой группе как более допустимое только в том случае, если формально респондент не несет ответственности за состояние безопасности людей или организации. Исключение составила угроза собственной жизни. Этот вариант респонденты поколения Y (критерий Фридмана p = 0,057) оценивали как малодопустимый в дилемме типа 2. В этой же группе как самое недопустимое действие позиционировалась деятельность по спасению людей, если она предполагает нанесение ущерба природе респондентом в двух дилеммах, что позволяет отметить связь с выбранным как значимый предметом "Экология" и рассогласование с результатами ранжирования ценностей безопасности.

Полученные результаты позволяют говорить о незрелости культуры безопасности как системы аксиологического, когнитивного и деятельностного компонентов. Фиксируется слабая кооперация когнитивного и ценностного компонентов, требующая педагогического содействия ее формированию.

В группе респондентов поколения Z точный критерий Фридмана (p = 0,04) в дилемме типа 1 показал достоверные различия в позиции "пожертвовать экологией" по отношению ко всем другим позициям, что не соответствует виду культуры безопасности и рангу ценности экологии: т. е. респонденты в своей деятельности не опираются ни на знания, ни на сформированные ценности безопасности. Целесообразно предположить, что кооперация компонентов культуры безопасности находится на этапе зарождения и нуждается в педагогическом управлении ее формированием. Тождественный результат группа показала и в дилемме типа 2 (критерий Фридмана p = 0,07), что ожидаемо: респонденты только приступили к этапу получения профессионального образования и слабо представляют себе состояние "наделен должностной ответственностью".

Анализ результатов эксперимента позволяет говорить о влиянии содержания учебных дисциплин на аксиологический компонент культуры безопасности и значимости кооперации всех компонентов культуры безопасности. Таким образом, обе исследовательские гипотезы получили свое подтверждение.

Обсуждение результатов исследований

Проведенное исследование показало, что в поколении X, в образовании которого культура безопасности как результат не позиционировалась, и содержание образования в связи с этим не отбиралось с учетом ценностей безопасности студентов, культура безопасности складывалась стихийно, коррелируя с ценностями исторического периода. Культура безопасности этого поколения — техноцентрированная и обусловлена спецификой ведущих социальных, экономических, производственных и иных технологий определенного исторического периода: проблемы с трудоустройством в молодом возрасте (90-е годы XX века), ценность профессионального труда, интересов дела и приматом технических и естественнонаучных дисциплин, раскрывающих феномен безопасности для этого поколения. В связи с этим можно объяснять рискованное поведение сотрудников организаций — представителей данного поколения низкой оценкой ценности безопасности личности и готовностью жертвовать собой в опасных ситуациях.

Таким образом, результат эксперимента указывает на содержательные ориентиры по педагогической коррекции культуры безопасности сотрудников поколения X: следует внести в программы дополнительного профессионального образования этих сотрудников социально-гуманитарные аспекты профессиональной деятельности, акцентировать внимание на безусловной ценности жизни и здоровья каждой личности. Экспериментальные результаты предлагают и способ убеждения представителей поколения X: для них большую ценность имеют представленные документально нормативы и регламенты.

Культура безопасности поколений Y и Z характеризуется более широкой представленностью учебных дисциплин как содержательной основы когнитивного компонента: значимыми для развития культуры безопасности стали и дисциплины социально-гуманитарного и естественно-научного циклов. Включение в содержание таких дисциплин аспектов, связанных с безопасностью, позволило бы сбалансировать систему ценностей безопасности респондентов и обратить их внимание на ценности безопасности социума, личности, природы, техносферы. Вместе с тем эксперимент проиллюстрировал рассогласование ценностей с деятельностью на их основе, что указывает на уровень незрелости культуры безопасности этих поколений.

Причину такого результата целесообразно усмотреть в бессистемном характере предъявления содержания образования в единой связи с ценностями современного периода, в отсутствии опоры отбора содержания образования на ценности безопасности поколения. Результаты, полученные в данных группах респондентов, позволяют определить направления педагогической коррекции: следует выровнять объем знаний по безопасности по учебным дисциплинам разных циклов, сделав акцент на ценности безопасности природы и техносферы (у респондентов поколения Y) и ценности безопасности природы и государства (у респондентов поколения Z). Поскольку оба поколения больше прислушиваются к мнению социума или опираются на свои убеждения, соответствующие знания эффективнее предъявлять в форме обсуждения на семинарах, деловых играх, экскурсиях и других интерактивных формах организации учебных занятий, сопровождающихся выработкой коллективного решения и личных убеждений. Управляющим средством может быть содержание образования студентов по дисциплинам: психология и педагогика безопасности, аксиология безопасности, методическое обеспечение по вопросам безопасности, безопасность личности в цифровом образовательном пространстве, экотехническая культура. Ценность отобранного нового фрагмента содержания образования должна определяться возможностью с его помощью:

- иллюстрировать связи между учебной дисциплиной и проблемами безопасности в социуме;
- готовить к будущей профессиональной и социальной деятельности безопасным способом;
- приобщать студентов поколения Z к деятельности по принятию решений в сфере экотехнической безопасности через сближение их системы ценностей с уже сложившимся социокультурным приматом в сфере безопасности;
- формировать у студентов социальную и личную ответственность за безопасность перед социумом;
- развивать мотивацию добровольного гражданского участия в деятельности по обеспечению безопасности социума.

В образовательном процессе, учитывающем ценности студентов поколения Z, в котором содержание образования и уже сформированные ценностные ориентиры взаимообусловлены, оказывается возможным управляемое развитие культуры безопасности студентов. Культура безопасности респондентов поколений X и Y может

претерпевать педагогическую коррекцию в образовательном процессе дополнительного профессионального образования.

В образовательном процессе основного профессионального образования и дополнительного профессионального образования новый фрагмент содержания образования должен обеспечивать развитие каждого компонента культуры безопасности: для развития ценностного и знаниевого компонентов следует интегрировать актуальные социально ценностные знания в сфере безопасности; для развития деятельностного компонента следует готовить задания, направленные на преобразования знаний в навыки безопасного социального и профессионального поведения.

Заключение

В научной литературе достаточно разработана методология развития культуры безопасности человека, которую составляют: системный, культурологический, аксиологический и деятельностный подходы. Данная методология позволяет описать динамику культуры безопасности каждого поколения студентов. Приложение рассмотренных подходов к задачам исследования культуры безопасности у трех поколений студентов стало средством упорядочения методологических ориентиров педагогического влияния на развитие культуры безопасности студентов. На их основе был изучен механизм кооперации всех компонентов культуры безопасности представителя студентов каждого поколения X, Y, Z. Исследованы возможные способы отбора и предъявления содержания образования для влияния на результат развития культуры безопасности студентов.

Экспериментальный этап исследования показал, что выбор безопасного способа деятельности в условиях риска для жизни сопровождается ценностной интерпретацией действий и связан с социальным и профессиональным познанием. Путем обновления содержания образования можно изменять иерархию ценностей безопасности человека, которые имеют отношение к социальной и профессиональной деятельности, содействовать пониманию личной ценности безопасности. Именно понимание особенностей ценностного компонента культуры безопасности студента им самим и его педагогом позволит органично адаптировать ценностный компонент к ценностному примату современной социокультурной среды, чем способствовать устойчивому развитию целостности культуры безопасности студента.

Список литературы

1. **Власов Л. А.** Психология безопасности труда. СПб.: Изд. Военмех, 2003. 161 с.
2. **Кимберг А. Н.** Психология безопасности личности: предмет и проблемы в перспективе субъектного подхода // Человек. Сообщество. Управление. 2010. № 1. С. 72—80.
3. **Котик М. И.** Психология и безопасность. Монография по психологии труда. СПб.: Питер, 2006. 285 с.
4. **Сухов А. Н.** Социальная психология безопасности. М.: Academia, 2005, 256 с.
5. **Бражников П. П.** Теория поколений в кадровой политике и ее связь с конкуренцией работодателей на рынке труда // Тренды и управление. 2016. Июль (т. 14, № 2). С. 194—201.
6. **Examining** the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry / Stemn E. et al. // Safety science. 2019. Vol. 113. P. 345—355.
7. **Губанов В. М., Капшунова И. К.** Философская интерпретация безопасности жизнедеятельности // Педагогика высшей школы. 2016. № 3.1 (6.1). С. 62—68. URL: https://moluch.ru/th/3/archive/43/1446 (дата обращения 25.10.2021).
8. **Поликарпов В. С.** Философия безопасности. СПб., Ростов-на-Дону—Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. 144 с.
9. **Мозговая А.** В. Социология риска: возможности синтеза теории и эмпирического знания. В сборнике: Риск в социальном пространстве / Под ред. А. В. Мозговой. М.: Изд-во Ин-та социологии РАН, 2001. С. 9—38.
10. **Бухтояров В. Ф.** Нравственные и духовные аспекты безопасности труда: монография. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2020. 228 с.
11. **Saujiani M.** World-class safety culture: Applying the five pillars of safety // Professional safety. 2016. Vol. 61 No. 6. P. 2607—2620.
12. **Савичева А. В., Прохорова М. В.** Теория поколений. Модели поведения.: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Изд. Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, 2020. 41 с.
13. **Чилипенок Ю. Ю.** Три поколения российских работников: исследование трудового опыта // Вестник Поволжского института управления. 2015. № 3 (48). С. 79—85.
14. **Hoover Eric** (11 October 2009). The Millennial Muddle: How stereotyping students became a thriving industry and a bundle of contradictions // The Chronicle of Higher Education Retrieved 11 January 2011.
15. **Raleigh D.** Soviet Baby Boomers: An Oral History of Russia's Cold War Generation.New York: Oxford University Press, 2012.
16. **Калегина Ю. В.** Педагогическое содействие развитию экотехнической культуры студента // Педагогическое образование в России. 2021. № 2. С. 96—103.
17. **Александров Ю. И., Александрова Н. Л.** Субъективный опыт, культура и социальные представления. М.: Институт психологии РАН, 2009. 319 с. URL: http://mhp-journal.ru/upload/Library/Alexandrov_YuI_ (дата обращения 25.10.2021).
18. **Калегина Ю. В.** Методическое обеспечение подготовки по вопросам безопасности: социальный и профессиональный аспекты. Учебное пособие. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. 135 с.
19. **Мошкин В. Н., Калачев Г. А.** Модель процесса воспитания культуры безопасности студентов // Педагогический университетский вестник Алтая. Барнаул: Изд-во БГПУ, 2006. 118 с.

20. **Shulman R. G., Rothman D. L.** A non-cognitive behavioral model for interpreting functional neuroimaging studies // Frontiers in Human Neuroscience. 2019. Vol. 13. Article ID 28. 18 p.
21. **Трунов М. В., Орехов А. И.** Профессиональная педагогическая культура безопасности: пути развития и совершенствования // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=5642 (дата обращения 25.10.2021).
22. **Александров И. О.** Формирование структуры индивидуального знания. М.: Институт психологии РАН, 2006. 560 с.
23. **Арутюнова К. Р., Созинова И. М., Александров Ю. И.** Мозговые основы моральной оценки действий // Современная зарубежная психология. 2020. Том 9. № 2. С. 68—81.
24. **Ростова А. Т.** Циклическое воспроизводство социальных тенденций в теории поколений В. Штрауса и Н. Хоува // Juvenis scientia. 2018. № 7. С. 33—35.
25. **The psychology** of morality: a review and analysis of empirical studies published from 1940 through 2017 / N. Ellemers et al. // Personality and Social Psychology Review. 2019. Vol. 23. No. 4. P. 332—366.
26. **Wiseman H.** The myth of the moral brain: The limits of moral enhancement. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. 337 p.
27. **Neural development** of mentalizing in moral judgment from adolescence to adulthood / C. L. Harenski et al. // Developmental Cognitive Neuroscience. 2012. Vol. 2. No. 1. P. 162—173.
28. **Кузнецов В. Н.** Социология безопасности: Формирование культуры безопасности в трансформирующемся обществе. М., 2002.
29. **Cikara M., Farnsworth R. A., Harris L. T., Fiske S. T.** On the wrong side of the trolley track: Neural correlates of relative social valuation // Social Cognitive and Affective Neuroscience. 2010. Vol. 5. No. 4. P. 404—413.
30. **Пищик В. И.** Ментальность поколений в текучей современности: монография. Москва: ИНФРА-М, 2019. 150 с.

Yu. V. Kalegina, Associate Professor, e-mail: kaleginayv@susu.ru, South Ural State University, Chelyabinsk

Research for Value Guidelines for the Development of Student Safety Culture

The article justifies the need to take into account in the content of education the transformation of the safety values of modern students in the development of their safety culture. The author disclosed the methodological grounds for the development of a safety culture in the educational process of the university. The culture of student safety is considered in the article as the integrity of three components: axiological, cognitive, activity, formed at different stages of its educational trajectory. The composition and structure of the axiological component of the culture of human safety by the author are correlated with the safety values of generations X, Y, Z, the foundations of students and the labor part of society. To test the assumption of axiological differences in the safety culture of students of different generations and the influence on it of the content of security education, the author conducted and described an experiment. During the experiment, the level of development of the safety culture of three generations of students was determined, meaningful ways of pedagogical influence on the safety culture were revealed. The author justifies the leading role of the value aspects of the content of education in the development of a culture of safety for both students and working citizens of different generations. Based on experimental data, a method of selecting the content of student education and adequate forms of presenting it is proposed as pedagogical means for developing the necessary level of safety culture among students.

Keywords: *development of safety culture, values of security of generation, culture of safety of students*

References

1. **Vlasov L. A.** Psihologiya bezopasnosti truda. Saint-Petersburg: Izd. Voenmekh, 2003. 161 p.
2. **Kimberg A. N.** Psihologiya bezopasnosti lichnosti: predmet i problemy v perspektive sub"ektnogo podhoda. *Chelovek. Soobshchestvo. Upravlenie*. 2010. No. 1. P. 72—80.
3. **Kotik M. I.** Psihologiya i bezopasnost'. Monografiya po psihologii truda. Saint-Petersburg: Piter, 2006. 285 p.
4. **Suhov A. N.** Social'naya psihologiya bezopasnosti. Moscow: Academia, 2005. 256 p.
5. **Brazhnikov P. P.** Teoriya pokolenij v kadrovoj politike i ee svyaz' s konkurenciej rabotodatelej na rynke truda. *Trendy i upravlenie*. 2016. Iyul' (Vol. 14, No. 2). P. 194—201.
6. **Examining** the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry / E. Stemn et al. *Safety science*. 2019. Vol. 113. P. 345—355.
7. **Gubanov V. M., Kapshunova I. K.** Filosofskaya interpretaciya bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. *Pedagogika vysshej shkoly*. 2016. No. 3.1 (6.1). P. 62—68. URL: https://moluch.ru/th/3/archive/43/1446 (date of access 25.10.2021).
8. **Polikarpov V. S.** Filosofiya bezopasnosti. Saint-Petersburg, Rostov-na-Donu—Taganrog: Izd-vo TRTU. 2001. 144 p.
9. **Mozgovaya A. V.** Sociologiya riska: vozmozhnosti sinteza teorii i empiricheskogo znaniya. V sbornike: *Risk v social'nom prostranstve*. Pod red. A. V. Mozgovoj. Moscow: Izd-vo In-ta sociologii RAN, 2001. P. 9—38.

10. **Buhtoyarov V. F.** Nravstvennye i duhovnye aspekty bezopasnosti truda: monografiya. Chelyabinsk: IC SUSU, 2020. 228 p.
11. **Saujiani M.** World-class safety culture: Applying the five pillars of safety. *Professional safety*. 2016. Vol. 61 No. 6. P. 2607—2620.
12. **Savicheva A. V., Prohorova M. V.** Teoriya pokolenij. Modeli povedeniya: Uchebno-metodicheskoe posobie. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskij gosudarstvennyj universitet im. N. I. Lobachevskogo, 2020. 41 p.
13. **Chilipyonok Yu. Yu.** Tri pokoleniya rossijskih rabotnikov: issledovanie trudovogo opyta. *Vestnik Povolzhskogo instituta upravleniya*. 2015. No. 3 (48). P. 79—85.
14. **Hoover Eric** (11 October 2009). The Millennial Muddle: How stereotyping students became a thriving industry and a bundle of contradictions". *The Chronicle of Higher Education Retrieved 11 January 2011.*
15. **Raleigh D.** Soviet Baby Boomers: An Oral History of Russia's Cold War Generation. New York: Oxford University Press, 2012.
16. **Kalegina Yu. V.** Pedagogicheskoe sodejstvie razvitiyu ekotekhnicheskoj kul'tury studenta. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. 2021. No. 2. P. 96—103.
17. **Aleksandrov Yu. I., Aleksandrova N. L.** Sub"ektivnyj opyt, kul'tura i social'nye predstavleniya. Moscow: Institut psihologii RAN, 2009. 319 p.
18. **Kalegina Yu. V.** Metodicheskoe obespechenie podgotovki po voprosam bezopasnosti: social'nyj i professional'nyj aspekty. Uchebnoe posobie. Chelyabinsk: ICSUSU, 2021. 135 p.
19. **Moshkin V. N., Kalachev G. A.** Model' processa vospitaniya kul'tury bezopasnosti studentov. *Pedagogicheskij universitetskij vestnik Altaya*. Barnaul: Izd-vo BGPU, 2006. 118 p.
20. **Shulman R. G., Rothman D. L.** A non-cognitive behavioral model for interpreting functional neuroimaging studies. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2019. Vol. 13. Article ID 28. 18 p.
21. **Trunov M. V., Orekhov A. I.** Professional'naya pedagogicheskaya kul'tura bezopasnosti: puti razvitiya i sovershenstvovaniya. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012. No. 2. URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=5642 (date of access 25.10.2021).
22. **Aleksandrov I. O.** Formirovanie struktury individual'nogo znaniya. Moscow: Institut psihologii RAN, 2006. 560 p.
23. **Arutyunova K. R., Sozinova I. M., Aleksandrov Yu. I.** Mozgovye osnovy moral'noj ocenki dejstvij. Sovremennaya zarubezhnaya psihologiya, 2020. Vol. 9. No. 2. P. 68—81.
24. **Rostova A. T.** Ciklicheskoe vosproizvodstvo social'nyh tendencij v teorii pokolenij W. Straussa i N. Howe. *Juvenis scientia*. 2018. No. 7. P. 33—35.
25. **The psychology** of morality: a review and analysis of empirical studies published from 1940 through 2017 / N. Ellemers et al. *Personality and Social Psychology Review*. 2019. Vol. 23. No. 4. P. 332—366.
26. **Wiseman H.** The myth of the moral brain: The limits of moral enhancement. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. 337 p.
27. **Neural development** of mentalizing in moral judgment from adolescence to adulthood / S. L. Harenski et al. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2012. Vol. 2. No. 1. P. 162—173.
28. **Kuznecov V. N.** Sociologiya bezopasnosti: Formirovanie kul'tury bezopasnosti v transformiruyushchemsya obshchestve. Moscow, 2002.
29. **Cikara M., Farnsworth R. A., Harris L. T., Fiske S. T.** On the wrong side of the trolley track: Neural correlates of relative social valuation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2010. Vol. 5. No. 4. P. 404—413.
30. **Pishchik V. I.** Mental'nost' pokolenij v tekuchej sovremennosti: monografiya. Moscow: INFRA-M, 2019. 150 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"
ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, ул. Матросская Тишина, д. 23, стр. 2., оф. 45
Телефон редакции журнала 8 (499) 270-16-52, e-mail: bjd@novtex.ru, http://novtex.ru/bjd
Телефон главного редактора +7 (985) 364-29-77, e-mail: vl.aksenov@yandex.ru

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*
Сдано в набор 01.02.22. Подписано в печать 21.03.22. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ BG422.
Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.
Оригинал-макет ООО "Адвансед солюшнз".
Отпечатано в ООО "Адвансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**

30-я Международная выставка технических средств охраны и оборудования для обеспечения безопасности и противопожарной защиты

Sfitex

29 ноября – 1 декабря 2022 г.

Санкт-Петербург, КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Sfitex – ключевая выставка технических средств охраны и оборудования для обеспечения безопасности и противопожарной защиты на Северо-Западе России, объединяющая на одной площадке ведущие компании отрасли и уникальную узкоспециализированную аудиторию специалистов, заинтересованных в поиске и приобретении оборудования и технологических решений для обеспечения безопасности на различных объектах.

Основные разделы выставки

- **Решения AntiCOVID**
- **СКУД и системы охраны периметра**
- **Системы пожаротушения и огнезащиты**
- **Оборудование и компоненты для охранно-пожарной сигнализации**
- **Системы видеонаблюдения**

Официальный сайт мероприятия
https://www.sfitex.ru/ru-RU/

Издательство «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

выпускает *научно-технические журналы*

Научно-практический и учебно-методический журнал

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В журнале освещаются достижения и перспективы в области исследований, обеспечения и совершенствования защиты человека от всех видов опасностей производственной и природной среды, их контроля, мониторинга, предотвращения, ликвидации последствий аварий и катастроф, образования в сфере безопасности жизнедеятельности.

Подписной индекс по Объединенному каталогу «Пресса России» – 79963

Подписной индекс по Объединенному каталогу «Пресса России» – 72656

Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития основных направлений в области разработки, производства и применения информационных технологий.

Междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал

НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

В журнале освещаются современное состояние, тенденции и перспективы развития нано- и микросистемной техники, рассматриваются вопрос разработки и внедрения нанои микросистем в различные области науки, технологии и производства.

Подписной индекс по Объединенному каталогу «Пресса России» – 79493

Подписной индекс по Объединенному каталогу «Пресса России» – 79492

Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал

МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ

В журнале освещаются достижения в области мехатроники, интегрирующей механику, электронику, автоматику и информатику в целях совершенствования технологий производства и создания техники новых поколений. Рассматриваются актуальные проблемы теории и практики автоматического и автоматизированного управления техническими объектами и технологическими процессами в промышленности, энергетике и на транспорте.

Теоретический и прикладной научно-технический журнал

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

В журнале освещаются состояние и тенденции развития основных направлений индустрии программного обеспечения, связанных с проектированием, конструированием, архитектурой, обеспечением качества и сопровождением жизненного цикла программного обеспечения, а также рассматриваются достижения в области создания и эксплуатации прикладных программно-информационных систем во всех областях человеческой деятельности.

Подписной индекс по Объединенному каталогу «Пресса России» – 22765

Адрес редакции журналов для авторов и подписчиков:
107076, Москва, ул. Матросская Тишина, д. 23, стр. 2, оф. 45. Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".
Тел.: (499) 270-16-52. E-mail: antonov@novtex.ru

ISSN 1684-6435. Безопасность жизнедеятельности. 2022. № 4. 1–56. Индекс: 79963 (Объединенный каталог «Пресса России»)