



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 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.
 СОКОЛОВ Э. М., 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.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Редакционная коллегия:

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.
 БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.
 (Польша)
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КИРСАНОВ В. В., 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.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

10(202)
2017

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

Елин А. М., Елин А. М. Культура труда — непреложный компонент организации безопасного производства	3
Мавлянова Е. И., Иванова М. В., Глебова Е. В., Коробов А. В. Анализ обеспеченности средствами индивидуальной защиты персонала на предприятии на примере ООО "Газпром трансгаз Самара"	7

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Бессонов Д. В., Алексеев С. Г., Барбин Н. М. Вейпинг — вопросы безопасности	10
Брин В. Б. Экспериментальные доказательства возможности профилактирования патогенных эффектов тяжелых металлов	16

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Малышев В. П. Особенности безопасной эксплуатации сверхмощных лазеров	24
Смирнов С. Г., Николаева В. А., Панкова Е. О. Опыт проектирования высокоэффективного глушителя шума	28

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кирсанов В. В. Определение нагрузки на активный ил в биотехнологиях по очистке производственных сточных вод с неравномерными концентрациями поллютантов	34
---	----

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Петров В. А., Иванов А. О. Перспективные пути повышения пожарной безопасности энергонасыщенных обитаемых герметичных объектов	37
---	----

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Астафьева О. В., Дерягина С. Е. Экологические аспекты устойчивого развития Свердловской области	40
---	----

ОБРАЗОВАНИЕ

Козьяков А. Ф., Кирикова О. В., Гапонюк Н. А. Реализации дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" на кафедре "Экология и промышленная безопасность" Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана	48
Сергеев Г. Г., Берестова О. А. Необходимость доведения самозащитной реакции обучающихся до рефлекторного уровня на основе эвакуационных тренировок	56

ИНФОРМАЦИЯ

Решение международной научно-практической конференции "Совершенствование системы непрерывного образования в области безопасности деятельности" (1—2 июня 2017 года, Санкт-Петербург)	61
--	----

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, включен в систему Российского индекса научного цитирования и Международную базу данных CAS (Chemical Abstract).



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZHIZNEDATELNOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R. A., 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.)
SOKOLOV E. M., 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.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)
BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
ZABOROVSKIY T. (Poland),
Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KIRSANOV V. V., 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.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phys.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
SHVARTSBERG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

10(202)
2017

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

- Elin A. M., Elin A. M.** Labor Culture is an Indispensable Component of the Organization of Safe Production 3
Mavlyanova E. I., Ivanova M. V., Glebova E. V., Korobov A. V. The Analysis of Individual Security Personnel Protective Equipment at the Enterprise on an Example of LLC "Gazprom Transgaz Samara" 7

POPULATION HEALTH PROTECTION

- Bessonov D. V., Alexeev S. G., Barbin N. M.** Vaping — Questions of Safety 10
Brin V. B. Experimental Evidence of the Possibility Prophylaxis Pathogenic Effects of Heavy Metals 16

INDUSTRIAL SAFETY

- Malyshev V. P.** Features the Safe Operation of Heavy-Duty Lasers 24
Smirnov S. G., Nikolaeva V. A., Pankova E. O. Experiment of Design of Highly Effective Noise Muffler 28

ENVIRONMENT PROTECTION

- Kirsanov V. V.** Determination of the Load on Activated Sludge in Biotechnologies for the Purification of Industrial Wastewater with Uneven Concentrations of Pollutants 34

FIRE SAFETY

- Petrov V. A., Ivanov A. O.** Promising Ways to Increase the Fire Safety of Energy-Saturated Inhabited Sealed Objects 37

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Astafieva O. V., Deryagina S. E.** Environmental Aspects of Sustainable Development of Sverdlovsk Region 40

EDUCATION

- Koziakov A. F., Kirikova O. V., Gaponyuk N. A.** Implementing of Discipline "Life Safety" to Chair "Ecology and Industrial Safety" at Bauman Moscow State Technical University 48
Sergeev G. G., Berestova O. A. Necessity of Finishing of Self-Safety Effect at Training up to Reflection of a Level on Basis Evacuation of Trainings 56

INFORMATION

- The Decision** of International Scientific-Practical Conference "Improving the System of Continuous Education Security Activities" (1–2 June, 2017, Saint-Petersburg) 61

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

УДК 65.011.52:65.012.8

А. М. Елин, д-р экон. наук, ученый секретарь, e-mail: elin_am@vcot.info, "ВНИИ труда" Минтруда России, Москва, **А. М. Елин**, канд. экон. наук, руководитель службы информационного обеспечения, АНО УКЦ "Труд", Москва

Культура труда — непреложный компонент организации безопасного производства

Представлен авторский взгляд на культуру труда, как обязательный и непреложный компонент организации производства, создания достойных рабочих мест на современных действующих и вновь создаваемых производствах.

Ключевые слова: благополучие, условия труда, рабочее место, стимулы, гуманизация труда, структура управления, содержание работы, режим труда и отдыха, мотивация, минимизация риска

В Конституции Российской Федерации и Трудовом кодексе Российской Федерации закреплено положение о приоритете норм международного права. В стране выбран курс на гармонизацию национальных нормативных правовых актов с международными нормами трудового права и стандартами безопасности. Здоровье работающих граждан и его сохранение в процессе работы является одним из важнейших приоритетов государства. В "Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года", утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 12.05.2009 № 537 указано, что "при создании в России инновационной экономики возникают серьезные вызовы, связанные с прогрессирующей трудонедостаточностью, признанной одним из главных стратегических рисков и угроз национальной безопасности на долгосрочную перспективу в области экономического роста" [1].

Актуализация законодательства Российской Федерации с ратифицированными конвенциями МОТ определяет настоятельную необходимость приведения национального законодательства в соответствие с ратифицированными международными правовыми актами, а в перспективе и с находящимися в процессе ратификации, в том числе с приданием данному направлению устойчивого закрепления многоцелевого понятия — культура труда.

В Российской энциклопедии по охране труда [2] дано следующее определение: "Культура труда — комплексная качественная характеристика состояния *труда*. Включает рациональную *организацию труда*, благоприятные *условия труда*, использование передовых технологий, высокий профессионализм *работника*, партнерские отношения между участниками совместного труда. Культура труда способствует сохранению *здоровья* работника; развитию чувства удовлетворенности трудом, хорошего настроения, интереса и активности при выполнении работы;

росту профессиональной *квалификации*; профессиональной и личной самореализации; освоению рациональных приемов труда, новой техники и технологии; повышению производительности труда". Здесь же подчеркнуто, что "Культура охраны труда — высокий уровень развития системы сохранения жизни и *здоровья* работников в процессе *трудовой деятельности*" [2].

На действующем производстве культура труда и культура охраны труда должны составлять обязательный элемент любого рабочего места и любого производственно-технологического процесса, которые способны гарантировать не только элементарные условия при выполнении производственного задания, но и сохранение жизни и здоровья работников за счет реализации и полного использования элементов, входящих в данные понятия. По мнению авторов, в действующем Трудовом кодексе РФ недостаточно отражены такие направления в области безопасности и гигиены труда, как приспособление механизмов, оборудования, рабочего времени, организации труда и трудовых процессов к физическим и психическим свойствам работников, гигиенической оценки использования и обслуживания материальных элементов труда (рабочих мест, производственной среды, инструментов, механизмов и оборудования, химических, физических и биологических веществ и агентов, трудовых процессов). Эти вопросы должны быть в центре внимания всех организаторов и участников производства в целом и непосредственных руководителей работ в частности.

Наиболее перспективным направлением развития национального законодательства в сфере охраны труда и сохранения здоровья персонала является его совершенствование на основе принятых на международном уровне документов МОТ и ВОЗ. В качестве определяющей цели национальной



политики в области охраны труда в соответствии с конвенциями МОТ можно предложить предупреждение несчастных случаев и повреждений здоровья, возникающих в результате работы, в ходе ее организации или связанные с ней, сводя к минимуму, насколько это обоснованно и практически осуществимо, причины опасностей, свойственных производственной среде. Одним из основных способов достижения результатов является минимизация профессиональных рисков. Инструментом реализации данного способа должна быть методология анализа профессиональных рисков через внедрение элементов культуры труда.

Культура охраны труда является позитивной, когда работники верят, что охрана труда одна из ключевых ценностей организации, и воспринимают этот элемент как один из первейших приоритетов работодателей. Этого возможно добиться только тогда, когда работники доверяют своему руководству; когда слова о политике охраны труда воплощаются в реальные дела на ежедневной основе; когда решения руководства демонстрируют истинную заботу о работниках; когда меры воздействия и вознаграждения, предлагаемые высшим руководством организации, понуждают средний управленческий персонал и непосредственных руководителей работ проявлять должную заботу об условиях и организации труда на каждом конкретном месте; когда работники играют заметную роль в принятии решений и их реализации; когда между рабочими и руководством строятся доверительные отношения; когда существуют прозрачные каналы коммуникации и когда работники получают позитивную оценку своей деятельности.

Культура охраны труда должна быть выстроена при соответствии ее ряду критериев оценки и должна выступать как непреложный и обязательный элемент организации производства и системы управления. В качестве критериев могут быть следующие: а) руководство высшего звена организации должно подтвердить всеми мерами воздействия, что охрана труда и культура труда являются одним из приоритетов организации; б) каждый работник должен быть заинтересован и активно участвовать в деятельности, связанной с обеспечением охраны и безопасности труда не только на своем рабочем месте, но и в целом в организации; в) средний управленческий персонал организации должен быть инициатором и активным проводником всех мероприятий по улучшению условий и организации безопасного труда на различных участках производства; г) система охраны труда на всех уровнях управления должна быть гибкой, представляющей возможность реализации лучших форм управленческого реагирования и достижения требуемых

результатов; д) в организации должны быть выработаны, приняты и постоянно реализовываться меры поощрения за успехи в труде и охране труда; е) наряду с мерами управленческого реагирования (администрирования) должен быть предусмотрен и систематически осуществляться общественный контроль за проводимыми мероприятиями в сфере охраны труда и культуры труда.

Для задач сохранения существующих трудовых ресурсов необходимо в возможно более короткие сроки завершить процесс ратификации конвенции МОТ 161, дополнив отечественное законодательство нормативами оценки и управления профессиональным риском с переносом акцента с безопасности на сохранение здоровья работников, что предстанет базовой основой инновационной минимизации риска здоровья работников. Эта основа должна включать нормативный акт, определяющий политику, систему и программы в области охраны здоровья работников.

Создание такой базы будет в полной мере соответствовать положениям Глобального плана действий по охране здоровья работающих на 2008—2017 годы [3], в котором определена необходимость разработки основ национальной политики в области охраны труда и здоровья работников; совершенствования законодательства; создания механизмов межсекторальной координации деятельности; финансирования и мобилизации ресурсов на цели охраны труда и укрепления здоровья работников; включения целей и действий в интересах охраны труда и здоровья работников в национальные стратегии здравоохранения. Наличие такой базы будет одним из условий обеспечения на следующем этапе социально-экономического развития страны системного перевода российской экономики в режим инновационного развития через дальнейшее и всестороннее совершенствование культуры труда.

Благополучие человека, в том числе выстроенное на элементах культуры труда, должно стать главным приоритетом многих организационно-управленческих структур современной России. Особое место в решении этих проблем должно быть отведено вопросам охраны труда и сохранения здоровья работающего населения. Это объясняется тем, что из-за плохих условий труда, нарушения режимов труда и отдыха, низкой ответственности ряда работодателей за соблюдение трудового законодательства национальная экономика лишается квалифицированных кадров и несет большие издержки из-за повреждения здоровья и временной нетрудоспособности.

Важной составляющей сохранения жизни и здоровья работников является правовая грамотность как самих сотрудников, так и работодателей.

Поэтому необходимо регулярно и систематически проводить различного рода обучающие семинары, а также консультационные услуги: беседы и лекции профессиональной гигиенической направленности со всеми категориями работников. Повышение правовой культуры и культуры труда всех континентов, особенно социально незащищенных работников, нуждается в пристальном внимании и поддержке государства [4].

Дефицит трудовых ресурсов в России в связи со снижением численности населения в трудоспособном возрасте обуславливает необходимость более пристального внимания к вопросам сохранения и рационального использования имеющегося трудового потенциала. В качестве одного из приоритетных направлений решения этой задачи в Российской Федерации и на международном уровне рассматривается минимизация профессиональных рисков. От того, как организован труд, зависит эффективность использования орудий труда, качество выпускаемой продукции, ее себестоимость, а также общая культура производства. *Гуманизация труда* — одно из направлений *организации* труда предполагает создание условий, способствующих повышению его культуры и эффективности производства [5]. Она возвышает человека как творческую личность, сохраняет здоровье и способность к труду на протяжении всей трудовой жизни. Выделяют четыре аспекта гуманизации труда.

1. *Создание нормальных условий работы* (благоприятных для физического и психологического здоровья человека). Это положение вытекает из непреложного требования, которое закреплено во многих конвенциях Международной организации труда: обеспечить безопасность и здоровье человека на производстве. Высокая заработная плата, доплаты и надбавки, а также социальные услуги не могут компенсировать потерю здоровья в результате неблагоприятных условий труда (включая не только технологии производства, но и окружающую среду). Требуется значительные затраты на техническую реконструкцию действующего производства и освоение новых технико-технологических приемов или видов работ.

2. *Построение рациональной структуры управления*. Если работа осуществляется слаженно, ритмично, без ненужных повторений той или иной операции, если организационные, финансовые, экономические, технологические вопросы решаются успешно, если каждый работник имеет свое определенное место в структуре и понимает связи между рабочими местами, то такая организационно-функциональная производственная структура управления, обладая определенными стимулами, ориентирует весь персонал на достижение целей организации.

3. *Определение содержания работы и ее организация* (выполнение) на рабочем месте. Необходимо стремиться к расширению содержания работы. Работа монотонная, с коротким циклом, физическая не вызывает у работника интереса, не стимулирует к творчеству. Такая работа обычно не требует высокой квалификации. Стимул лишь один — заработать деньги. Если заработная плата не устраивает, то такую работу, как правило, меняют. Работник не должен быть простым исполнителем, когда в его работе все уже определено и прописано. Каким бы ни было производство, работнику необходимо дать возможность участвовать в разработке целей и задач, в планировании и организации работы. Только в этом случае у него будет проявляться и развиваться умение принимать решения и действовать самостоятельно. Недопустимо изолировать рабочее место и работника от других рабочих мест и работников. Для того чтобы развивались нематериальные стимулы, необходимо общение с другими людьми. Положительным можно считать опыт использования в организациях частично автономных групп (бригад). Определенный комплекс производственных задач передается рабочей группе, которая самостоятельно организует свою работу и регулирует использование персонала. В советской практике широко использовались комплексные бригады, которые можно отнести к автономным группам, но с существенной оговоркой. Эти бригады были нацелены на достижение высших бригадных результатов вплоть до попытки доведения до них показателя прибыли. Деятельность автономных (рабочих) групп должна быть направлена на достижение общих целей организации.

4. *Определение продолжительности рабочего времени и режима (ритма) работы* должно обеспечивать постоянное восстановление работоспособности работников как по завершении работы, так и в процессе ее выполнения, т. е. необходимо нормировать время труда и его интенсивность, устанавливать рациональный режим труда и отдыха.

Особое значение для развития гуманизации труда в различных сферах экономики имеют:

- разработка и реализация программ создания безопасных и здоровых условий труда;
- планирование карьеры и профессионального роста работников;
- создание возможностей для самореализации и самовыражения личностных качеств работников;
- применение нетрадиционных форм организации рабочих мест и рабочего времени (гибкие графики работы, надомный труд);
- вовлечение работников в процесс управления производством;
- стимулирование работников;
- мотивация труда [2].



Рабочее место является основным звеном производственного процесса, где сосредоточены материально-технические элементы, осуществляется трудовая деятельность человека, и его правильная организация имеет целью создание оптимальных условий для высокопроизводительной работы [6].

В зарубежных источниках культура охраны труда трактуется как высокий уровень развития системы сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Однако законодательно это понятие в Российской Федерации до сих пор не определено. Проблема повышения культуры охраны труда многофункциональна, требует комплексного подхода к ее решению. Она предусматривает управленческие системы, практику включения в них работодателей и работников, дисциплину на рабочем месте, все принципы, отношения и правила, которые способствуют созданию безопасной и здоровой производственной среды в условиях, когда работа организована производительно и качественно с учетом мнения сторон социального партнерства [7]. В связи с этим целесообразно в рамках реализации "Типового положения о системе управления охраной труда" [8], утвержденного приказом Минтруда России от 19 августа 2016 г. № 438н, доработать, обсудить с активом специалистов и принять нормативный акт о культуре охраны труда для последующего его использования в организациях Российской Федерации.

К сожалению, ни официальная статистика, ни отчетность в системе государственного социального страхования не учитывают важнейшие показатели повреждения здоровья трудоспособного населения, в том числе скрытый профессиональный риск, производственно обусловленную заболеваемость; старение организма работников под воздействием неблагоприятных производственных факторов (т. е. сокращение продолжительности жизни), а также психологические стрессы.

Применительно к Конвенции МОТ № 187 термин "национальная культура профилактики в области безопасности и гигиены труда" означает культуру, в которой право на безопасную и здоровую производственную среду должно соблюдаться на всех уровнях, когда органы исполнительной власти, работодатели и работники принимают активное участие в обеспечении безопасной и здоровой производственной среды посредством системы установленных прав, ответственности и обязанностей, и когда принципам профилактики придается самый высокий приоритет [9].

Культура охраны труда может стать эффективной при условии включения всех ее составляющих, что явится залогом снижения показателей производственного травматизма, профессиональных заболеваний и сокращением издержек на охрану труда.

В охране труда большое внимание уделяется выявлению и идентификации риска. Говорить о системе управления риском, на наш взгляд, не совсем верно, так как риск и его проявление должны рассматриваться как основной или определяющий элемент системы управления охраной труда. Поэтому все меры по выявлению рисков ситуаций при выполнении различных видов работ или отдельных производственных операций должны рассматриваться в рамках мер управленческого воздействия в системе управления охраной и безопасностью труда [10].

Минимизировать производственные риски — это, по мнению авторов, означает обеспечить не только безопасные условия жизнедеятельности человека, но и внести достойный вклад в решение вопросов экономического развития трудовых коллективов, реально ослабить дефицит трудовых ресурсов в различных видах экономической деятельности за счет коренного улучшения всех составляющих организации труда [11]. Они способны обеспечить благосостояние жизнедеятельности, качественные характеристики транспортного, коммунально-бытового и социального обеспечения всех категорий населения. Все эти элементы являются обязательными компонентами, формирующими культуру труда, на любом производстве, на каждом отдельном рабочем месте.

Список литературы

1. **Стратегия** национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утв. Указом Президента РФ от 12.05.2009. № 537.
2. **Российская энциклопедия** по охране труда. Изд. 2-е. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС. 2006. Т. 1. — 440 с.
3. **Глобальный план** действий по охране здоровья работающих на 2008—2017 годы. ВОЗ, 2007.
4. **Арефьев А. А.** Современные подходы диспансеризации работающего населения. СПб.: ГОУ ВПО "Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия", 2010.
5. **Социальная политика**, уровень и качество жизни: Словарь / Под общ. ред. В. Н. Бобкова, А. П. Починка. — М.: Изд-во ВЦУЖ, 2001. — 288 с.
6. **Трудовой кодекс** Российской Федерации. — М.: Из-во "Манн, Иванов и Фербер", 2014. — 680 с.
7. **Елин А. М., Анохин А. В.** Культура охраны труда как фактор управленческого воздействия // *Кадровик*. — 2016. — № 5. — С. 94—99.
8. **Приказ** Минтруда России от 19 августа 2016 г. № 438н "Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда".
9. **Конвенция МОТ № 187** "Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда".
10. **Елин А. М.** Охрана труда: проблемы и пути решения: Монография. — М., 2010. — 464 с.
11. **Елин А. М., Тимашов А. В.** Риск как неотъемлемый элемент управления производственной деятельностью // Сб. материалов 3-й международной научно-практической конференции "Безопасность и управление рисками". — Пермь: ПГТУ, 2016. — С. 220—229.

A. M. Elin, Scientific Secretary, e-mail: elin_am@vcot.info, "All-Russian Research Institute of Labor", Ministry of Labor of Russia, Moscow, **A. M. Elin**, Head of Service Information Support, ANO UKC "Trud", Moscow

Labor Culture is an Indispensable Component of the Organization of Safe Production

The author presents an author's view of the culture of labor as an indispensable and indispensable component of the organization of production, creation of decent jobs in modern operating and newly created industries.

Keywords: well-being, working conditions, workplace, incentives, Humanization of labor, management structure, content of the work, mode of work and rest, motivation, minimization of risk

References

1. **Strategija** nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda, utv. Ukazom Prezidenta RF ot 12.05.09. No. 537.
2. **Rossijskaja** jenciklopedija po ohrane trud. Izdanie 2-e. Moscow, Izd-vo NC JeNAS. 2006. Vol. 1. 440 p.
3. **Global'nyj** plan dejstvij po ohrane zdorov'ja rabotajushih na 2008—2017 gody. VOZ, 2007.
4. **Aref'ev A. A.** Sovremennye podhody dispanserizacii rabotajushhego naselenija. Saint Petersburg, GOU VPO "Sankt-Peterburgskaja gosudarstvennaja pediatričeskaja medicinskaja akademija", 2010.
5. **Social'naja** politika, uroven' i kachestvo zhizni. Slovar'. Pod obshhej redakciej V. N. Bobkova, A. P. Pochinka. Moscow: Izd-vo VCUZh, 2001. 288 p.
6. **Trudovoj** kodeks Rossijskoj Federacii. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2014. 680 p.
7. **Elin A. M., Anohin A. V.** Kul'tura ohrany truda kak faktor upravlencheskogo vozdejstvija. *Kadrovik*. 2016. No. 5. P. 94—99.
8. **Prikaz** Mintruda Rossii ot 19 avgusta 2016 g. № 438n "Ob utverzhenii tipovogo polozhenija o sisteme upravlenija ohranoj truda".
9. **Konvencija** MOT N. 187 "Ob osnovah, sodejstvujushih bezopasnosti i gigijene truda".
10. **Elin A. M.** Ohrana truda: problemy i puti reshenija. Monografija. Moscow, 2010. 464 p.
11. **Elin A. M., Timashov A. V.** Risk kak neot'emlemyj jelement upravlenija proizvodstvennoj dejatel'nost'ju: *Sbornik materialov 3-ej mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii "Bezopasnost' i upravlenie riskami"*. Perm', PGTU, 2016. P. 220—229.

УДК 331.453

Е. И. Мавлянова, магистрант, e-mail: e-malyanova@mail.ru,

М. В. Иванова, канд. техн. наук, доц. кафедры,

Е. В. Глебова, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, **А. В. Коробов**, ассистент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, Москва

Анализ обеспеченности средствами индивидуальной защиты персонала на предприятии на примере ООО "Газпром трансгаз Самара"

Проведен анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной защиты (СИЗ), в рамках анализа были изучены карточки учета выдачи СИЗ, а также результаты специальной оценки условий труда, проведенной на рассматриваемом предприятии. На основе анализа выявлен ряд проблем в обеспечении работников средствами индивидуальной защиты, которые связаны с расхождением фактически выдаваемых СИЗ с предусмотренными нормами в организации и с условиями труда на рабочих местах.

Ключевые слова: обеспечение средствами индивидуальной защиты, условия труда, работник, нормы выдачи

Обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников по отношению к другим результатам трудовой деятельности является одним из основных общечеловеческих принципов.

Данный принцип закреплен в Трудовом кодексе Российской Федерации (далее по тексту — ТК РФ), что выдвигает на первое место в ряду функций

работодателей обязанность обеспечивать нормальные и безопасные условия труда работников. В соответствии со статьей 210 Трудового кодекса РФ одним из основных направлений государственной политики в области охраны труда является установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной защиты за счет средств работодателей [1].



Вопросы охраны и безопасности труда и, в частности, обеспечения работников средствами индивидуальной защиты являются актуальными и для предприятий топливно-энергетического комплекса.

Надежная защита работников с помощью средств индивидуальной защиты (СИЗ) может быть достигнута только при их правильном выборе и применении в конкретных производственных условиях. Этот выбор зависит от характера выполняемой работы, условий труда и возможного возникновения аварийных ситуаций.

Список профессий и должностей работников, а также видов работ, при которых в обязательном порядке выдаются СИЗ, определен типовыми нормами, утвержденными приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 9.12.2014 № 997н [2]. Оценка обеспеченности работников СИЗ проводится как минимум на соответствие типовым нормам. Все СИЗ, предусмотренные нормами, должны быть выданы работнику.

Однако работодатель имеет право, с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников и своего финансово-экономического положения, устанавливать нормы бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, улучшающие по сравнению с типовыми нормами защиту работников от имеющих на рабочих местах вредных и (или) опасных производственных факторов, а также особых температурных условий и загрязнения [3].

В связи с этим встает вопрос, можно ли проводить оценку обеспеченности работников СИЗ на соответствие установленным работодателем нормам.

Данные нормы должны быть утверждены внутренними документами организации (локальными нормативными актами), устанавливающими права и обязанности работодателя и работников, на основании результатов специальной оценки условий труда (СОУТ) и могут быть включены в коллективный и (или) трудовой договор с указанием типовых норм, по сравнению с которыми улучшается обеспечение работников средствами индивидуальной защиты. И тогда оценка обеспеченности работников СИЗ будет проводиться на соответствие локальным нормам, включающим все СИЗ из типовых норм и дополнительные СИЗ по результатам СОУТ [3].

Проведен анализ обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты на примере Сергиевского линейно-производственного управления магистральными газопроводами (ЛПУМГ) ООО "Газпром трансгаз Самара", путем сопоставления фактически выданных СИЗ с нормами бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, утвержденными в установленном порядке (локальными), а также оценкой соответствия выданных СИЗ

фактическому состоянию условий труда на рабочих местах.

Для сопоставления фактически выдаваемых работникам СИЗ с нормами бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам филиалов, структурных подразделений, дочерних обществ и организаций ПАО "Газпром" [4] был проведен анализ карточек учета выдачи СИЗ, который позволил выявить ряд несоответствий:

- выдача работникам СИЗ, не предусмотренных локальными нормами (табл. 1);
- отсутствие у работников, выполняющих отдельные виды работ, необходимых СИЗ — привязи, удерживающей (дежурной) (табл. 2);
- отсутствие дежурных СИЗ у работников (щитков для защиты лица и глаз) при выполнении работ, связанных с применением шлифовальных машин, триммера, кустореза и так далее. Выдача данных СИЗ необходима из-за возможности получения травмы лица.

Распространенным нарушением является также несоответствие выдаваемых СИЗ фактическому состоянию условий труда на рабочих местах.

Под условиями труда понимается совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника (статья 209 ТК РФ) [1].

Анализируя результаты специальной оценки труда, проведенной на Сергиевском ЛПУМГ ООО "Газпром трансгаз Самара", можно сделать вывод, что на пяти из 28 рассмотренных рабочих мест условия труда признаны вредными (3-й класс). При этом было выявлено, что основным вредным фактором, воздействующим на работников, является производственный шум. Превышение допустимых норм по данному фактору и стало предметом несоответствия — у работающего во вредных условиях труда по фактору производственный шум уборщика производственных помещений отсутствуют СИЗ органов слуха.

Таким образом, проведенный анализ обеспеченности СИЗ персонала ООО "Газпром трансгаз Самара" показал, что в организации существует

Таблица 1

Профессия	СИЗ, фактически выдаваемые, но отсутствующие в нормах выдачи	Примечания
Монтер по защите подземных трубопроводов от коррозии	Очки защитные Каска защитная Респиратор Подшлемник утепленный	Нормами не предусмотрены
Трубопроводчик линейный	Респиратор	Респиратор необходимо выдавать в условиях контакта с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия

Про- фессия	Виды работ	Перечень необходимых СИЗ по видам работ	Перечень фактически выдаваемых СИЗ
Маляр	Окрасочные работы (внутренних стен, перегородок, ограждения, оборудования и т. д.) на объектах	1. Перчатки с защитным покрытием 2. Респиратор 3. Очки защитные 4. Дежурная: Каска защитная 5. Дежурные: Наушники противозумные 6. При работе с применением вредно действующих красок дополнительно: Перчатки резиновые или Перчатки резиновые на трикотажной основе	1. Перчатки с защитным покрытием 2. Респиратор 3. Очки защитные 4. Дежурная: Каска защитная 5. Дежурные: Наушники противозумные 6. При работе с применением вредно действующих красок дополнительно: Перчатки резиновые или Перчатки резиновые на трикотажной основе 7. При работе на кровле и металлоконструкциях дополнительно дежурные: Галоши валяные Перчатки из полимерных материалов морозостойкие
	Работа на высоте	1. Перчатки с защитным покрытием 2. Респиратор 3. Очки защитные 4. Дежурная: Каска защитная 5. Дежурные: Наушники противозумные 6. При работе на кровле и металлоконструкциях дополнительно дежурные: Галоши валяные Перчатки из полимерных материалов морозостойкие Привязь удерживающая (дежурная)	

ряд проблем в обеспечении работников средствами индивидуальной защиты, который связан с расхождением фактически выдаваемых СИЗ с предусмотренными нормами в организации и с условиями труда на рабочих местах. Результаты данного анализа могут быть использованы в разработке рекомендаций по устранению несоответствий и оптимизации расходов на выдачу СИЗ.

Список литературы

1. **Трудовой кодекс** Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (редакция от 05.10.2015).
2. **Приказ** Минтруда России от 09.12.2014 № 997н "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специаль-

- ной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением".
3. **Приказ** Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н (редакция от 12.01.2015) "Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты".
 4. **Постановление** Минтруда России от 07.04.2004 № 43 "Об утверждении норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам филиалов, структурных подразделений, дочерних обществ и организаций Открытого акционерного общества "Газпром".

E. I. Mavlyanova, Undergraduate, e-mail: e-malyanova@mail.ru,

M. V. Ivanova, Associate Professor, **E. V. Glebova**, Professor, Head of Chair,

A. V. Korobov, Assistant, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU), Moscow

The Analysis of Individual Security Personnel Protective Equipment at the Enterprise on an Example of LLC "Gazprom Transgaz Samara"

The analysis of the security personnel with personal protective equipment (PPE) has been conducted, in the analysis of PPE registration cards have been studied, and the results of a special assessment of working conditions, carried out at the said enterprise. Based on the analysis a few problems revealed in providing workers with personal protective equipment, which is connected with the disparity actually issued PPE provided with the standards organization and working conditions in the workplace.

Keywords: ensuring personal protective equipment, working conditions, employee, rations

References

1. **Трудовой кодекс** Rossijskoj Federacii ot 30.12.2001 No. 197-FZ (redakcija ot 05.10.2015).
2. **Приказ** Mintruda Rossii ot 09.12.2014 No. 997n "Ob utverzhdenii Tipovyh norm besplatnoj vydachi special'noj odezhdy, special'noj obuvi i drugih sredstv individual'noj zashhity rabotnikam skvoznyh professij i dolzhnostej vseh vidov jekonomicheskoy dejatel'nosti, zanjatym na rabotah s vrednymi i (ili) opasnymi uslovijami truda, a takzhe na rabotah, vypolnjaemyh v osobyh temperaturnyh uslovijah ili svjazannyh s zagraznieniem".

3. **Приказ** Minzdravsocrazvitiya Rossii ot 01.06.2009 No. 290n (red. ot 12.01.2015) "Ob utverzhdenii Mezhotraslevykh pravil obespechenija rabotnikov special'noj odezhdoj, special'noj obuvs'ju i drugimi sredstvami individual'noj zashhity".
4. **Postanovlenie** Mintruda Rossii ot 07.04.2004 No. 43 "Ob utverzhdenii norm besplatnoj vydachi sertificirovannyh special'noj odezhdy, special'noj obuvi i drugih sredstv individual'noj zashhity rabotnikam filialov, strukturnyh podrazdelenij, dochernih obshhestv i organizacij Otkrytogo akcionernogo obshhestva "Gazprom".

УДК 614.8.02 + 833.3:841.249

Д. В. Бессонов, асп.¹, нач. сектора², e-mail: 730bdv@gmail.com,
С. Г. Алексеев, канд. хим. наук, доцент, ст. науч. сотр.^{1, 3},
Н. М. Барбин, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой⁴, ст. науч. сотр.¹

¹ Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург

² Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы "Испытательная пожарная лаборатория" по Свердловской области, Екатеринбург

³ Научно-инженерный центр "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН, Екатеринбург

⁴ Уральский Государственный аграрный университет, Екатеринбург

Вейпинг — вопросы безопасности

В настоящее время употребление электронных сигарет или вейпинг становится популярным среди различных слоев населения. Он позиционируется как безопасная и менее вредная, и даже совсем безвредная альтернатива традиционному курению табачных изделий. Борьба с курением создает благоприятные условия для более широкого употребления е-сигарет. При этом нормативно-правовая база для регулирования вейпинга фактически отсутствует, что создает угрозу для здоровья и жизни людей, а также для материальных ценностей. Современные медико-биологические исследования опровергают миф о безвредности е-сигарет, а примеры инцидентов при вейпинге разрушают стереотип о пожаровзрывобезопасности электронных сигарет. В связи с этим возникает необходимость в разработке нормативно-технических требований к конструкции электронных сигарет и правилам их безопасного употребления. До создания этих нормативных требований целесообразно приравнять их к табачным изделиям.

Ключевые слова: вейпинг, электронная сигарета, е-сигарета, вейпер, опасность, пожар, взрыв

Введение

Еще совсем недавно никто не знал о таких понятиях, как электронная сигарета, вейпинг, вейпер. Однако сегодня это явление прочно вошло в нашу жизнь, сейчас уже никого не удивляет человек, выпускающий большие клубы густого белого дыма. Быстрое и широкое распространение этого движения среди "активной" части населения обусловливается задействованием социальных сетей: "В-Контакте", "Одноклассники", "Facebook", "Instagram" и др., а также методов и рекламных ходов, которые раньше активно применялись для продвижения сигарет Lucky Strike и других марок [1]. Это использование известных и знаменитых личностей в рекламных целях, проведение специализированных выставок-конференций, фестивалей и т. п., например, "Vapexpo", "Невский вейп", "Облака" и др. в различных городах мира: Москве, Санкт-Петербурге, Ростове, Амстердаме, Варшаве, Праге, Мехико и других, где активно пропагандируют вейпинг [2].

Принято считать, что вейпинг как явление стал распространяться благодаря изобретению китайского фармацевта Лика Хона (Lik Hon), в 2003 г., подавшего заявку на изобретение, которое позволяло избавиться от никотиновой зависимости [3, 4]. Однако его нельзя считать пионером в этой области. Первая конструкция устройства для вейпинга была описана еще в 1927 г. [5]. Появлению интереса к этому устройству, а также изобретение Лика Хона и начало серийного производства электронных сигарет в 2004 г. произошло благодаря принятию в 2003 г. на 56-й сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения под эгидой Всемирной организации здравоохранения "Рамочной конвенции Всемирной организации здравоохранения по борьбе против табака" [6]. И почти одновременно с этим все крупные мировые табачные компании обозначили свое присутствие в этой индустрии: Philip Morris International, British American Tobacco, Imperial Tobacco, Japan Tobacco Inc., Davidoff, Gauloises, с каждым годом наращивая темпы производства [7].

Сегодня вейпинг позиционируется как безопасная, менее вредная, и даже совсем безвредная альтернатива традиционному курению табачных изделий. Сложившуюся ситуацию можно сравнить с начальной стадией керосиновой эры во второй половине XIX столетия. Тогда керосиновое освещение повсеместно стало замещать свечное. Однако побочным эффектом этого явился рост пожаров и взрывов за счет применения небезопасного керосина и несовершенства керосиновых приборов, а также появление новых показателей пожаровзрывоопасности (температур вспышки и воспламенения) и методов их определения.

Безопасность вейпинга

О вреде и опасности курения обычных сигарет написано много. Многие публикации подготовлены на результатах экспериментальных изысканий. Можно отметить, что начало этим исследованиям положил еще английский и шотландский король Яков I (VI)¹, в 1604 г. выпустивший трактат "О вреде табака", который оканчивался словами: *"A custome lothsome to the eye, hateful to the Nose, harnefull to the braine, dangerous to the Lungs, and in the blacke stinking fume there of, neerest resembling the horrible Stigian smoke of the pit that is bottomelesse"*² [8].

Фактически вейпинг — это одно из направлений табакокурения, поэтому он представляет в той или иной мере те же опасности для здоровья, которые заключены и в табачных изделиях. Вейпинг как явление в силу своего быстрого распространения привлекает внимание ученых различных специальностей из многих стран мира. Принцип работы электронных сигарет основан на образовании бездымного аэрозольного облака, имитирующего процесс курения. Жидкость при вдыхании проходит через нагревательную спираль электронного устройства, где она испаряется, разлагается и распадается (делится) на мелкие капли с образованием аэрозольного облака. Основная масса исследований связана с изучением влияния на организм человека использования рабочих жидкостей для вейпинга как основного компонента электронной сигареты [9—11]. Влияние на организм человека в первую очередь определяется химическим составом рабочих жидкостей.

В настоящее время установлены основные вещества, которые присутствуют в аэрозольном облаке, образуемом при вейпинге. Кроме

¹ В Англии он был коронован под именем Якова I, а в Шотландии под именем Якова (Иакова) VI.

² Привычка, противная для глаз, невыносимая для носа, вредная для мозга, опасная для легких, а черный зловонный табачный дым очень напоминает ужасный дым бездонной бездны Ада (перевод авторов).

основных компонентов: 1,2-пропиленгликоля, глицерина, никотина, различных ароматизаторов (диацетила, лимонела, бензальдегида) в дыму e-сигарет содержатся также продукты их термического разложения и синтеза (акролеин, формальдегид, бензол, ацетальдегид, метандиол и др.). Их негативное воздействие на организм человека достаточно подробно описано в литературе [12, 13].

Почти все производители и продавцы электронных сигарет утверждают о пожарной безопасности своих устройств: *"...они безопасны, в них отсутствует пламя как таковое..."* [2], *"...в электронной сигарете не используется огонь, т. е. отсутствует риск возникновения пожара..."* [3, 4]. Однако ряд исследований, а также информация в печати и на электронных форумах все чаще подвергают сомнению эти утверждения. Количество взрывов и пожаров, произошедших в последнее время, в результате использования электронных испарителей увеличивается с каждым днем. Основная часть их происходит за рубежом, это обусловлено большей распространенностью электронных испарителей в западных странах США, Великобритании, Италии и других странах. По данным различных статистических агентств, основными рынками продаж электронных сигарет (испарителей) являются: США — 43 %, Великобритания — 13 %, Италия — 7 %, Китай — 6 %, Малайзия — 6 %, на долю других стран в общем приходится порядка 25 % [7, 14—16].

По данным различных источников в России на фоне общего уровня снижения производства и потребления обычных сигарет от 5...10 % в год [17, 18] наблюдается одновременный рост продаж e-сигарет (испарителей). К примеру, только в Санкт-Петербурге объем рынка электронных сигарет с 2008 г. увеличился более чем в три раза и достиг 2 млрд руб. в год, а по России к 2014 г. он достиг 25...27 млрд руб. [16].

Основной категорией потребителей электронных сигарет, согласно исследованиям, является "активная" часть населения в возрасте от 18 до 50 лет. Это учащиеся различных образовательных учреждений, сотрудники предприятий различных форм собственности, как государственных так и частных [7, 18—21], что говорит о широком круге мест возможного использования — от учебных заведений и офисов до производственных и складских зданий. Такие здания характеризуются наличием большого количества людей, длительного, а иногда круглосуточного режима их пребывания и большой горючей загрузкой.

Конструкция электронных сигарет (испарителей) имеет ряд особенностей, характеризующих их как относительно сложные устройства: наличие быстро разряжаемых элементов питания,



жидкости, используемые для парообразования, нагревательные элементы и электронные схемы. Они требуют частых манипуляций: полной или частичной разборки—сборки после использования, подзарядки и смены аккумуляторных батарей, заправки жидкостью и замены спиралей. Эти операции не слишком удобно выполнять на свежем воздухе. Как правило, основным объектом пожара являются жилые дома и общественные здания с массовым пребыванием людей.

В зарубежной печати опубликовано несколько исследований пожарной опасности электронных испарителей [22—24], но в большинстве опубликованных работ в основном приводится статистика произошедших пожаров. К немногочисленным исследованиям можно отнести, например, проведенные отделом по предотвращению пожаров "Пожарно-спасательной службы графства Мерсисайд" (Merseyside Fire and Rescue Service Headquarters Bridle Road Liverpool L30 4YD) [22]. Согласно данному исследованию в период с 2012 г. по июнь 2014 г. в графстве Мерсисайд (Англия) с населением около 1,5 млн человек произошло 10 случаев пожаров, основной причиной которых стал выход из строя аккумуляторной батареи электронных испарителей. По данным, приведенным в журнале "The Wall Street Joournal", в США в период с 2009 по январь 2016 г. произошло 134 случая пожаров и взрывов электронных сигарет [25].

Медицинский центр Вашингтонского университета (University of Washington Regional Burn Center) с октября 2015 по июнь 2016 г. зафиксировал 15 пострадавших от взрыва электронных сигарет [26]. Наиболее показательной является статья, опубликованная сотрудниками данного центра, "Ожоги бедра от взрыва литий-ионной батареи электронной сигареты: Первый случай из серии" ("Thigh burns from exploding *e*-cigarette lithium ion batteries: First case series") [27]. В ходе оказания помощи было установлено, что помимо обычных термических ожогов у пострадавших были обнаружены также химические ожоги, вызванные воздействием горения окиси лития.

В России такая статистика отсутствует, однако согласно открытым источникам (публикациям СМИ) [28] число случаев пожаров, произошедших в результате использования *e*-сигарет в период с 2014 по 2015 г., составило более 20, а число пострадавших — 6 человек. Однако эти цифры нельзя считать точными, так как при учете статистических данных подобные происшествия регистрируются как неосторожное обращение с огнем либо неисправность электробытовых приборов.

Приведенные выше примеры пожарной опасности *e*-сигарет рассматривают пожароопасность

только литий-ионных аккумуляторов, а пожарная опасность рабочих жидкостей не освещена в СМИ. Однако состав рабочих жидкостей, а также компонентов аэрозольного облака позволяют говорить о том, что эти смеси относятся к горючим жидкостям, способным в определенных условиях образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

Авторами проведен ряд исследований пожарной опасности различных смесей жидкостей для *e*-сигарет, а именно: определены температуры вспышки в закрытом и открытом тигле. Исследованию были подвергнуты смеси 1,2-пропиленгликоля и глицерина в различных концентрациях (от 0 до 100 с шагом 10). Эксперименты были повторены несколько раз, общее количество проб составило 40, т. е. около 120 опытов. В результате обработки полученных данных выявлена зависимость значения температуры вспышки от процентного содержания 1,2-пропиленгликоля и глицерина (рис. 1, 2).

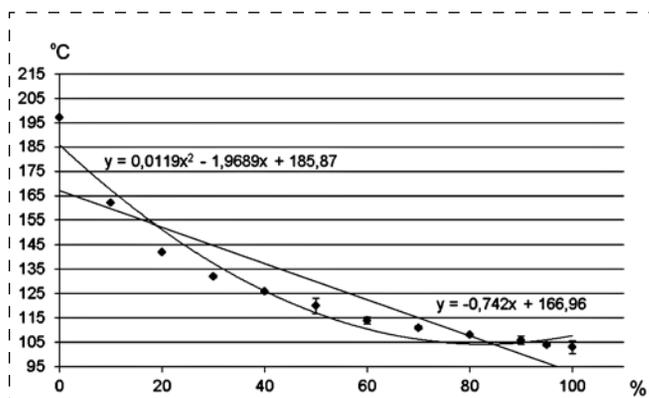


Рис. 1. График зависимости температуры вспышки в открытом тигле жидкости для электронных сигарет от процентного содержания компонентов (глицерин и 1,2-пропиленгликоль)

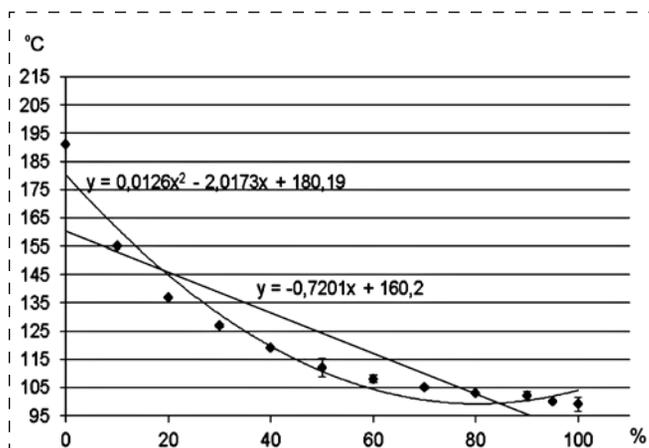


Рис. 2. График зависимости температуры вспышки в закрытом тигле жидкости для электронных сигарет от процентного содержания компонентов (глицерин и 1,2-пропиленгликоль)

Нормативно-правовые проблемы

В нашей стране ведется планомерная работа за здоровый образ жизни и в частности против курения. В этом направлении следует выделить следующие мероприятия.

1. В мае 2016 г. вступили в силу новые требования к табачной продукции, изложенные в ТР ТС 035/2014 "Технический регламент на табачную продукцию".

2. Внесены изменения в ст. 19 Федерального закона от 23.02.2013 № 15-ФЗ "Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака" по регламентации правил продажи табачных изделий.

3. Министерством здравоохранения России предложен проект концепции борьбы с курением на 2016—2020 гг., в которой предлагается использование универсальной обезличенной упаковки для сигаретных пачек.

4. Повышение акциза на табачные изделия, предусмотренного Федеральным законом от 30 ноября 2016 № 401-ФЗ.

Данная законодательная деятельность говорит о том, что руководство страны планомерно ищет пути и возможности для ограничения продаж и потребления сигарет. Однако следует отметить, что ослабление позиций производителей и продавцов табачной продукции создает благоприятные условия, с одной стороны, для нелегальной продажи табачной продукции, а с другой стороны, для продвижения на рынке электронных сигарет.

В нашей стране электронные сигареты не входят в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности [29—31]. По товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности электронные сигареты относятся к разделу XVI "Машины, оборудование и механизмы; электротехническое оборудование; их части; звукозаписывающая и звуковоспроизводящая аппаратура; аппаратура для записи и воспроизведения телевизионного изображения и звука, их части и принадлежности", "Машины и механические приспособления прочие" код ТН ВЭД — 8479899709 [32], поэтому они попадают под действие ГОСТ Р 52161.1—2004 "Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов", который содержит нормы, правила и методы испытаний, являющиеся общими для всех бытовых электроприборов. Однако в настоящее время он не применяется для электронных сигарет, что увеличивает риск возникновения различных опасностей при вейпинге.

Используемая в электронных испарителях жидкость в соответствии с Общероссийским

классификатором продукции относится к товарам бытовой химии (код ОКП 23 8990 "Препараты различного назначения, прочие"). Эта продукция также не подлежит обязательной сертификации [29—31]. Отсутствие регулирования в этой области позволяет использовать в качестве парообразующей жидкости в электронных сигаретах любое вещество, попадающее под данную классификацию. По сути никто не может гарантировать безопасность используемых вейперами составов. Многие из них экспериментируют с жидкостями, покупая их в аптеках и других местах, смешивают их в различных пропорциях.

В настоящее время требования пожарной безопасности в нормативно-правовых актах Российской Федерации для электронных сигарет и испарителей отсутствуют. При этом Минздрав России в своем письме от 29.04.2013 № 24-4-7000984 в ответ на запрос Федерального собрания Государственной Думы РФ от 17.04.2013 № 3.4-24/344 отказался рассматривать электронные сигареты в качестве табачных изделий, тем самым фактически разрешив их использование в общественных зданиях, на воздушном и ж/д транспорте. Также благодаря этому в настоящий момент "в сети" электронную сигарету могут купить даже несовершеннолетние лица.

Заключение

Вейпинг — это одно из направлений табакокурения, при котором в той или иной мере проявляется негативное влияние, характерное для табачной продукции. Появление все большего числа случаев пожаров и травмирования людей в результате взрывов электронных сигарет явно указывает на необходимость разработки нормативно-технических требований к их конструкции, а также правилам их употребления в общественных местах, на производстве, в жилых помещениях и на транспорте для безопасного или условно-безопасного использования электронных сигарет. На первом этапе (до вступления в силу нормативно-правовых актов, регулирующих производство, продажу и эксплуатацию e-сигарет) целесообразно приравнять их к табачным изделиям.

Список литературы

1. **Amos A., Haglund M.** From social taboo to "torch of freedom": marketing of cigarettes to women // *Tobacco Control*. — 2000. — No. 9. — P. 3—8.
2. **Vapexpo.** [сайт]. URL: <https://vapexpo.ru/ru/conference> (дата обращения 16.10.2016).
3. **Patent** (EU) No. 200601250. Electronic Face (PRC) cigarette / Inventor Hon Lik, applicant/assignee of Best Partners Uolduayd Limited (VG), application 18.03.2005; publish 26.10.2007; priority 29.12.2006. — 9 p.

4. **Patent** (CN) No. WO2004/080216 A1. A smokeless electronic cigarette with aerosol / inventor Hon Lik (PRC), the applicant/assignee B15, Beyzhing 100083 (CN), application 14.03.2003; publish 23.09.2004; priority 08.04.2004. — 16 p.
5. **Patent** (US) No. 1775,947. Electric evaporator / Inventor J. Robinson (US), applicant/assignee J. Robinson (US), application 03.05.1927; publish 16.09.1930; priority 16.09.1930. — 5 p.
6. **Рамочная конвенция ВОЗ по борьбе против табака.** — Женева: Отдел подготовки документов ВОЗ, 2005. — 47 с.¹
7. **Bauld L., Angus K., de Andrade M., Ford A.** Electronic cigarette marketing: current research and policy / The Centre for Tobacco Control Research, 2016. — 72 p.
8. **King James VI and I.** A Royal Rhetorician: A Treatise on Scottis Poesie. A Counterblaste to Tobacco etc. etc. / by ed. R. S. Rait. — Westminster: A. Constable and Co., 1900. — P. 29—54.
9. **Walele T., Sharma G., Savioz R., Martin C., Williams J.** A randomized, crossover study on an electronic vapor product, nicotine inhalator and a conventional cigarette. Part A: Pharmacokinetics // Regulatory Toxicology and Pharmacology. — 2016. — Vol. 74. — P. 187—192. doi: 10.1016/j.yrtph.2015.12.003.
10. **Walele T., Sharma G., Savioz R., Martin C., Williams J.** A randomized, crossover study on an electronic vapor product, nicotine inhalator and a conventional cigarette. Part B: Safety and subjective effects // Regulatory Toxicology and Pharmacology. — 2016. — Vol. 74. — P. 193—199. doi: 10.1016/j.yrtph.2015.12.004.
11. **Dicpinigaitis P. V.** Effect of tobacco and electronic cigarette use on cough reflex sensitivity // Pulmonary Pharmacology & Therapeutics. — 2017. doi: 10.1016/j.pupt.2017.01.013.
12. **Глухов С. Д., Миргородская А. Г., Миргородская А. Г.** Разработка методики получения влажного конденсата и определения никотина в электронной сигарете // Фундаментальные и прикладные исследования по безопасности и качеству пищевых продуктов: Сб. науч. трудов VIII Межд. конф. молодых ученых и специалистов. — Видное: ООО "РадиоСофт", 2014. — С. 54—57.
13. **Вредные вещества в промышленности.** Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под ред. Н. В. Лазарева, Э. Н. Левиной. — Л.: Химия, 1976. — Т. 1. — 592 с.; 1977. — Т. 2 — 624 с.
14. **Kresge N.** How I Got Hooked on E-Cigarettes Hints at Growing Market/ Bloomberg Industries. 20.12.2013. URL: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-12-19/how-i-got-hooked-on-e-cigs-hints-at-2-3-trillion-market> (дата обращения 10.10.2016).
15. **POL-K:** 160128-3-K E-Zigarette explodiert — Mann schwer verletzt // Presseportal [сайт]. URL: <http://www.presseportal.de/blaulicht/pm/12415/3237154> (дата обращения 03.10.2016).
16. **Рынок электронных сигарет** — рост благодаря запретам / Исследовательская и консалтинговая компания "Директ ИНФО". 17.12.2015. — 5 с.
17. **Мирошниченко Д.** Обзор рынка: производство табачных изделий. URL: <http://www.openbusiness.ru/biz/business/obzor-ryka-proizvodstvo-tabachnykh-izdelyi/> (дата обращения 11.10.2016).
18. **Васильева М.** Рынок электронных сигарет в Петербурге за 3 года вырос более чем вдвое // Деловой Петербург. — 27.10.2015. URL: http://www.dp.ru/a/2015/10/27/Rinok_elektronnih_sigaret/ (дата обращения 10.10.2016).
19. **E-cigarettes: an evidence update** A report commissioned by Public Health England / McNeill A., Brose L. S, Calder R, Hitchman S. C, Hajek P, McRobbie H. // Public Health England. — 2015. PHE No. 2015260. — 113 p.
20. **Сирин Е.** Время для затяжки // Секрет фирмы. — 2013. — № 1—2 (327). — С. 6—9.
21. **Vaporizers, E-Cigarettes, and other Electronic Nicotine Delivery Systems (ENDS).** U. S. Department of Health and Human Services. URL: <https://www.fda.gov/TobaccoProducts/Labeling/ProductsIngredientsComponents/ucm456610.htm> (дата обращения 07.04.2017).
22. **Campbell R.** Report: Electronic Cigarette Explosions and Fires: The 2015 Experience. — Quincy: NFPA, 2015. — 4 p.
23. **Electronic Cigarette Fires and Explosions** / U. S. Fire Administration, 2014. — 11 p.
24. **Mullen I.** E-Cigarettes. UK. Merseyside Fire and Rescue Service, 2014. — 8 p.
25. **Randazzo S.** E-Cigarette Users Sue Over Exploding Devices // The wall street journal. wsj.com. 03.07.2016. URL: <http://www.wsj.com/articles/e-cigarette-users-sue-over-exploding-devices-1467538202> (дата обращения 03.10.2016).
26. **Thompson D.** Exploding E-Cigarettes Sending 'Vapers' to Burn Centers. health.usnews.com. 05.10.2016. URL: <http://health.usnews.com/health-care/articles/2016-10-05/exploding-e-cigarettes-sending-vapers-to-burn-centers> (дата обращения 10.10.2016).
27. **Nicoll K. J., Rose A. M., Khan M. A. A., Quaba O., Lowrie A. G.** Thigh burns from exploding e-cigarette lithium ion batteries: First case series / Burns. JBUR-4917; 31.03.2016. — 5 p.
28. **Мурадьян Л.** В Липецке в доме начался пожар из-за взорвавшейся электронной сигареты // Lipetsk.kp.ru [сайт] 02.03.2017. URL: <http://www.lipetsk.kp.ru/daily/26634/3652719> (дата обращения 02.03.2017).
29. **Об утверждении** списка продукции, которая для помещения под таможенные режимы, предусматривающие возможность отчуждения или использования этой продукции в соответствии с ее назначением на территории Российской Федерации, подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям Федерального закона "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями на 09.08.2016 г.): принят Постановлением Правительства РФ от 17.03.2009 № 241. Доступ из справочно-нормативной системы "Техэксперт".
30. **Об утверждении** единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии (с изменениями на 26.09.2016 г.): принят Постановлением Правительства РФ от 01.12.2009 № 982. Доступ из справочно-нормативной системы "Техэксперт".
31. **Технический регламент** о требованиях пожарной безопасности (с изм. на 03.07.2016 г.): Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ: принят Государственной Думой 04.07.2008 г.: одобрен Советом Федерации 11.07.2008 г. Доступ из справочно-нормативной системы "Техэксперт".
32. **Об утверждении** единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза и Единого таможенного тарифа Евразийского экономического союза (с изменениями на 31.01.2017 г.): принят Советом ЕЭК. Доступ из справочно-нормативной системы "Техэксперт".

¹ Первое издание вышло в 2003 году.

D. V. Bessonov, Postgraduate¹, Head of Sector,² e-mail: 730bdv@gmail.com,

S. G. Alexeev, Associate Professor, Senior Resercher^{1,3},

N. M. Barbin, Head of Department⁴, Senior Resercher¹

¹ Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Yekaterinburg

² Forensic and Expert Establishment of the Federal Fire Service "Testing fire laboratory" on Sverdlovsk Region, Yekaterinburg

³ Science and Engineering Centre "Reliability and Safety of Large Systems" of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg

⁴ Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

Vaping — Questions of Safety

Now the use of electronic cigarettes or vaping becomes popular among various segments of the population. It is positioned as safe and less harmful, and even absolutely harmless alternative to traditional smoking of tobacco products. Fight against smoking creates favorable conditions for broader use of e-cigarettes. At the same time normative and legal there is no base for regulation of vaping actually that creates threat for health and life of people, and also for material values. Modern medical and biological researches disprove the myth about harmlessness of e-cigarettes, and examples of incidents at vaping break down stereotype about fire and explosion safety of electronic cigarettes. In this regard there is need for development of normative and technical requirements to design of electronic cigarettes and to rules of their safe use. Before creation of these normative requirements it is reasonable to equate them to tobacco products.

Keywords: vaping, electronic cigarette, e-cigarette, vaper, hazard, fire, explosion

References

1. **Amos A., Haglund M.** From social taboo to "torch of freedom": marketing of cigarettes to women. *Tobacco Control*. 2000. No. 9. P. 3—8.
2. **Vapexpo.** URL: <https://vapexpo.ru/ru> (date of access 10.16.2016).
3. **Patent** (EU) No. 200601250. Electronic Face (PRC) cigarette / Inventor Hon Lik, applicant/assignee of Best Partners Uolduyd Limited (VG), application 18.03.2005; publish 26.10.2007; priority 29.12.2006. 9 p.
4. **Patent** (CN) No. WO2004/080216 A1. A smokeless electronic cigarette with aerosol / Inventor Hon Lik (PRC), the applicant/assignee B15, Beyzhing 100083 (CN), application 14.03.2003; publish 23.09.2004; priority 08.04.2004. 16 p.
5. **Patent** (US) No. 1775,947. Electric evaporator / inventor J. Robinson (US), applicant/assignee J. Robinson (US), application 03.05.1927; publish 16.09.1930; priority 16.09.1930. 5 p.
6. **The WHO** framework convention on fight against tobacco. Geneva: Department of preparation of documents of WHO, 2005. 47 p.
7. **Bauld L., Angus K., de Andrade M., Ford A.** Electronic cigarette marketing: current research and policy. The Centre for Tobacco Control Research, 2016. 72 p.
8. **King James VI and I.** A Royal Rhetorician: A Treatise on Scottis Poesie. A Counterblaste to Tobacco etc. etc. / by ed. R. S. Rait. Westminster: A. Constable and Co., 1900. P. 29—54.
9. **Walele T., Sharma G., Savioz R., Martin C., Williams J.** A andomized, crossover study on an electronic vapor product, nicotine inhalator and a conventional cigarette. Part A: Pharmacokinetics. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016. Vol. 74. P. 187—192. doi: 10.1016/j.yrtph.2015.12.003.
10. **Walele T., Sharma G., Savioz R., Martin C., Williams J.** A andomized, crossover study on an electronic vapor product, nicotine inhalator and a conventional cigarette. Part B: Safety and subjective effects. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2016. Vol. 74. P. 193—199. doi: 10.1016/j.yrtph.2015.12.004.
11. **Dicpinigaitis P. V.** Effect of tobacco and electronic cigarette use on cough reflex sensitivity. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics*. 2017. doi: 10.1016/j.pupt.2017.01.013.
12. **Glukhov S. D., Mirgorod A. G., Mirgorod A. G.** Development of a technique of receiving damp condensate and definition of nicotine in an electronic cigarette. *Basic and applied researches on safety and quality of foodstuff: The collection of scientific works of the VIII International conference of young scientists and experts, on December 4—5, 2014, Vidnoye*. Vidnoye: LLC Radiosoft, 2014. P. 54—57.
13. **Vrednye** veshhestva v promyshlennosti. Spravochnik dlja himikov, inzhenerov i vrachej / Pod red. N. V. Lazareva, Je. N. Levinoj. Leningrad: Himija, 1976. Vol. 1. 592 p. 1977. Vol. 2. 624 p.
14. **Kresge N.** How I Got Hooked on E-Cigarettes Hints at Growing Market/ Bloomberg Industries. 20.12.2013. URL: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-12-19/how-i-got-hooked-on-e-cigs-hints-at-2-3-trillion-market> (date of access 10.10.2016).
15. **POL-K:** 160128-3-K E-Zigarette explodiert — Mann schwerer verletzt. Presseportal. URL: <http://www.presseportal.de/blaulicht/pm/12415/3237154> (date of access 03.10.2016).
16. **Rinok** electronic cigarette — rost blagodarja zapretam. Issledovatel'skaja i konsaltingovaja kompanija "Direct info". 17.12.2015. 5 p.
17. **Miroshnichenko D.** Obzor rinka: proizvodstvo tabachnih izdelii. openbusiness.ru 28.01.2016. Presseportal. URL: <http://www.openbusiness.ru/biz/business/obzor-ryka-proizvodstvo-tabachnykh-izdelii/> (date of access 10.10.2016).



18. **Vasil'eva M.** Rinok electronic cigaret v Peterburge za 3 goda viros bolee chem v dvoe. Delovoj Petersburg. 27.10.2015. URL: http://www.dp.ru/a/2015/10/27/Rinok_elektronnih_sigaret/ (date of access 10.10.2016).
19. **E-cigarettes:** an evidence update A report commissioned by Public Health England / A. McNeill, L. S. Brose, R. Calder, S. C. Hitchman, P. Hajek, H. McRobbie. *Public Health England*. 2015. PHE No. 2015260. 113 p.
20. **Sirina E.** Vremja dlja zatjagki. *Secret firmi*. 2013. No. 1—2 (327). P. 6—9.
21. **Vaporizers, E-Cigarettes, and other Electronic Nicotine Delivery Systems (ENDS).** U. S. Department of Health and Human Services. URL: <https://www.fda.gov/TobaccoProducts/Labeling/ProductsIngredientsComponents/ucm456610.htm> (date of access 07.04.2017).
22. **Campbell R.** Report: Electronic Cigarette Explosions and Fires: The 2015 Experience. Quincy: NFPA. 2015. 4 p.
23. **Electronic Cigarette Fires and Explosions.** U. S. Fire Administration. 2014. 11 p.
24. **Mullen I.** E-Cigarettes. UK. Merseyside Fire and Rescue Service. 2014. 8 p.
25. **Randazzo S.** E-Cigarette Users Sue Over Exploding Devices. *The wall street journal*. wsj.com. 03.07.2016. URL: <http://www.wsj.com/articles/e-cigarette-users-sue-over-exploding-devices-1467538202> (date of access 03.10.2016).
26. **Thompson D.** Exploding E-Cigarettes Sending 'Vapers' to Burn Centers. *health.usnews.com*. 05.10.2016. URL: <http://health.usnews.com/health-care/articles/2016-10-05/exploding-e-cigarettes-sending-vapers-to-burn-centers> (date of access 10.10.2016).
27. **Nicoll K. J., Rose A. M., Khan M. A. A., Quaba O., Lowrie A. G.** Thigh burns from exploding e-cigarette lithium ion batteries: First case series. *Burns*. JBUR-4917; 31.03.2016. 5 p.
28. **Murad'jan L.** V Lipecke v dome nachalsja pozhar iz-za vzorvavshejsja jelektronnoj sigarety. *Lipetsk.kp.ru*. 02.03.2017. URL: <http://www.lipetsk.kp.ru/daily/26634/3652719/> (date of access 03.02.2017).
29. **Ob utverzhenii** spiska produkcii, kotoraja dlja pomeshhenija pod tamozhennye rezhimy, predusmatrivajushhie vozmozhnost' otchuzhdenija ili ispol'zovanija jetoj produkcii v sootvetstvii s ee naznacheniem na territorii Rossijskoj Federacii, podlezhit objazatel'nomu podtverzheniju sootvetstvija trebovanijam Federal'nogo zakona "Tehnicheskij reglament o trebovanijah požarnoj bezopasnosti" (s izmenenijami na 09.08.2016 g.): prinjat Post. Pravitel'stva RF ot 17.03.2009 № 241. Available at: spravochno-pravovoj sistemy "Tehjeksperť".
30. **Ob utverzhenii** edinogo perechnja produkcii, podlezhashhej objazatel'noj sertifikacii, i edinogo perechnja produkcii, podtverzhenie sootvetstvija kotoroj osushhestvljaetsja v forme prinjatija deklaracii o sootvetstvii (s izmenenijami na 26.09.2016 g.): prinjat Post. Pravitel'stva RF ot 01.12.2009 № 982. Available at: spravochno-pravovoj sistemy "Tehjeksperť".
31. **Tehnicheskij** reglament o trebovanijah požarnoj bezopasnosti (s izmenenijami na 03.07.2016 g.): Federal'nyj zakon ot 22.07.2008 № 123-FZ: prinjat Gosudarstvennoj Dumoj 04.07.2008 g.: odobren Sovetom Federacii 11.07.2008 g. Available at: spravochno-pravovoj sistemy "Tehjeksperť".
32. **Ob utverzhenii** edinoj Tovarnoj nomenklatury vneshnejekonomicheskoj dejatel'nosti Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza i Edinogo tamozhennogo tarifa Evrazijskogo jekonomicheskogo sojuza (s izmenenijami na 31.01.2017 g.): prinjat Sovetom EJeK. Available at: spravochno-pravovoj sistemy "Tehjeksperť".

УДК 615.546.3.099/084.001.6

В. Б. Брин, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой Северо-Осетинская государственная медицинская академия, зав. отделом, e-mail: vbbrin@yandex.ru, Институт биомедицинских исследований ВНЦ РАН, Владикавказ

Экспериментальные доказательства возможности профилактирования патогенных эффектов тяжелых металлов

Даны результаты экспериментов по изучению на крысах линии Вистар почечных и гемодинамических эффектов внутрижелудочного и подкожного длительного введения свинца, кадмия, ртути, никеля, кобальта, молибдена, меди, цинка. С целью профилактики формирования нефро- и кардиопатий использовали внутрижелудочное введение взвеси глины Ирлит-1, введение антиоксидантов — ацизола и мелаксена. Отмечено, что накопление металлов в костной ткани сочетается с их декальцинацией. Применение Ирлита-1 уменьшает накопление металлов в тканях, признаки нефропатии и кардиопатии, аналогичный протективный эффект вызывает длительное введение ацизола и мелаксена.

Ключевые слова: интоксикация тяжелыми металлами, функции почек, системное кровообращение, профилактика, энтеросорбенты, антиоксиданты, эксперименты на крысах

Введение. Для устойчивого развития горных территорий основным условием является стабильность демографической обстановки, прежде всего

связанной с сохранением здоровья проживающего в этих районах населения. Ввиду того, что горные и предгорные территории являются местом

сосредоточения запасов полезных ископаемых, прежде всего тяжелых цветных металлов, антропогенное влияние на окружающую среду здесь обусловлено добычей и переработкой руды, что приводит к неизбежному поступлению растворимых в воде соединений цветных металлов в почву, водные источники, растительные и животные организмы.

При этом большая часть цветных тяжелых металлов, попадающих в организм человека с водой и пищей, являются высокотоксичными, нарушающими обменные процессы и функции организма. Отрицательное влияние этих веществ зависит от дозы попадающих в организм соединений, но даже низкие их концентрации способны накапливаться в тканях организма, вызывая неблагоприятные последствия.

Поскольку накопление тяжелых металлов в окружающей среде, особенно вокруг предприятий цветной металлургии, происходило на протяжении десятилетий, постольку профильтровать их отрицательное воздействие на здоровье человека путем ограничения содержания металлов во внешней среде достаточно сложно. В связи с этим необходимым является изучение возможности профилактики на уровне поступающих в организм ксенобиотиков применением энтеросорбции, подавления ключевых звеньев вызываемых металлами сдвигов функционального состояния систем организма.

Поступающие в организм металлы, всасываясь в кровь, неизбежно должны менять функции сердечно-сосудистой системы и почек, а также за счет конкурентных взаимоотношений с кальцием депонировать в костной ткани.

Разработку принципов и средств профилактики поступающих в организм металлов целесообразно проводить в экспериментальных условиях, где можно дозировать соединения металлов, менять пути их поступления в организм, создавать модели токсического поражения органов.

Таким образом, целью исследований, проводимых лабораторией кафедры нормальной физиологии Северо-Осетинской государственной медицинской академии, было создание экспериментальных моделей поражения почек и сердечно-сосудистой системы и оценка возможности профилактики этих поражений. В процессе исследований решались следующие задачи.

1. Используя растворимые соединения свинца, кадмия, ртути, никеля, кобальта, молибдена, меди, цинка, создать экспериментальные модели поражения сердца и почек — токсические нефро- и кардиопатии и изучить их функционально-морфологические проявления.

2. Применяя энтеросорбенты природного происхождения — цеолитоподобные глины Северной

Осетии ирлиты, провести профилактику токсических эффектов металлов при разных путях их поступления в организм.

3. Принимая во внимание способность металлов активировать процессы перекисного окисления липидов, провести изучение эффективности применения антиоксидантов как в целях доказательства роли липопероксидации в патогенезе повреждений, так и в целях анализа возможности профилактики нарушения функций при интоксикации металлами.

4. Исследовать особенности накопления тяжелых металлов в костной ткани и взаимосвязь с содержанием в ней кальция.

Материал и методы исследования. Исследования проведены на 840 крысах линии Вистар. Опыты с использованием экспериментальных животных выполнялись с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинской декларации, в соответствии с "Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием экспериментальных животных" (1985) и Правилами лабораторной практики в Российской Федерации (приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 267).

Экспериментальные модели нефропатий и кардиопатий были получены с помощью внутрижелудочного (через зонд) или подкожного введения соединений металлов, дозировки которых (в расчете на металл) были установлены эмпирически в предварительных опытах: ацетат свинца — 40 мг/кг ежедневно 1 раз в сутки в течение 16 дней; сульфат кадмия — 0,1 и 0,5 мг/кг ежедневно 1 раз в сутки в течение 30 дней; хлорид ртути — 0,5 мг/кг ежедневно 1 раз в сутки в течение 30 дней, хлорид кобальта — 20 мг/кг ежедневно 1 раз в сутки в течение 30 дней; молибдат аммония — 0,2 мг/кг ежедневно 1 раз в сутки в течение 30 дней; хлорид никеля — 25 мг/кг ежедневно в течение двух месяцев; сульфат меди — 20 мг/кг ежедневно 1 раз в сутки в течение 14 дней. Все способы создания моделей были запатентованы [1—7]. В качестве энтеросорбента применяли взвесь 6 %-ного раствора местной цеолитоподобной глины Ирлит-1, которую вводили через зонд в желудок в количестве 2,5 % массы тела животного через день в течение всего срока изучения моделей. В качестве антиоксидантов применяли ацизол — 30 мг/кг подкожно или внутрижелудочно ежедневно 15 или 30 дней и мелаксен — 10 мг/кг ежедневно на протяжении 30 дней.

Изучение показателей системной гемодинамики проводилось в остром эксперименте. Животные находились под тиопенталовым наркозом. Определялись следующие показатели:



артериальное давление — инвазивно (кровеносным способом) путем введения в бедренную артерию пластикового катетера, заполненного 10 %-ным раствором гепарина и подключенного к электроманометру "ДДА". Показания регистрировались с помощью монитора МХ-04, распечатка данных велась на принтере Epson-1050+. Для измерения минутного объема крови через левую общую сонную артерию в дугу аорты вводился термистор МТ-54М. Физиологический раствор фиксируемой температуры объемом 0,2 мл вводился в правое предсердие через катетеризируемую правую яремную вену. Кривые термодилуции регистрировались на самописце ЭПП-5.

Функция почек изучалась в условиях спонтанного диуреза. Определяли объем диуреза, скорость клубочковой фильтрации по клиренсу эндогенного креатинина, рассчитывали канальцевую реабсорбцию воды. Содержание Na и K в моче и плазме определяли методом пламенной фотометрии с помощью пламенного анализатора жидкостей ПФА-378, концентрацию кальция, креатинина, белка определяли спектрофотометрически (РV 1251С) с помощью наборов "Кальций-Арсеназо-Агат", "Креатинин-Агат" (ООО "Агат-Мед", Москва).

Для определения содержания кальция и металлов в костной ткани проводилась минерализация проб бедренных костей по ГОСТ 26929—96 и приготовление экспериментального раствора по ГОСТ 30178—96. Содержание кальция определяли с помощью спектрофотометра РV 1251С, содержание тяжелых металлов — на атомно-абсорбционном спектрофотометре "Квант-АФА".

Результаты всех серий опытов математически обработаны на ПЭВМ Pentium-3 методом

вариационного анализа с применением критерия *t* Стьюдента с использованием программы Prizma 4.0.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что длительное (от 2 недель до 2 месяцев) введение в организм лабораторных крыс соединений металлов вызывает у них развитие артериальной гипертензии разной степени выраженности. При этом повышение артериального давления было обусловлено значительным ростом общего периферического сопротивления сосудов, а сердечный выброс достоверно снижался. Изучение гистологической структуры миокарда выявляло признаки поражения вплоть до некробиоза отдельных кардиомиоцитов, их фрагментацию и отек. Таким образом, применение соединений металлов в указанных дозировках вело к развитию экспериментальной кардиопатии.

Сравнение путей поступления металлов показало, что более выраженные нарушения гемодинамики и структуры миокарда выявлялись при парентеральном (подкожном) введении металлов.

В качестве примера приведем результаты исследования эффектов ацетата свинца. Так, внутрижелудочное введение ацетата свинца спустя 16 суток приводило к повышению артериального давления за счет роста сосудистого сопротивления, а насосная функция сердца ослабевала (табл. 1).

Во многих работах [8—12] по изучению профилактических эффектов Ирлита-1 при интоксикации тяжелыми металлами было доказано, что использование цеолитоподобной глины Северной Осетии Ирлит-1 в качестве энтеросорбента оказывает выраженный профилактирующий эффект на формирование экспериментальных токсических

Таблица 1

Изменение параметров системной гемодинамики спустя 16 дней внутрижелудочного введения ацетата свинца (40 мг/кг), профилактического введения ацизола и мелаксена

Условия опыта	Статистические показатели	Среднее артериальное давление, мм рт. ст.	Удельное периферическое сосудистое сопротивление, усл. ед.	Сердечный индекс, мл/кг	Ударный индекс, мл/кг	Частота сердечного сокращения
Фон	$M \pm m$	$103,9 \pm 0,85$	$1,52 \pm 0,036$	$55,19 \pm 1,48$	$0,143 \pm 0,005$	386 ± 6
После введения ацетата свинца	$M \pm m$	$130,6 \pm 3,4$	$2,28 \pm 0,09$	$46,62 \pm 1,6$	$0,118 \pm 0,006$	399 ± 8
	p	*	*	*	*	—
При введении ацетата свинца и ацизола	$M \pm m$	$102,4 \pm 1,483$	$1,60 \pm 0,042$	$51,95 \pm 1,269$	$0,150 \pm 0,0049$	$376 \pm 6,45$
	p	—	—	—	—	—
При введении ацетата свинца и мелаксена	$M \pm m$	$120,4 \pm 2,9$	$1,91 \pm 0,07$	$51,56 \pm 1,42$	$0,135 \pm 0,006$	394 ± 12
	p	**	**	**	**	—

* Достоверные изменения ($p < 0,05$) по сравнению с фоном

** Достоверные изменения по сравнению с эффектами ацетата свинца

нефропатий, артериальной гипертензии и кардиопатии. При этом применение энтеросорбента существенно снижает накопление металлов в крови и ткани почек.

В качестве примера приведем результаты исследования содержания кадмия в условиях его внутрижелудочного и подкожного поступления в организм. Из данных рис. 1 видно, что содержание кадмия в крови увеличивается дозозависимо и в большей мере при подкожном поступлении металла. Применение Ирлита-1 ведет к снижению уровня металла в крови при обеих дозировках 0,1 и 0,5 мг/кг и обоих путях введения в организм.

Аналогичные данные получены и при изучении содержания металлов в тканях организма, прежде всего в ткани почек (рис. 2). Данные

рисунка свидетельствуют о том, что применение Ирлита-1 существенно снижает накопление металла в ткани почек как при внутрижелудочном, так и при подкожном его поступлении в организм.

Снижение содержания металлов в крови и их накопления в тканях при применении Ирлита-1 обусловлено энтеросорбцией и увеличением выведения металла из организма с калом (рис. 3).

В качестве примера в табл. 1 приведен профилактирующий эффект введения антиоксидантов ацизола и мелаксена при свинцовой интоксикации, демонстрирующий изменения в сторону восстановления фоновых значений параметров системной гемодинамики [13–15].

Изучение состояния процессов мочеобразования выявило, что длительное введение металлов

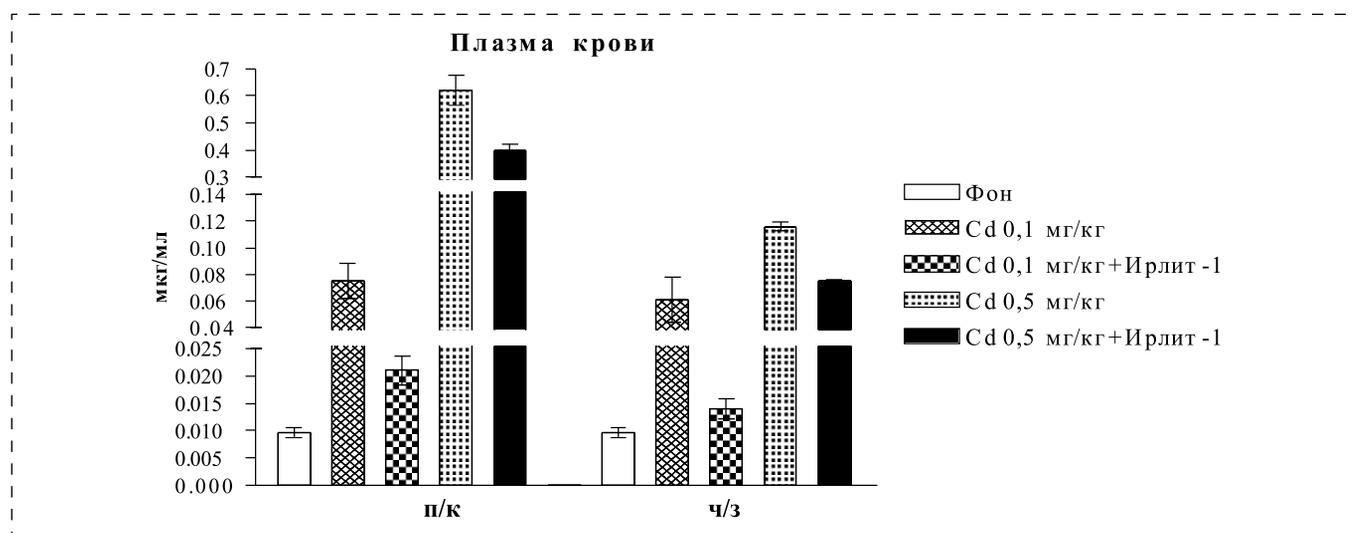


Рис. 1. Изменение содержания кадмия в плазме крови при подкожном (п/к) и внутрижелудочном (ч/з) введении сульфата кадмия в дозах 0,1 и 0,5 мг/кг. Влияние Ирлита-1

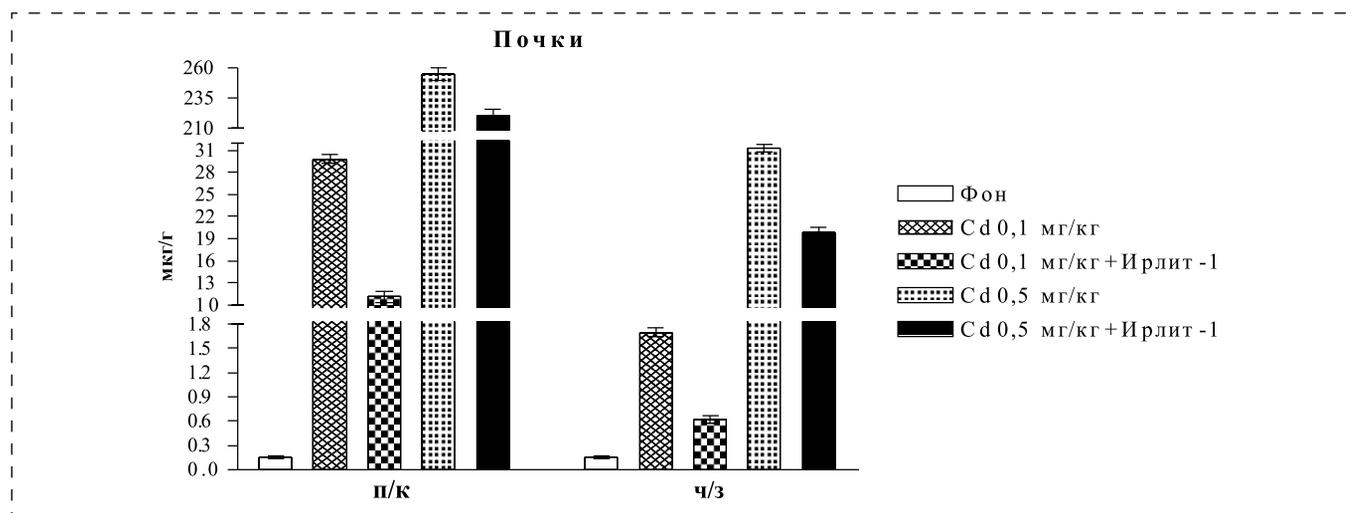


Рис. 2. Изменение содержания кадмия в ткани почек при подкожном (п/к) и внутрижелудочном (ч/з) введении сульфата кадмия в дозах 0,1 и 0,5 мг/кг. Влияние Ирлита-1

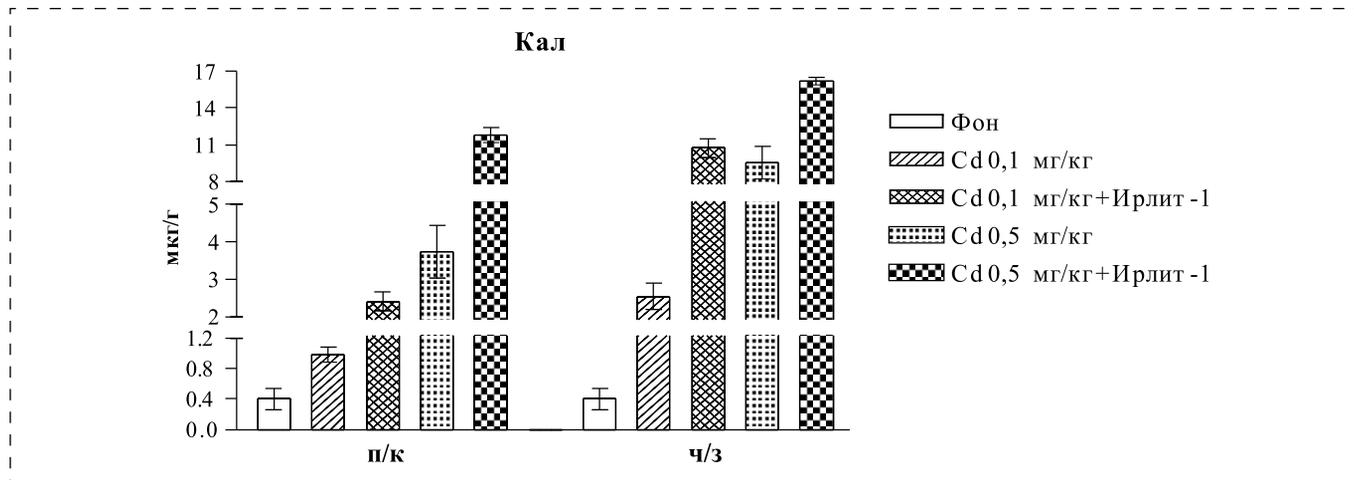


Рис. 3. Изменение содержания кадмия в кале при подкожном (п/к) и внутрижелудочном (ч/з) введении сульфата кадмия в дозах 0,1 и 0,5 мг/кг. Влияние Ирлита-1

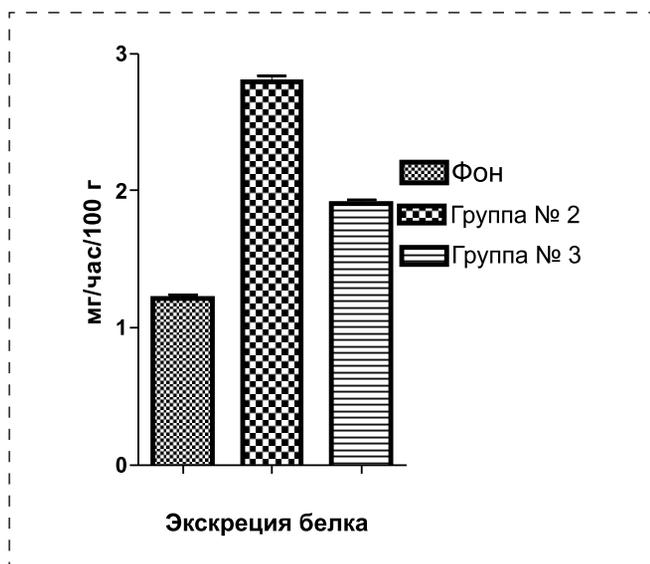


Рис. 4. Влияние свинцовой интоксикации на экскрецию белка с мочой. Группа № 2 — введение ацетата свинца 40 мг/кг, группа № 3 — введение ацетата свинца и ацизола

в организм белых крыс сопровождается нарушениями водо- и электролитовыделительной функции почек, при этом выявляемая значительная протеинурия (рис. 4), равно как и нарушения гистологической структуры ткани почек являлись достоверными признаками развития токсической нефропатии. Общими функциональными признаками развивающейся нефропатии были полиурия, обусловленная уменьшением канальцевой реабсорбции воды (табл. 2), повышенная экскреция ионов натрия и кальция, обусловленные как ростом фильтрационного заряда, так и падением канальцевой реабсорбции катионов.

Как видно из представленного в табл. 2 примера, при действии введенного ацетата свинца (группа № 2) происходит увеличение спонтанного диуреза за счет снижения канальцевой реабсорбции воды (КРВ), несмотря на уменьшение скорости клубочковой фильтрации (СКФ). Применение ацизола (группа № 3) уменьшает выраженность

Таблица 2

Влияние ацизола на основные процессы мочеобразования у крыс в условиях 6-часового спонтанного диуреза на фоне внутрижелудочного введения ацетата свинца в дозе 40 мг/кг ($M \pm m$)

Условия опыта	Статистический показатель	Процессы мочеобразования		
		Диурез, мл/ч/100 г	СКФ мл/ч/100 г	КРВ, %
Фон	$M \pm m$	$0,0765 \pm 0,0011$	$17,84 \pm 0,11$	$99,57 \pm 0,04$
Группа № 2	$M \pm m$	$0,136 \pm 0,0025$	$14,72 \pm 0,11$	$99,97 \pm 0,02$
	p	*	*	*
Группа № 3	$M \pm m$	$0,115 \pm 0,0014$	$16,49 \pm 0,092$	$99,31 \pm 0,007$
	p	*, **	*, **	*, **

* Достоверное ($p < 0,001$) изменение по сравнению с фоном

** Достоверное ($p < 0,001$) изменение по сравнению с группой № 2

Влияние ацизола на экскрецию и реабсорбцию электролитов у крыс в условиях 6-часового спонтанного диуреза на фоне внутрижелудочного введения ацетата свинца в дозе 40 мг/кг ($M \pm m$)

Условия опыта	Статистический показатель	Экскреция, мкмоль/ч/100 г		Реабсорбция, %	
		Е Na	Е Ca	Na	Ca
Фон	$M \pm m$	$9,053 \pm 0,13$	$0,173 \pm 0,003$	$99,63 \pm 0,0052$	$99,30 \pm 0,0153$
Группа № 2	$M \pm m$	$13,53 \pm 0,53$	$0,205 \pm 0,008$	$99,30 \pm 0,0273$	$98,96 \pm 0,0407$
	p	*	**	*	*
Группа № 3	$M \pm m$	$11,76 \pm 0,327$	$0,185 \pm 0,004$	$99,47 \pm 0,0148$	$99,23 \pm 0,0194$
	p	*, ****	**, ***	*, ***	**

* Достоверное ($p < 0,001$) изменение по сравнению с фоном

** Достоверное ($p < 0,05$) изменение по сравнению с фоном

*** Достоверное ($p < 0,05$) изменение по сравнению с группой № 2

**** Достоверное ($p < 0,001$) изменение по сравнению с группой № 2

нарушений мочеобразовательной деятельности почек, существенно снижая степень протеинурии (см. рис. 4). Под влиянием ацетата свинца происходило увеличение экскреции натрия и кальция с мочой (табл. 3) за счет падения канальцевой реабсорбции ионов, а применение ацизола уменьшало этот эффект свинца.

Аналогичный, подчас даже более выраженный протективный эффект оказывало применение препарата гормона эпифиза мелаксена (рис. 5). Так, полиурия при действии дихлорида ртути (сулемы) была, как и при влиянии других

сталлов, обусловлена значительным уменьшением канальцевой реабсорбции воды; имела место выраженная протеинурия. Применение мелаксена существенно уменьшало проявления нефропатии, вызванной введением сулемы (рис. 5)

Выявленные закономерности в той или иной степени были присущи всем изученным металлам. Выше приведены лишь отдельные примеры эффектов металлов и профилактика их патогенного влияния.

Значительная роль в патогенном влиянии металлов принадлежит их депонированию в тка-

нях, особенно в костной ткани. Исследования показали, что накопление металлов в костной ткани идет параллельно с декальцификацией кости. Например, введение крысам молибдата аммония приводило через месяц к увеличению содержания молибдена в костной ткани и снижению содержания кальция (рис. 6). Аналогичный эффект наблюдается и при введении в организм ацетата свинца — содержание свинца в костной ткани через месяц введения резко нарастает и одновременно происходит потеря костной ткани кальция. В условиях применения энтеросорбента или медикаментозной профилактики накопление металлов и декальцинация костной ткани уменьшаются.

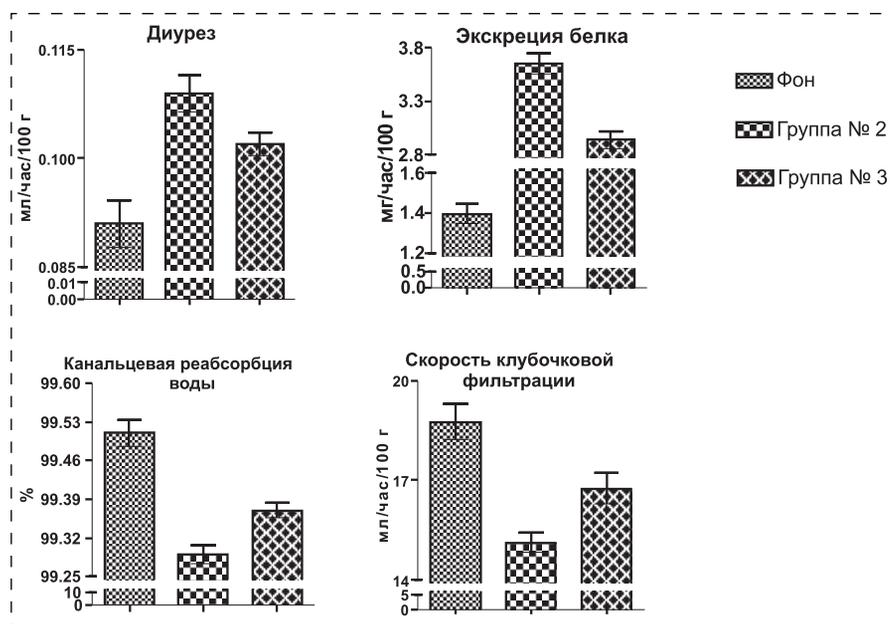


Рис. 5. Влияние мелаксена на основные процессы мочеобразования и экскрецию белка с мочой у крыс на фоне введения дихлорида ртути (0,5 мг/кг). Группа № 2 — животные с внутрижелудочным введением дихлорида ртути; группа № 3 — крысы, получавшие наряду с сулемой инъекции мелаксена

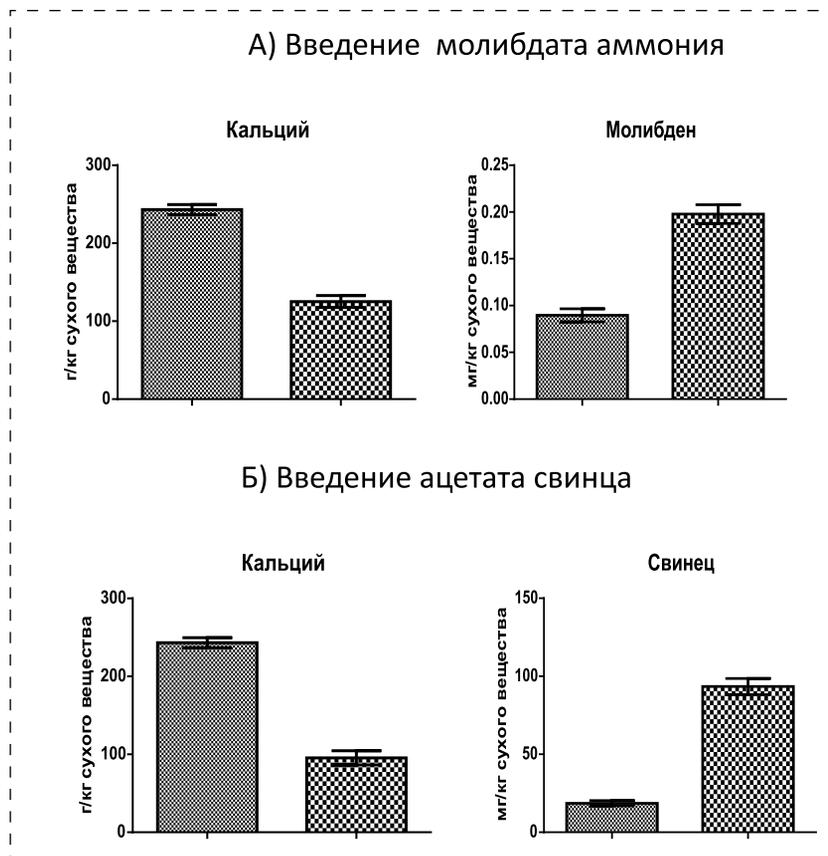


Рис. 6. Влияние введения молибдена и свинца на содержание кальция и металлов в костной ткани. Первые столбики — интактные крысы, вторые столбики — после месячного введения металлов

Заключение. Экспериментальные исследования эффектов тяжелых металлов у крыс выявляют развитие артериальной гипертензии с одновременным формированием кардиопатии и снижения насосной функции сердца. Принимая во внимание накопленные тяжелых металлов в окружающей среде и их длительное воздействие на организм человека, а также установленную кумуляцию металлов в тканях организма, прежде всего костной, можно полагать, что высокая частота случаев артериальной гипертензии у жителей территорий, где ведется разработка руд тяжелых металлов, имеет причинно-следственную взаимосвязь с действием тяжелых металлов на организм. Высокая частота патологии почек в условиях горных территорий, как показывают данные экспериментального исследования, может быть также связана с развитием нефропатий, обусловленных интоксикацией соединениями тяжелых металлов. Использование энтеросорбентов, в частности Ирлита-1, существенно снижает выраженность патологических изменений деятельности почек и сердечно-сосудистой системы. В некоторых исследованиях [16] была установлена активация процессов перекисного окисления липидов под влиянием введения в организм разных соединений тяжелых

металлов. Выявленная в эксперименте профилактирующая активность антиоксидантов (ацизол, мелаксен) подчеркивает патогенетическую роль процессов перекисного окисления в механизмах токсического действия металлов на почки и сердечно-сосудистую систему. Видимо, при наличии у жителей горных территорий повышенных концентраций тяжелых металлов в организме, целесообразно использовать энтеросорбенты и антиоксиданты для сохранения здоровья населения и зависящего от него устойчивого развития горных территорий.

Список литературы

1. Патент 2253153 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической нефропатии / Р. И. Кокаев, В. Б. Брин. Бюл. № 15, 27.05.2005.
2. Патент 2255375 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической нефропатии / Н. Р. Албегова, В. Б. Брин. Бюл. № 18, 27.06.2005.
3. Патент № 2358327 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической нефропатии / А. К. Митциев, В. Б. Брин. Бюл. № 16, 10.06.2009.
4. Патент № 2364947 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической артериальной гипертензии и кардиопатии / А. К. Митциев, В. Б. Брин, О. Т. Кабисов. Бюл. № 23, 20.08.2009.
5. Патент № 2364948 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической нефропатии / Ж. К. Албегова, В. Б. Брин. Бюл. № 23, 20.08.2009.
6. Патент № 2402824 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической кардиопатии / Ж. К. Албегова, В. Б. Брин, О. Т. Кабисов. Бюл. № 30, 27.10.2010.
7. Патент № 2461892 РФ МКИ G09B 23/28 Способ моделирования хронической токсической артериальной гипертензии и кардиопатии у экспериментальных животных / В. Б. Брин, А. К. Митциев, К. Г. Митциев, О. Т. Кабисов. Бюл. № 26, 20.09.2012.
8. Албегова Н. Р. Экспериментальный анализ влияния цеолита Ирлит-1 на почечные эффекты хлорида кобальта, его распределение и выведение из организма: Автореферат дисс. канд. биол. наук. — Ростов-на-Дону, 2004.
9. Кокаев Р. И. Экспериментальный анализ влияния цеолита Ирлит-1 на почечные эффекты сульфата кадмия, его распределение и выведение из организма: Автореферат дисс. канд. мед. наук, Владикавказ, 2004.
10. Бузова М. Р. Экспериментальный анализ профилактического влияния цеолитоподобных глин Ирлитов на почечные эффекты хлорида кобальта, его распределение и выведение из организма: Автореферат дисс. канд. мед. наук. Владикавказ, 2008.
11. Гаглоева Э. М. Влияние энтерального введения природного минерала РСО—Алания Ирлит-1 на почечные эффекты хлорида ртути, распределение и динамику выведения ртути из организма в эксперименте: Автореферат дисс. канд. мед. наук, Владикавказ, 2008.
12. Албегова Ж. К. Патогенез и экспериментальная профилактика энтеросорбентами нефро- и кардиопатий, вызванных цветными металлами: Автореферат дисс. докт. мед. наук. — Владикавказ, 2012.
13. Кокаев Р. И., Брин В. Б. Некоторые особенности влияния ацизола при длительном введении хлорида кобальта и сульфата магния // Владикавказский медико-биологический вестник. — 2012. — Т. 15, вып. 23. — С. 48—51.

14. **Митциев А. К.** Влияние ацизола на гемодинамические и почечные проявления экспериментальной свинцовой интоксикации: Автореферат дисс. канд. мед. наук. Владикавказ, 2009.
15. **Митциев А. К.** Профилактика мелатонином кардио-, нефро- и гепатотоксических эффектов тяжелых метал-

лов в эксперименте: Автореферат дисс. докт. мед. наук. Москва, 2015.

16. **Брин В. Б., Митциев А. К., Митциев К. Г.** Влияние препарата "мелаксен" на перекисное окисление липидов и антиоксидантную систему при отравлении ртутью и кадмием // Кубанский научный медицинский вестник. — 2014. — № 4. — С. 30–334.

V. B. Brin, Head of Chair, North Ossetian State Medical Academy, Head of Department, e-mail: vbbrin@yandex.ru, Institute for Biomedical Research of Vladikavkaz Scientific Centre of Russian Academy of Science, Vladikavkaz

Experimental Evidence of the Possibility Prophylaxis Pathogenic Effects of Heavy Metals

In experiments in Wistar rats renal and hemodynamic effects and of intragastric or subcutaneous administration soluble heavy metal compounds (based on metal): lead acetate — 40 mg/kg daily one time a day for 16 days; cadmium sulfate — 0.1 and 0.5 mg/kg daily one time a day for 30 days; mercuric chloride — 0.5 mg/kg daily one time a day for 30 days, cobalt chloride — 20 mg/kg daily one time a day for 30 days; ammonium molybdate — 0.2 mg/kg daily one time a day for 30 days; nickel chloride — 25 mg/kg daily for 2 months; copper sulfate — 20 mg/kg for 14 days, daily one time a day were studied. To prevent the formation of nephrotoxicity and cardiopathy used intragastric administration of 6 % aqueous slurry of North Ossetia zeolite suspension Irlit-1 in an amount of 2.5 % of body weight, parenteral or intragastric administration of antioxidant acyazol 30 mg/kg daily for a month intragastrically or subcutaneously, drug hormone epiphysis melaxen at a dose of 10 mg/kg daily in the evening through a tube into the stomach within 30 days. The experiments revealed that the introduction of these metals animals accompanied by an increase in blood pressure in varying degrees of severity after 2 weeks — 1 month, which was caused by an increase in total peripheral vascular resistance, thus recorded a significant decrease in the pumping function of the heart at the histological manifestations of myocardial damage. Nephropathic effects of heavy metals manifested as polyuria caused by the fall of tubular reabsorption of water, natriuresis, severe proteinuria, with different degrees of severity of structural damage to the nephron structures. There was an accumulation of metals in the tissues, especially in the bones, which combined with their decalcification. Application enterosorbent Irlit-1, reduced the degree of damage to the structures of the myocardium and the kidneys, reduced the accumulation of metals in the tissues, weaken the severity of functional manifestations of cardiovascular and renal disease. A similar protective effect was observed when using antioxidants acyazol or melaxen.

Keywords: Intoxication with heavy metals, kidney function, systemic circulation, prevention, enterosorbents, antioxidants, experiments in rat

References

1. **Patent 2253153** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic nephropathy / R. I. Kokajev, V. B. Brin. Bulletin No. 15, 27.05.2005.
2. **Patent 2255375** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic nephropathy / N. R. Albegova, V. B. Brin. Bulletin No. 18, 27.06.2005.
3. **Patent No. 2358327** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic nephropathy // A. K. Mitziev, V. B. Brin. Bulletin No. 16, 10.06.2009.
4. **Patent No. 2364947** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic hypertension and cardiopathy / A. K. Mitziev, V. B. Brin, O. T. Kabisov. Bulletin No. 23, 20.08.2009.
5. **Patent No. 2364948** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic nephropathy // J. K. Albegova, V. B. Brin. Bulletin No. 23, 20.08.2009.
6. **Patent No. 2402824** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic cardiopathy / J. K. Albegova, V. B. Brin, O. T. Kabisov. Bulletin No. 30, 27.10.2010.
7. **Patent No. 2461892** RF MKI G09B 23/28 Method of modeling chronic toxic hypertension and cardiopathy in experimental animals / V. B. Brin, A. K. Mitziev, K. G. Mitziev, O. T. Kabisov. Bulletin No. 26, 20.09.2012.
8. **Albegova N. R.** Experimental analysis of the impact of Irlit-1 zeolite in the renal effects of cobalt chloride, its distribution and excretion from the body. Abstract diss. kand. biol. nauk, Rostov-on-Don, 2004.
9. **Kokajev R. I.** The experimental analysis of the influence of zeolite Irlit-1 on renal effects of cadmium sulfate, its distribution and excretion from the body. Abstract diss. kand. med. nauk, Vladikavkaz, 2004.
10. **Buzoeva M. R.** Experimental analysis of preventive influence on the zeolite clay irlit renal effects of cobalt chloride, its distribution and excretion from the body. Abstract diss. kand. med.nauk, Vladikavkaz, 2008.
11. **Gagloyeva E. M.** Influence of enteral administration of natural mineral North Ossetia-Alania Irlit-1 on renal effects of chloride of mercury, distribution and dynamics of mercury removal from the body in the experiment. Abstract diss. kand. med. nauk, Vladikavkaz, 2008.
12. **Albegova J. K.** Pathogenesis and prevention enterosorbents experimental nephrotoxicity and cardiopathy caused by heavy metals. Abstract diss. dokt. med. nauk, Vladikavkaz, 2012.
13. **Kokajev R. I., Brin V. B.** Some features of influence acyazol with prolonged administration of cobalt chloride and magnesium sulphate. *Vladikavkaz Medical and Biological Bulletin*. 2012. T. 15, Vyp. 23. P. 48–51.
14. **Mitziev A. K.** Acyazol influence on hemodynamic and renal manifestations of experimental lead intoxication. Abstract diss. kand. med. nauk, Vladikavkaz, 2009.
15. **Mitziev A. K.** Prevention melatonin cardio — nephro — and hepatotoxic effects of heavy metals in the experiment. Abstract diss. dokt. med. nauk, Moscow, 2015.
16. **Brin V. B., Mitziev A. K., Mitziev K. G.** Influence of melaxen on lipid peroxidation and antioxidant system in cases of poisoning with mercury and cadmium. *Kuban Research Medical Journal*. 2014. No. 4. P. 30–334.

УДК 621.373.826

В. П. Малышев, канд. техн. наук., доц. кафедры, e-mail: vmalyshhev45@bk.ru, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Особенности безопасной эксплуатации сверхмощных лазеров

Приведены данные теоретического и экспериментального исследования условий эксплуатации лазерной установки с выходной мощностью до 10 кВт. Данные исследования подтверждают возможность расчетной оценки границ лазерно опасной зоны. Однако при мощности лазера более 1,5 кВт наблюдается расхождение теоретических и экспериментальных результатов вследствие нелинейных эффектов, возникающих в области воздействия лазерного луча большой мощности.

Ключевые слова: лазер, лазерное излучение, лазерно опасная зона, экспериментальные исследования, безопасность

В настоящее время активно ведутся работы по созданию и использованию сверхмощных лазерных установок как в нашей стране, так и за рубежом. Это обусловлено необходимостью создания эффективного лазерного оружия для поражения воздушных и наземных целей [1], а также возможностью осуществления управляемой термоядерной реакции [1, 2]. Суммарная мощность таких установок, выполненных на основе иттрий-неодимового лазера по блочному принципу, превосходит 100 кВт [1] и 1 ПВт в импульсе [2], что может быть достаточно для поражения крылатых ракет. Мощность отдельных лазерных блоков составляет величину 10...15 кВт. При настройке и эксплуатации отдельных блоков таких лазеров возникают повышенные требования безопасности для персонала. Как правило, используют общие соображения — размещение установок в отдельном помещении, применение средств индивидуальной защиты и т. п. согласно нормативным документам [3, 4]. Однако эти меры в ряде случаев являются избыточными, а иногда и недостаточными. Представляет интерес предварительная оценка размеров лазерно опасной зоны (ЛОЗ) с последующей экспериментальной проверкой. Это позволит оптимизировать меры по обеспечению безопасности. Ниже рассматривается подобный подход применительно к установке, оснащенной лазером с максимальной выходной мощностью до 10 кВт в ближнем инфракрасном диапазоне, используемой для резки металлов в лазерном центре Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ).

Предварительно был проведен расчет границ ЛОЗ при наличии диффузно отраженного излучения. Воспользовавшись результатами,

приведенными в работе [5], рассмотрим источник с равномерным распределением энергетической светимости. Тогда, согласно данным работы [5], при удалении от источника, полагая источник точечным, соотношение, с помощью которого можно определить облученность, имеет вид:

$$E_e(v, \theta) = \frac{P \cos \theta}{S_u v^2}, \quad (1)$$

где $v = R \sqrt{\frac{\pi}{S_u}}$ — относительное расстояние; R —

расстояние от точки наблюдения до источника, м; S_u — площадь источника, м²; P — выходная мощность лазера, Вт; θ — угол визирования, радиан. На практике R , как правило, более 1 м, а S_u составляет величину не более 10^{-4} м² и v , как правило, больше 10.

Преобразуем формулу (1) так, чтобы получить зависимость расстояния R от угла визирования θ и облученности E_e :

$$R(E_e, \theta, P) = \sqrt{\frac{P \cos \theta}{\pi E_e}}. \quad (2)$$

Таким образом, имеем достаточно простую зависимость расстояния v от параметров лазерного излучения и угла визирования. Если в полученное соотношение подставить предельно допустимое значение облученности для исследуемого типа лазерного излучения, то можно получить границу зоны, в которой диффузно отраженное излучение представляет опасность для человека, т. е. определить границу ЛОЗ. На основании соотношения (2) были проведены расчеты границ ЛОЗ экспериментальной установки для резки металлов при сделанных выше

упрощающих предположениях. Для определения предельно допустимой облученности использовались параметры лазерного излучения: длина волны излучения $\lambda = 0,9$ мкм, режим работы непрерывный. Максимальная выходная мощность лазера составляла 10 кВт. Диаметр сфокусированного луча практически составлял величину 0,45 мм, т. е. источник можно считать точечным.

Согласно СанПиН 5804—91 [3] (далее Правила) предельно допустимые значения облученности для ближнего инфракрасного диапазона излучения в случае однократного воздействия на кожу составляют:

$$E_e = \frac{2 \cdot 10^4}{t^{0,8}} \text{ Вт/м}^2 \text{ — при времени облучения}$$

t в пределах 1...10 с и ограничивающей апертуре 1,1 мм. При хроническом воздействии приведенные значения необходимо уменьшить в 10 раз.

При работе установки лазерное излучение фокусируется на мишень в пятно диаметром 0,45 мм,

поэтому уже на расстоянии в несколько сантиметров можно считать источник диффузного излучения удаленным и применять приведенные формулы. В этом случае оценочные значения границы ЛОЗ при времени облучения 1...10 с при однократном воздействии даже при угле визирования, равном 0, вычисленные по формуле (2) для 10-киловаттного лазера, не превышали 1 м, а при хроническом воздействии — 3,16 м. Этой же формулой (2) можно воспользоваться для определения ЛОЗ в зависимости от выходной мощности лазера.

В дальнейшем были проведены расчеты облученности в зависимости от выходной мощности лазера по формуле (1) и выполнены экспериментальные исследования. Измерение диффузно отраженного излучения, создаваемого на рабочем месте лазерной установкой (ЛУ), осуществлялось по методике ГОСТ Р 12.1.031—2010 [6] (рис. 1) с помощью лазерного дозиметра ЛД-7. Установка состояла из лазера с изменяемой мощностью,

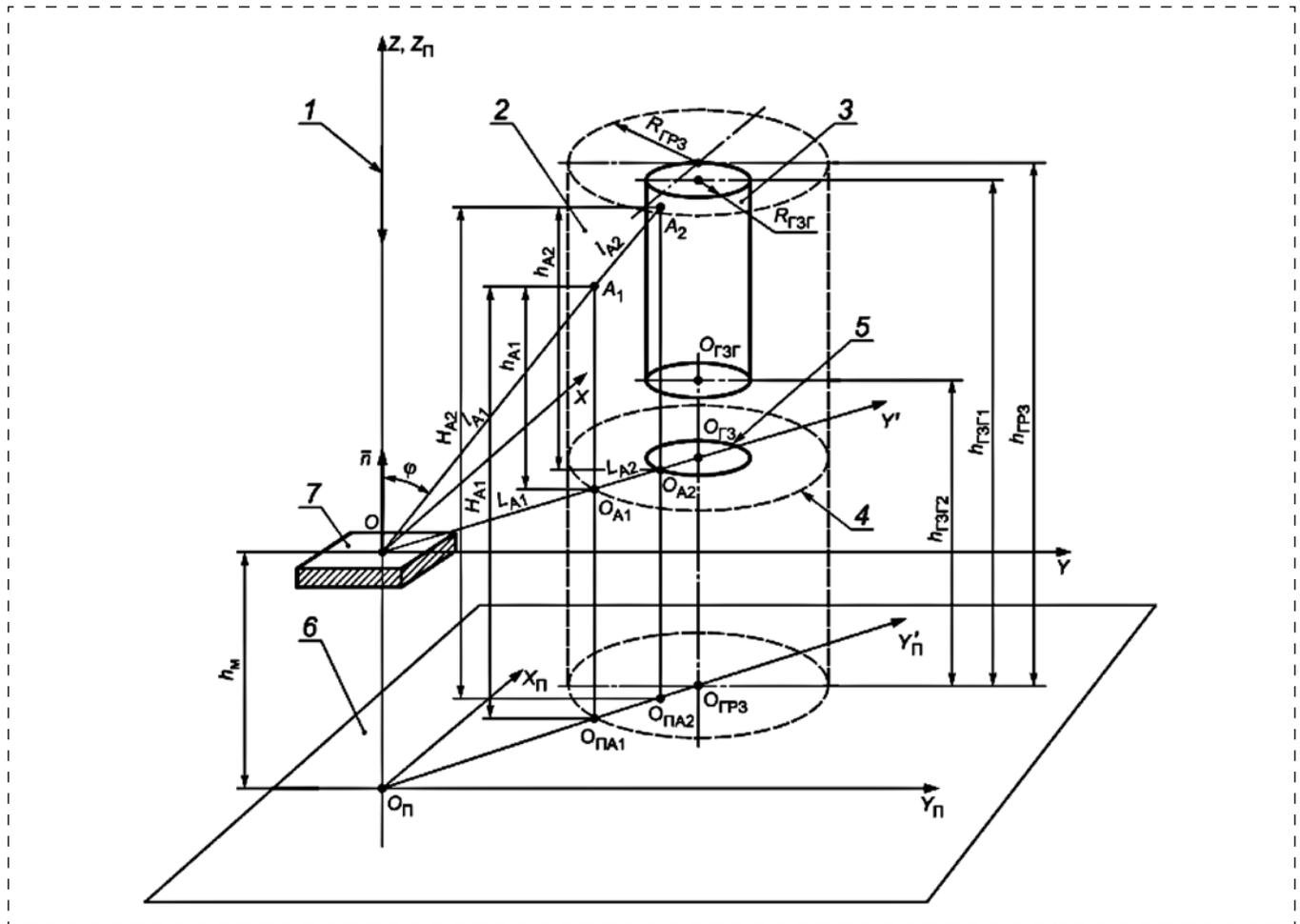


Рис. 1. Схема выбора точек контроля для случая вертикального падения лазерного пучка на горизонтально расположенную диффузно отражающую поверхность мишени и стационарного рабочего места оператора [6]:

1 — ось вертикально падающего лазерного пучка; 2 — граница рабочей зоны (ГРЗ); 3 — граница зоны повреждения глаз (ГЗГ); 4 — контур проекции ГРЗ на плоскость мишени; 5 — контур проекции ГЗГ на плоскость мишени; 6 — плоскость пола; 7 — диффузно отражающая поверхность мишени



оптического устройства, подвижной рабочей поверхности и автоматизированной системы управления на базе ЭВМ. Экспериментальный лазер отечественного производства способен генерировать непрерывное излучение длиной волны 0,91 мкм и с выходной мощностью до 10 кВт. По элементам оптической системы, состоящей из оптоволоконного провода и собирающей линзы, излучение передается и фокусируется на заготовку, закрепленную на рабочем столе. В качестве контролируемого параметра измерялась облученность в зависимости от выходной мощности лазера в случае стационарного расположения оператора. Провести полный комплекс измерений параметров ЛОЗ не удалось вследствие эксплуатационных ограничений.

Лазерный дозиметр ЛД-7 обеспечивает измерение текущих значений параметров рассеянного или диффузно отраженного лазерного излучения, регистрацию наибольшего значения измеряемого параметра за цикл измерений, а также хранение в памяти процессора максимальных значений параметров лазерного излучения.

Согласно схеме измерений выбиралась точка контроля (точка A_1 на рис. 1), для которой проводились измерения при различных значениях выходной мощности лазера. Тогда измеренное расстояние $L_{A1} = 520$ мм от точки контроля O до центра источника излучения, углы $\varphi = 70^\circ$ между линиями, соединяющими точки контроля с центрами соответствующих источников излучения, и нормальными n , восстановленными из центров источников излучения. Указанные значения

параметров L_{A1} , φ наносились на схему рабочего места оператора (РМО). После этого на схему РМО и лазерной установки наносили границу рабочей зоны оператора и границу зоны повреждения глаз оператора согласно Приложению D ГОСТ [6]. Затем выбирали точки контроля A_i (где $i = 1, 2, \dots$ — номер точки контроля) на ГРЗ и ГЗГ. При проведении измерений следует обеспечивать наименее возможную освещенность области, окружающей точку контроля, с целью устранения влияния фонового излучения на результат измерений.

При дозиметрическом контроле диффузно отраженного или рассеянного лазерного излучения совмещают центр входного зрачка ЛД или с соответствующей точкой контроля A_i и направляют ось визирования на центр O пятна облучения на диффузно отражающей поверхности или на поверхность рассеивающего элемента.

В ходе эксперимента были проведены измерения облученности при различных значениях выходной мощности лазера. На рис. 2 приведены экспериментальные зависимости для точки контроля A_1 . Мощность лазерной установки изменялась от 0,5 до 3 кВт. При мощности лазера до 1,5 кВт наблюдалось достаточно хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов. При увеличении мощности лазера до 3 кВт и более, вследствие ряда эффектов, таких как разрушение структуры обрабатываемого материала, образование облака плазмы в точке контакта, наблюдается несовпадение расчетных зависимостей с данными эксперимента (см. рис. 2). Провести детальное исследование параметров диффузно

отраженного излучения лазера при мощностях более 3 кВт не удалось вследствие эксплуатационных ограничений. Кроме того, применение лазерного дозиметра данного типа ограничено пределами его измерения, которые были достигнуты в ходе данного исследования уже при 30 %-ной выходной мощности лазера.

Все измерения проводились за границей ЛОЗ, рассчитанной по формуле (1). Полученные экспериментальные данные не превышали предельно допустимой облученности [3] $E_{e\text{доп}} = 5 \cdot 10^2$ Вт/см².

В заключение следует отметить, что расчетный метод целесообразно применять при предварительном определении

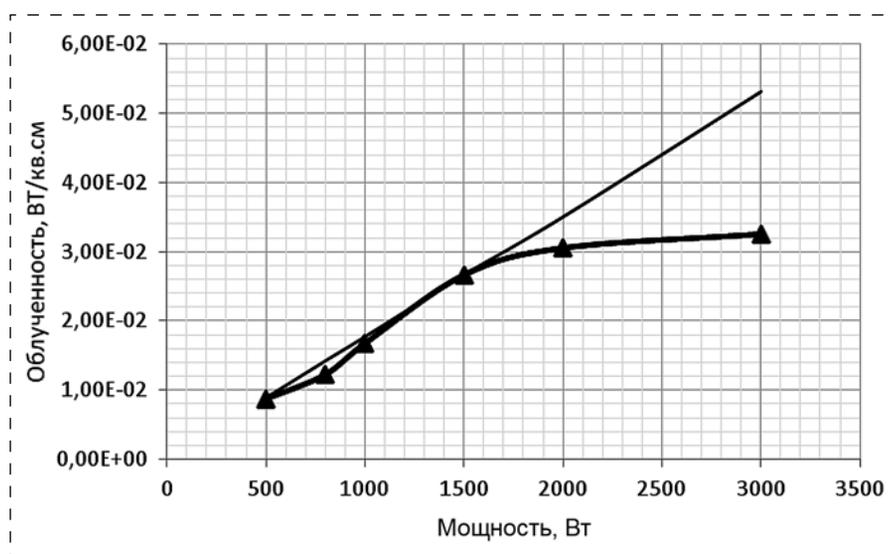


Рис. 2. Расчетные (прямая линия) и экспериментальные (кривая линия) зависимости облученности от мощности лазера

воздействия лазерного излучения на персонал (например, при проектировании лазерных установок и выборе места их расположения). При этом расчет параметров лазерно опасной зоны при диффузно отраженном излучении в случае высоких мощностей требует знания величины коэффициента отражения мишени. Однако в общем случае, если принять коэффициент отражения мишени равным единице, расчетные методы все же позволяют получить более полные данные о диффузно отраженном лазерном излучении большой мощности, тогда как использование лазерных дозиметров в ряде случаев ограничены пределами измерений, требует больших временных затрат. Наблюдаемое в эксперименте уменьшение величины облученности лазерного излучения при больших мощностях, обусловленное указанными эффектами, приводит к уменьшению границ

ЛОЗ. Однако не следует забывать о возможной вероятности возникновения коллимированного излучения, что потребует дополнительных мер по обеспечению безопасности персонала.

Список литературы

1. **IT-байки:** Сверхмощные лазеры — для войны и для мира / Аналитика. URL: <https://3dnews.ru/575162> (дата обращения 31.05.2009).
2. **Наука** и технологии России. Российские ученые строят сверхмощный лазер. URL: www.strf.ru/material.aspx?Catalogid=2228d_no=39948 (дата обращения 25.05.2011).
3. **Санитарные нормы** и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91 от 31.07.91.
4. ГОСТ Р 50723—94. Лазерная безопасность.
5. **Рахманов Б. Н.** Лазеры. Защита и профилактика от их неблагоприятного воздействия. Часть 2 // Безопасность жизнедеятельности. — 2004. — № 7. — Приложение.
6. **ГОСТ Р 12.1.031.2010.** Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения.

V. P. Malyshev, Associate Professor, e-mail: vmalyshev45@bk.ru, Saint-Petersburg Polytechnical University

Features the Safe Operation of Heavy-Duty Lasers

This article presents the data of theoretical and experimental researches of operating conditions of the laser system output power up to 10 kW. These studies conform the possibility of estimating the boundaries of the laser danger area. However, if the laser power more then 1,5 kW, the observed discrepancy between theoretical and experimental results is due to nonlinear effects in the area of impact of the laser beam.

Keywords: laser, laser radiation, laser danger area, experimental research, safety

References

1. **IT-bajki;** Sverhmoshshnye laz ery dlja vojny i dlja mira/ *Analitika*. URL: <https://3dnews.ru/575162> (date of access 31.05.2009).
2. **Nauka** i tehnologii Rossii. Rossijskie uchenye strojat sverhmoshshnyj lazer. URL: www.strf.ru/material.aspx?Catalogid=2228d_no=39948 (date of access 25.05.2011).

3. **Sanitarnye normy** i pravila ustrojstva i jekspluatácii lazervov № 5804-91 ot 31.07.91.
4. **GOST R 50723—94.** Lazernaja bezopasnost'.
5. **Rahmanov B. N.** Lazery. Zashhita i profilaktika ot ih neblaglprijatnogo vozdejstvija. Chast' 2. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2004. No. 7. Prilozhenie.
6. **GOST R 12.1.031—2010.** Lazery. Metody dozimetricheskogo kontrolja lazernogo izluchenija.

Информация

XXI Международная специализированная выставка "Безопасность и Охрана Труда — 2017" (БиОТ-2017) и IV Всероссийский конгресс организаций и специалистов по охране труда

12—15 декабря 2017, Москва, ВДНХ, павильон № 75

Организаторы выставки — Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, саморегулируемая организация Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты (Ассоциация "СИЗ") и Всероссийское объединение специалистов по охране труда (ВОСОТ).

Подробности: <http://www.biot.ru.com/>

С. Г. Смирнов, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: ssmirnov1945@mail.ru,
 В. А. Николаева, магистр, Е. О. Панкова, канд. техн. наук, доц. кафедры,
 Московский государственный технический университет
 им. Н. Э. Баумана, Москва

Опыт проектирования высокоэффективного глушителя шума

Учитывая, что основным способом снижения интенсивного аэродинамического шума компрессоров, газодувок, двигателей внутреннего сгорания является применение глушителей, в статье сформулировано три основных требования, которые необходимо учитывать при проектировании высокоэффективных конструкций глушителей: достаточное по нормам снижение шума в широком диапазоне частот; малое гидравлическое сопротивление, не оказывающее негативного влияния на работу энергоустановки, и конструктивная и технологическая простота изготовления. На примере заглушения шума всасывания роторной газодувки "Рутс" рассмотрен проект новой оригинальной конструкции реактивного глушителя шума, удовлетворяющей всем этим требованиям и синтезированной из двух резонаторов Гельмгольца, двух расширительных камер и полуволнового резонатора Хершеля—Квинке. Отмечено, что расчет предлагаемой конструкции реактивного глушителя на основе конечно-элементного моделирования показал высокую эффективность шумоглушения (более 30...40 дБ) в частотном диапазоне 100...3600 Гц.

Ключевые слова: глушитель шума, акустические излучения, резонатор Гельмгольца, расширительная камера, труба Хершеля—Квинке, потеря передачи глушителя

Введение

Широкий класс энергетических агрегатов, таких как двигатели внутреннего сгорания (ДВС), поршневые и роторные компрессоры, газодувки в процессе своей работы генерируют интенсивные акустические излучения аэродинамического характера с выраженными дискретными составляющими в широком диапазоне частот, а именно в октавных полосах частот 63...4000 Гц [1]. Составляющие спектра шума таких машин в интервале частот от 50 до 1000 Гц обусловлены периодическими газодинамическими процессами вытеснения отработанных газов или воздуха рабочими органами: поршнями, роторами [2].

Звуковая мощность таких процессов пропорциональна четвертой степени частоты вращения коленчатых валов и роторов, т. е. при удвоении частоты звуковая мощность возрастает в шестнадцать раз. Высокочастотная часть спектра выше 1000 Гц обусловлена турбулентным течением, образованием вихрей у твердых границ каналов в потоке газа при взаимодействии с клапанами, а также перетечками газа через зазоры. Это так называемый "вихревой шум", его звуковая мощность пропорциональна уже шестой степени частоты вращения рабочих органов [3]. На рис. 1 приведен пример спектра шума (уровня звукового

давления) всасывания роторной газодувки "Рутс" Мелитопольского компрессорного завода. На спектре видна область шума с ярко выраженными дискретными составляющими на низких и средних частотах и область шума в вихревой зоне на высоких частотах.

В связи с высоким уровнем шума с широким диапазоном частоты в процессе проектирования глушителей шума следует предусматривать набор различных элементов, снижающих шум, как в низкочастотной, так и высокочастотной области спектра, т. е. глушитель должен обладать большим акустическим сопротивлением в широком

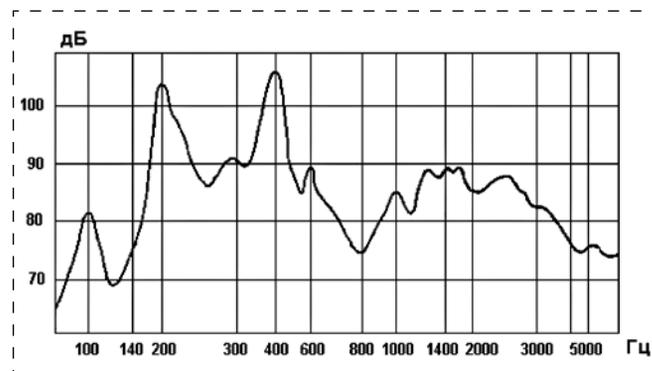


Рис. 1. Спектр шума всасывания роторной газодувки "Рутс"

диапазоне частот [4—6]. Кроме того, проектируемый глушитель должен отличаться конструктивной простотой, быть технологичным и не создавать большого аэродинамического сопротивления протекающим потокам газов.

1. Требования, предъявляемые к конструкции глушителя

Рассматриваемая новая оригинальная конструкция реактивного глушителя шума удовлетворяет перечисленным выше требованиям. Предлагаемый глушитель синтезирован из стандартных элементов: расширительных камер, отличающихся широкой частотной полосой глушения; резонаторов Гельмгольца, которые могут быть настроены на подавление уровня дискретных составляющих низких частот, и трубы Хершеля—Квинке, представляющей собой полуволновый резонатор [7—11]. Данный реактивный глушитель может быть использован для снижения уровня шума ДВС, роторных и поршневых компрессоров, газодувок. На предлагаемую конструкцию получен патент на полезную модель [12].

Известны реактивные глушители шума, работа которых основана на интерференционных процессах наложения прямых и отраженных волн в камерах и патрубках. Данные конструктивные особенности описаны в патентах на полезную модель RU № 128246, RU № 144064 [13, 14]. Эти конструкции содержат несколько расширительных камер, соединенных патрубками определенной длины, в которых происходит наложение волн в противофазе и отражение звуковой энергии назад к источнику ее генерации. Для эффективного снижения шума размеры элементов таких глушителей (длина камер и соединительных патрубков) должны равняться четверти длины волны. На низких частотах, например, на частоте 63 Гц, их длина должна составлять 1,35 м, что нецелесообразно с конструктивной точки зрения, поскольку глушитель становится слишком габаритным. Кроме того, заглушение в таких конструкциях на высоких частотах происходит только за счет сравнительно высокого аэродинамического сопротивления газовому потоку и от этого у энергетической установки снижается КПД.

Предлагаемая конструкция реактивного глушителя шума состоит из отдельных стандартных расширительных и резонаторных камер, каналов различной длины. Она позволит получить высокую эффективность снижения шума как на низких, так и на высоких частотах, без использования звукопоглощающих материалов, при минимальном аэродинамическом сопротивлении в газозвуковом канале аэродинамической установки [15].

Расчет предлагаемой конструкции на основе конечно-элементного моделирования с использованием программного пакета "COMSOL Multiphysics" и настройке ее элементов на отдельные гармонические составляющие и области частот шума показал высокую эффективность шумоглушения.

2. Описание конструкции глушителя и используемый математический аппарат

Схема разработанной конструкции реактивного глушителя шума представлена на рис. 2. Глушитель содержит корпус 1 цилиндрической или эллиптической формы, ограниченный торцевыми стенками 2 и 3. Внутренний объем корпуса разделен на четыре камеры 4, 5, 6, 7 продольной перегородкой 8 и поперечной перегородкой 9. Газовоздушный канал глушителя выполнен в виде трубы 10, напоминающей по форме трубу Хершеля—Квинке. Один конец трубы 10 может быть закреплен на всасывающей патрубке компрессора, газодувки или подсоединен к выхлопному патрубку ДВС, например, фланцевым соединением 11.

Канал, по которому протекает газозвуковой поток и распространяются акустические волны, последовательно проходит через камеры 4, 5, 6, 7. Камеры 4 и 7 примыкают друг к другу и каждая представляет собой полость объемом V (м³), соединенную с каналом отверстиями 12 площадью S (м²) (диаметр отверстий 8...20 мм в зависимости от диаметра трубы 10 канала) в количестве, равном n . Образованные таким образом кольцевые резонаторы могут быть настроены на любые низкие частоты, например, 63, 125 или 250 Гц, т. е. среднегеометрические частоты трех первых октавных полос. Собственная частота таких резонаторов, на которых будет наблюдаться максимальное заглушение, определяется выражением

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{nS}{LV}},$$

где c — скорость звука в газозвуковом потоке с учетом его температуры, м/с; L — эффективная длина горла резонатора, которая определяется по формуле

$$L = t + \frac{\pi d}{4},$$

где t и d — соответственно глубина отверстий (толщина стенки трубы подковообразного канала) и их диаметр, м. Подбором количества отверстий n , их диаметра d и площади S при известном объеме камер V можно добиться искомой величины f_0 , Гц.

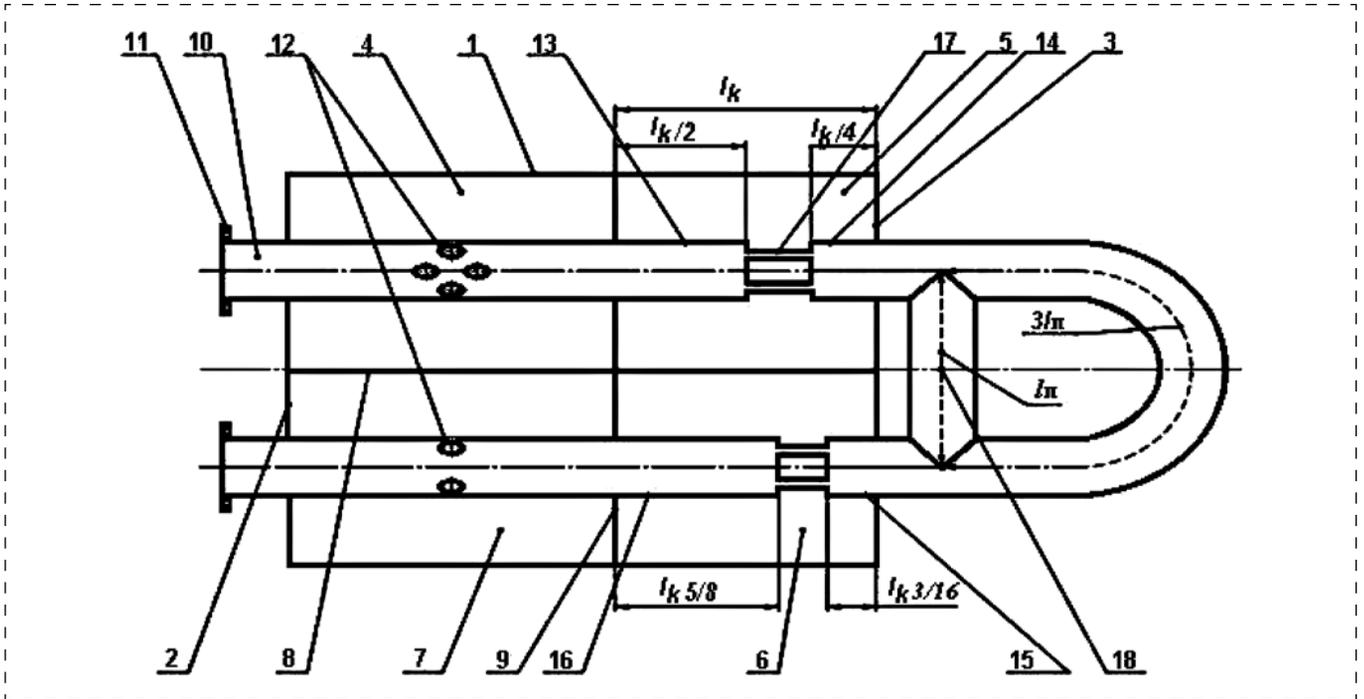


Рис. 2. Глушитель из элементов реактивного типа

Камеры 5 и 6, также примыкающие друг к другу, представляют собой расширительные камеры с вдвинутыми в них отрезками трубы 10 канала различной длины 13, 14, 15, 16, образованные наличием прямоугольных окон 17 (см. рис. 2). Отрезки трубы в расширительных камерах 5 и 6 образуют четвертьволновые резонаторы, настроенные на различные гармонические дискретные составляющие спектра шума энергоустановок. При длине расширительных камер l_k их основная резонансная частота определяется с помощью выражения

$$f_0^k = \frac{c}{4l_k},$$

а первая и последующие гармоники камеры f_i^k определяются как

$$f_i^k = f_0^k (2i),$$

где i — натуральные числа 1, 2, 3, ... и т. д.

3. Анализ акустических характеристик глушителя и полученных результатов

В расширительных камерах при распространении акустических волн и их отражении от торцевых стенок образуются стоячие волны, характеризующиеся узлами и пучностями звукового давления (рис. 3).

В узлах стоячих волн звуковое давление равно нулю и через узловые точки звуковая энергия не распространяется. В связи с этим отрезки трубы 10, расположенные в камерах 5 и 6, должны иметь длину, достигающую узлов различных гармонических составляющих заглушаемого шума.

Все нечетные гармоники f_1, f_3, f_5 и т. д. в середине расширительной камеры имеют узел звукового

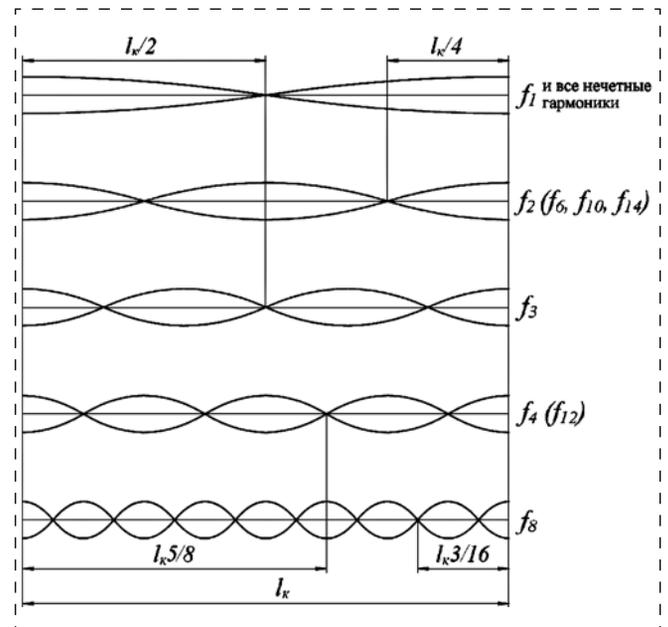


Рис. 3. Узлы и пучности звукового давления стоячих волн

давления, т. е. заглушение этих гармонических составляющих шума в камере 5 может быть достигнуто подбором длины отрезка трубы 13 равного $l_k/2$. Для заглушения четных гармоник f_2, f_6, f_{10} длина отрезка трубы 14 должна равняться $l_k/4$, гармоник f_4, f_{12} — должна быть длиной отрезка трубы 16, равной $l_k/8$, гармоники f_8 — длиной отрезка трубы 15, равной $l_k/16$. Таким образом, расширительные камеры обладают широкополосным заглушением в средней и высокочастотной части спектра, от первой до пятнадцатой гармонической дискретной составляющей шума.

Изогнутая (подковообразная) часть канала 10 — труба Хершеля—Квинке соединена перемыкающим каналом 18 (см. рис. 2) таким образом, что звуковые волны из точки А (рис. 4) распространяются по двум направлениям: подковообразному каналу и перемыкающему. Две волны встречаются в точке В, пройдя различные пути. Поскольку длина подковообразного канала в 3 раза больше размера перемыкающего канала, то на определенных частотах волны встретятся в противофазе.

На рис. 5 (см. 3-ю стр. обложки) проиллюстрирован эффект интерференции двух волн, которые прошли путь различной длины в трубе Хершеля—Квинке и встретились в противофазе. Эффект заглушения на частоте 450 Гц, на которую был настроен этот элемент глушителя, составил 35 дБ.

Заглушение за счет явления интерференции будет наблюдаться на частотах, связанных с длиной перемыкающего канала l_{Π} (см. рис. 4) и определяемых из выражения

$$f_i^{\Pi} = \frac{c}{4l_{\Pi}}(2i - 1),$$

где i — натуральные числа 1, 2, 3 и т. д.

На этих частотах разность хода двух волн будет составлять нечетное число половин длин волн.

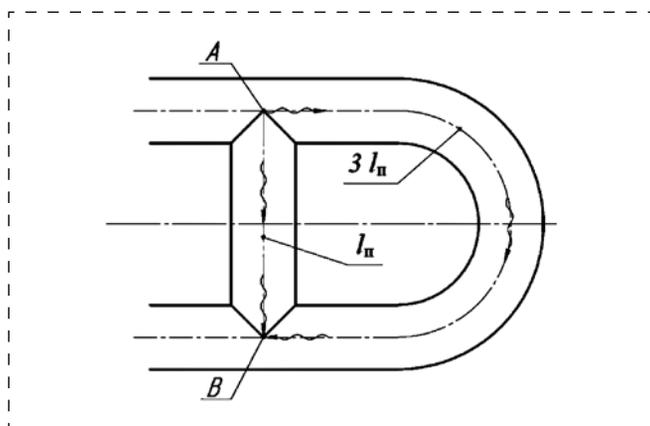


Рис. 4. Распространение звука в трубе Хершеля—Квинке

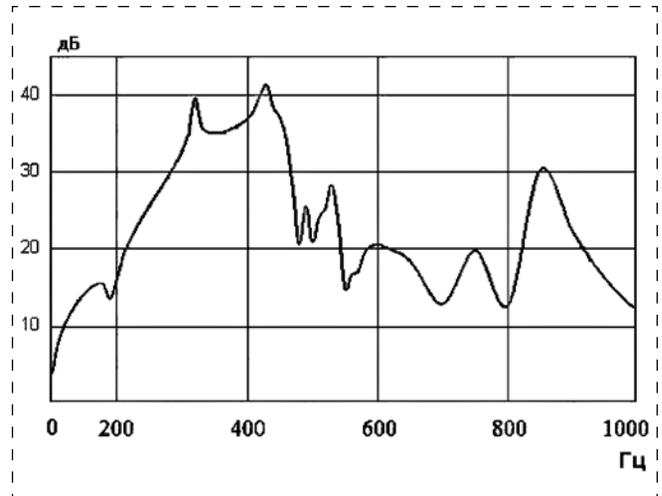


Рис. 7. Спектр потери передач звуковой энергии разработанного глушителя

Анализ акустических характеристик предлагаемого реактивного глушителя с применением численного метода расчета на основе конечно-элементного моделирования с помощью программного пакета "COMSOL Multiphysics" показал высокую эффективность заявленной конструкции (более 30...40 дБ в частотном диапазоне 100...3600 Гц) [16, 17].

На рис. 6 (см. 3-ю стр. обложки) показаны уровни звукового давления вдоль трубы газоздушного канала. Из рисунка видно, как на входной части в глушитель звуковые волны с уровнем более 90 дБ постепенно по мере последовательного прохождения через отдельные реактивные элементы затухают и на выходе из глушителя не превышают 60 дБ.

На рис. 7 представлен спектр потерь передачи звуковой энергии разработанного реактивного глушителя шума, т. е. снижения уровня звукового давления в дБ всего спектра шума, генерируемого газодувкой "Рутс". Если сравнить спектры на рис. 1 и рис. 7, то видно, что их характер и форма схожи друг с другом, следовательно, проектирование глушителя осуществлено верно.

Что касается гидравлического сопротивления газоздушному потоку, то в предлагаемой конструкции глушителя он минимален, так как на его пути нет препятствий и он движется по гладкой трубе с отверстиями, имея всего один сглаженный поворот на 180°.

Выводы

1. При проектировании глушителей шума для энергетических установок, генерирующих аэродинамический шум в процессе своей работы, необходимо стремиться к выполнению трех технических



задач: высокой акустической эффективности, простоте конструктивных и технологических решений и минимального аэродинамического сопротивления. Предлагаемая конструкция реактивного глушителя шума удовлетворяет всем этим требованиям.

2. Комбинация стандартных, классических реактивных элементов, таких как расширительные камеры, резонаторы Гельмгольца и полуволновый резонатор, из которых синтезирован глушитель, благодаря частотной настройке с учетом спектра генерируемого шума дает положительный результат, позволяющий обеспечить высокую эффективность конструкции (более 30...40 дБ в частотном диапазоне 100...3600 Гц).

Список литературы

1. Di Zhou X. W., Jun Chen X. J., Xiaofeng S. Sound generation by non-synchronously oscillating rotor blades in turbomachinery // Journal of Sound and Vibration. — 2015. — Vol. 355. — P. 150—171.
2. Шатров М. Г., Яковенко А. Л., Кричевская Т. Ю. Шум автомобильных двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие. — М.: МАДИ, 2014. — 68с.
3. Смирнов С. Г., Панкова Е. О. Экспериментальный метод определения механизма генерации аэродинамического шума // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. — 2016. — № 11. — С. 50—56.
4. Munjal M. L. Recent advances in muffler acoustics // International Journal of Acoustics and Vibration. — 2013. — Vol. 18. — No. 2. — P. 71—85.
5. Munjal M. L., Vijayasree N. K., Chaitanya P. Flow-resistance network analysis of the back-pressure of automotive mufflers // Indian Journal of Engineering and Material Sciences. — 2013. — Vol. 20. — P. 339—349.
6. Nishant Kumar Singh. Large Eddy Simulation of Acoustic Propagation in Turbulent Flow Through Ducts and Mufflers: Ph. D. Thesis. — University of Hull, 2012. — 276 p.
7. Selamet A., Dickey N. S. The Herschel-Quincke tube: A theoretical, computational and experimental investigation // The Journal of the Acoustical Society of America. — 1994. — Vol. 96, No. 5. — P. 3177—3185.
8. Pandey K. M., Kumar Upendra, Verma Subho Deb. CFD Analysis of Flow Field inside the Expansion Chamber of Internal Combustion Engines // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). — 2012. — Vol. 1, issue 3. — P. 25—29.
9. Lupea J. Considerations on the Helmholtz resonator simulation and experiment: proc. of the Romanian Academy, series A. — 2012. — Vol. 13, No. 2. — P. 118—124.
10. Комкин А. И., Быков А. И. Инерционная присоединенная длина горла резонаторов Гельмгольца // Акустический журнал. — 2016. — Т. 62. — № 3. — С. 277—287.
11. Комкин А. И., Миронов М. А., Юдин С. И. Собственная частота резонатора Гельмгольца на стенке прямоугольного канала // Акустический журнал. — 2014. — Т. 60. — № 2. — С. 145—151.
12. Смирнов С. Г., Николаева В. А., Комкин А. И., Быков А. И. Реактивный глушитель шума. Патент на полезную модель № 171331, заявл. 16.12.2016, опубл. 29.05.2017. Бюл. № 16.
13. Смирнов С. Г., Семенов В. Ю., Аграфонова А. А. Глушитель шума энергетических установок. Патент на полезную модель № 128246, заявл. 28.12.2012, 2013, 10 с.
14. Смирнов С. Г., Аграфонова А. А., Комкин А. И., Юдин С. И. Комбинированный глушитель шума. Патент на полезную модель № 144064, заявл. 07.03.2014, 2014, 9 с.
15. Аграфонова А. А., Смирнов С. Г. Акустический расчет трехкамерного глушителя шума со звукопоглощающими элементами методом конечных элементов. Энергетика: эффективность, надежность, безопасность // Материалы трудов XIX Всероссийской научно-технической конференции Томский политехнический университет, 4—6 декабря 2013. — Томск, 2013. — Т. II.
16. Аграфонова А.А., Смирнов С. Г., Тупов В. В. Исследование акустической эффективности глушителей шума // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. — 2015. — № 9. — С. 75—82.
17. Bon J., Acosta V., Riera E., Pinto A. Ultrasonic drying design: acoustic-structure interaction modeling: proc. of Iberian COMSOL Multiphysics Conference (Malaga, June 2015). Malaga, 2015. — P. 39—41.

S. G. Smirnov, Associate Professor, e-mail: ssmirnov1945@mail.ru,
V. A. Nikolaeva, Master Student, E. O. Pankova, Associate Professor,
Bauman Moscow State Technical University

Experiment of Design of Highly Effective Noise Muffler

Working power machines such as internal combustion engines (ICE), piston and rotary compressors, blowers produce intensive noise, which is reduced by mufflers attached to gas and air ducts on the suction, pressure and discharge sides. A set of different elements reducing noise in both low- and high-frequency spectrum regions without efficiency dips should be provided when designing mufflers. Besides, a designed muffler should be distinguished by structural simplicity, be technologically advanced and should not create high aerodynamic drag to flowing gases. The paper deals with a new original muffler design satisfying the above requirements. It is made from standard elements: expansion chambers with wide frequency jamming band, Helmholtz resonators set to reduce the level of discrete low-frequency components, and the Herschel-Quincke tube being a half-wave resonator.

Analysis of the acoustic properties of the designed reactive muffler by the numerical calculation method based on finite-element simulation with use of the COMSOL Multiphysics software has shown high design efficiency (more than 30...40 dB in the frequency range of 100...3600 Hz), proved by positive result of the FIPS expertise.

Keywords: noise muffler, acoustic radiation, Helmholtz resonator, expansion chamber, Herschel-Quincke tube, muffler transmission loss

References

1. Di Zhou X. W., Jun Chen X. J., Xiaofeng S. Sound generation by non-synchronously oscillating rotor blades in turbomachinery. *Journal of Sound and Vibration*. 2015. Vol. 355. P. 150–171.
2. Shatrov M. G., Jakovenko A. L., Krichevskaja T. Ju. Shum avtomobil'nyh dvigatelej vnutrennego sgoranija: ucheb. posobie. Moscow: MADI, 2014. 68 p.
3. Smirnov S. G., Pankova E. O. Jeksperimental'nyj metod opredelenija mehanizma generacii ajerodinamicheskogo shuma. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Mashinostroenie*. 2016. No. 11. P. 50–56.
4. Munjal M. L. Recent advances in muffler acoustics. *International Journal of Acoustics and Vibration*. 2013. Vol. 18, No. 2. P. 71–85.
5. Munjal M. L., Vijayasree N. K. and Chaitanya P. Flow-resistance network analysis of the back-pressure of automotive mufflers. *Indian Journal of Engineering and Material Sciences*. 2013. Vol. 20. P. 339–349.
6. Nishant Kumar Singh. Large Eddy Simulation of Acoustic Propagation in Turbulent Flow Through Ducts and Mufflers. *Ph. D. Thesis*. University of Hull, 2012. 276 p.
7. Selamat A., Dickey N. S. The Herschel-Quincke tube: A theoretical, computational and experimental investigation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1994. Vol. 96. No. 5. P. 3177–3185.
8. Pandey K. M., Kumar Upendra, Verma Subho Deb. CFD Analysis of Flow Field inside the Expansion Chamber of Internal Combustion Engines. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. 2012. Vol. 1, issue 3. P. 25–29.
9. Lupea J. Considerations on the Helmholtz resonator simulation and experiment: proc. of the Romanian Academy, series A. 2012. Vol. 13, No. 2. P. 118–124.
10. Komkin A. I., Bykov A. I. Inercionnaja prisoedinennaja dlina gorla rezonatorov Gel'mgol'ca. *Akusticheskij zhurnal*. 2016. Vol. 62, No. 3. P. 277–287.
11. Komkin A. I., Mironov M. A., Judin S. I. Sobstvennaja chastota rezonatora Gel'mgol'ca na stenke prjamougol'nogo kanala. *Akusticheskij zhurnal*. 2014. Vol. 60, No. 2. P. 145–151.
12. Smirnov S. G., Nikolaeva V. A., Komkin A. I., Bykov A. I. Reaktivnyj glushitel' shuma. Patent na poleznuju model. No. 171331, zajavl. 16.12.2016, opubl. 29.05.2017.
13. Smirnov S. G., Semenec V. Ju., Agrafonova A. A. Glushiteli shuma jenergeticheskikh ustanovok. Patent na poleznuju model' № 128246, zajavl. 28.12.2012, 2013, 10 p.
14. Smirnov S. G., Agrafonova A. A., Komkin A. I., Judin S. I. Kombinirovannyj glushitel' shuma. Patent na poleznuju model' № 144064, zajavl. 07.03.2014, 2014, 9 p.
15. Agrafonova A. A., Smirnov S. G. Akusticheskij raschet trehkamernogo glushitelja shuma so zvukopogloshhajushimi jelementami metodom konechnyh jelementov. Jenergetika: jeffektivnost', nadezhnost', bezopasnost'. *Materialy trudov XIX Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoi konferencii Tomskij Politehnicheskij universitet*, 4–6 dekabrja 2013. Tomsk, 2013. Vol. II.
16. Agrafonova A. A., Smirnov S. G., Tupov V. V. Issledovanie akusticheskoi jeffektivnosti glushitelej shuma. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Mashinostroenie*. 2015. No. 9. P. 75–82.
17. Bon J., Acosta V., Riera E., Pinto A. Ultrasonic drying design: acoustic-structure interaction modeling: proc. of Iberian COMSOL Multiphysics Conference (Malaga, June 2015). Malaga, 2015. P. 39–41.

Выставочное объединение "ЭКСПОКРЫМ" приглашает Вас принять участие в III специализированной выставке «БЕЗОПАСНОСТЬ. КРЫМ»



**ВЫСТАВКА КОМПЛЕКСНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**
16-18 НОЯБРЯ 2017

Место проведения: ГК «ЯЛТА-ИНТУРИСТ»

**ДЕЛОВОЙ ПОДХОД
К ЗАЩИТЕ**



УДК 66

В. В. Кирсанов, д-р техн. наук, проф., e-mail: vvkirsanov@gmail.com,
Казанский научно-исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева

Определение нагрузки на активный ил в биотехнологиях по очистке производственных сточных вод с неравномерными концентрациями поллютантов

Рассмотрен порядок расчета средней нагрузки на активный ил в биотехнологиях для очистки производственных сточных вод, в которых концентрация загрязняющих веществ изменяется во времени. В формулу расчета предложено ввести показатель ХПК, так как в существующих нормативных документах расчеты проводятся на основе БПК.

Ключевые слова: активный ил, беззольная часть, окисление, нагрузка на ил, биореактор, аэротенк, вторичный отстойник, биосистема, сточные воды, зольность ила, биодеструкция, концентрация, возраст ила

Нагрузка на активный ил — количество поступающих со сточной водой загрязнений, приходящееся на единицу массы ила в единицу времени. Выражается эта величина в мг или г загрязнений (БПК, ХПК или какого-то конкретного поллютанта) на 1 г сухого вещества активного ила (АИ) в 1 час или в 1 сутки [1]. Но известно, что в окислении загрязняющих веществ (ЗВ) принимает участие только органическая часть активного ила. Поэтому необходимо рассматривать нагрузку на органическую (беззольную часть) составляющую ила. Нагрузка на ил имеет физический смысл и свидетельствует только о том, что определенное количество загрязнений приходится на ил, но совершенно не означает, что это количество загрязнений будет удалено в процессе очистки. Нагрузка на ил зависит от концентрации ЗВ в исходном стоке, дозы (концентрации) ила, времени окисления (времени аэрации) и качества ила. Качество ила обуславливается многими факторами — возрастом, концентрацией (рабочей дозой) ила, соотношением органической и неорганической части или зольностью ила и пр. Но следует обратить внимание, что относительная величина, характеризующая содержание органической составляющей части ила (зольность) еще не говорит о том, что вся данная органическая часть ила (беззольная часть) будет участвовать в биодеструкции ЗВ, так как в нее может входить инертная или даже отмершая биомасса.

Концентрация (рабочая доза) ила в биореакторе обратно пропорциональна нагрузке на ил, т. е. уменьшить нагрузку на ил (соответственно,

увеличить эффективность биотехнологии, при условии отсутствия в исходном субстрате ксенобиотиков) можно за счет увеличения рабочей дозы в биореакторе. Но увеличение рабочей дозы в биореакторе сверх определенной и оптимальной величины невозможно из-за риска ухудшения процесса разделения иловой смеси после биореактора во вторичных отстойниках или илоотделителях другой конструкции. Для определения параметров, связанных с ограничением рабочей дозы АИ в биореакторе и возможностью его последующего разделения во вторичных отстойниках, введен показатель — иловый индекс (объем, занимаемый илом, мл, после 30-минутного отстаивания, отнесенного к 1 г сухого вещества ила) [1].

Рабочая доза АИ в биореакторе варьируется в зависимости, с одной стороны, от оптимальной нагрузки на ил, обеспечивающей необходимую степень биодеструкции ЗВ и, с другой стороны, от способности ила к седиментации, идентифицируемой величиной илового индекса.

Наиболее распространенным в биотехнологиях интервалом рабочей дозы АИ является значение 3...5 г/л. При технологической необходимости поддержания более высокой дозы АИ применяют биотехнологии с регенерацией активного ила, целью которой является восстановление сорбирующей способности ила и доокисление трудноокисляемых веществ, которые не полностью деструктурировали в биореакторе. И тот и другой технологический фактор способствует формированию более компактного и хорошо седиментирующего ила во вторичных отстойниках.

Нагрузка на АИ находится в обратно пропорциональной зависимости от времени аэрации (времени окисления). Поэтому окислительную способность биореактора, ограниченную максимально возможной рабочей дозой ила, можно повысить увеличением времени аэрации. Но увеличение времени аэрации также ограничено рядом технологических параметров. Одним из важнейших параметров является уменьшение производительности и увеличение возраста АИ сверх оптимального, обеспечивающего эффективность очистки при разных нагрузках [2].

Средняя нагрузка на ил — количество поступающих в биореактор ЗВ в единицу времени, приходящееся на единицу массы ила. Количество поступающих ЗВ выражается в мг или г загрязнений (ХПК или БПК_п в случае нескольких приоритетных загрязнений или концентрации какого-либо одного приоритетного поллютанта) на единицу массы ила в граммах сухого вещества АИ или в граммах сухого беззольного вещества ила. Последнее предпочтительнее, так как в биокислении участвует только беззольная — органическая составляющая массы ила.

Среднюю нагрузку на активный ил B_x можно определить в соответствии с методикой СНиП 2.04.03-85 [3], основываясь на снижении БПК₅ и (или) снижении ХПК, используя следующие зависимости:

$$B_x = (\text{БПК}_5^{\text{BX}} - \text{БПК}_5^{\text{ВЫХ}}) / X_B (1 - S_{\text{и}}) t_{\text{ат}}, \quad (1)$$

где БПК₅^{ВХ} и БПК₅^{ВЫХ} — БПК₅ поступающей в биореактор и выходящей сточной воды, мгО₂/л или г/м³; X_B — концентрация активного ила (биомассы), мг/дм³ или г/м³; $S_{\text{и}}$ — зольность ила, доли единицы; $t_{\text{ат}}$ — время нахождения субстрата в биореакторе (время аэрации), ч [3].

Но зависимость (1) может быть использована для бытовых (коммунальных) сточных вод, которые отличаются постоянством состава и концентраций ЗВ, а для большинства производственных сточных вод характерной особенностью является присутствие трудноокисляемых ЗВ, определяемых по ХПК.

Кроме того, остаточная концентрация ЗВ, определяемая по формуле (1) (в данном случае по БПК₅^{ВЫХ}), непосредственно не связана с нагрузкой на ил. Нагрузка на ил зависит от концентрации ЗВ на входе в биореактор и, опосредованно, через концентрацию АИ и время биодеградации связана с конечной концентрацией (БПК₅^{ВЫХ}). Следует учесть и невозможность применения формулы (1) для оперативного регулирования процессом биоочистки, так как время

проведения анализа БПК₅ занимает 5 суток (для сравнения — время проведения лабораторного анализа на ХПК — 1,5 ч).

Следует обратить внимание на то, что от конечной концентрации ЗВ (разности между начальной и конечной концентрацией ЗВ) зависит удельная скорость окисления и окислительная мощность биореактора. Поэтому необходимо зависимость (1) для определения нагрузки на ил изменить с учетом следующих поправок: не учитывать величину остаточной концентрации ЗВ; концентрацию ЗВ оценивать не по величине БПК, а по величине ХПК, как показателю, учитывающему концентрацию не только средне- и легкоокисляемых соединений, но и трудноокисляемых.

В данном случае формулу (1) можно представить в следующем виде:

$$B_x = (\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}}) / X_B (1 - S_{\text{и}}) t_{\text{ат}}, \quad (2)$$

где $\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}}$ — ХПК сточной воды на входе в биореактор, среднеарифметическое между максимальным и минимальным значением в разовых пробах за время нахождения сточных вод в сооружениях, где осуществляется предварительная перед биореактором очистка (зависит от компоновки технологической схемы и реально может быть в интервале 1...6 ч); $\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}} = (\text{ХПК}_{\text{max}}^{\text{BX}} + \text{ХПК}_{\text{min}}^{\text{BX}}) / 2$ [2].

Следует отметить, что ХПК в этом случае определяется бихроматным (не перманганатным) методом. Кроме того, ХПК на входе в биореактор рекомендуется определять для биосистем с регенерацией ила как усредненную величину за время предварительной очистки сточной воды в сооружениях, предшествующих биоочистке. В каждом конкретном случае это время зависит от способов предварительной очистки и времени нахождения сточной воды в них. Для биосистем без регенерации АИ ХПК рекомендуется определять в разовой пробе.

Кроме того, что в сточных водах многих производств присутствуют трудноокисляемые ЗВ, концентрация и состав поступающих в биореактор сточных вод может резко меняться во времени. Изменение нагрузок на АИ угнетает физиологический обмен в бактериальной клетке (аномальный сброс сточной воды с высокой концентрацией токсикантов может вызвать даже лизирование микроорганизмов) и для адаптирования микроорганизмов АИ к новым условиям требуется значительное время.

Зависимость (2) может применяться для определения нагрузок на АИ в условиях эксплуатации биотехнологий для очистки бытовых сточных вод или некоторых производственных, отличающихся стабильной нагрузкой, не превышающей регламентные значения. Для остальных производственных



сточных вод с меняющейся и резко превышающей регламентные значения нагрузкой (сточные воды химических, нефтехимических, нефте-газоперерабатывающих, ресурсодобывающих, перерабатывающих, металлургических, оборонных и многих других производств) для более объективного определения величин B_x предлагается ввести коэффициент неравномерности нагрузок по ХПК $k_n^{ХПК}$, определяемый по следующей зависимости:

$$k_n^{ХПК} = (ХПК_{\max}^{ВХ} + ХПК_{\min}^{ВХ}) / ХПК_{\text{регл}}^{ВХ}, \quad (3)$$

где $ХПК_{\max}^{ВХ}$, $ХПК_{\min}^{ВХ}$ и $ХПК_{\text{регл}}^{ВХ}$ — соответственно ХПК в разовой пробе перед биореактором максимальное, минимальное и регламентное.

Коэффициент $k_n^{ХПК}$ может иметь различные значения, пропорциональные нагрузке на биоценоз АИ ($k_n^{ХПК} \leq 1,0$ — нагрузка равномерная; $k_n^{ХПК} \geq 1,0$ — нагрузка неравномерная).

Формула (2) с учетом коэффициента $k_n^{ХПК}$ принимает следующий вид:

$$B_x = (ХПК_{\text{ср}}^{ВХ}) / [X_B(1 - S_i)t_{at}] + \exp(k_n^{ХПК}). \quad (4)$$

Формула (4) позволяет более оперативно определить нагрузку на активный ил в сооружениях биоочистки производственных сточных вод с учетом неравномерности нагрузок по загрязняющим веществам.

Список литературы

1. **Воронов Ю. В., Яковлев С. В.** Водоотведение и очистка сточных вод: Учебник для вузов. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 704 с.
2. **Кирсанов В. В.** Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т. 1. Процессы и аппараты защиты гидросферы. — Казань: Изд-во Казанского государственного технического университета, 2013. — 496 с.
3. **СНиП 2.04.03-85.** Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.

V. V. Kirsanov, Professor, e-mail: vvkirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev

Determination of the Load on Activated Sludge in Biotechnologies for the Purification of Industrial Wastewater with Uneven Concentrations of Pollutants

The article gives a formula for calculating the average load on activated sludge in biotechnologies for purification of industrial wastewater, in which the concentration of pollutants varies with time. In addition, it is proposed to introduce the COD into this formula, as in the normative documents calculating to make on basis BOD.

Keywords: active silt, ashless part, oxidation, sludge load, bioreactor, aerotank, secondary settler, biosystem, wastewater, ash content of silt, biodegradation, concentration, age of silt

References

1. **Voronov Ju. V., Jakovlev S. V.** Vodootvedenie i oчитка stochnyh vod: Uchebnik dlja vuzov. M.: Izdatel'stvo Assoциации stroitel'nyh vuzov, 2006. 704 p.
2. **Kirsanov V. V.** Sovremennye tehniko-tehnologicheskie metody zashhity okruzhajushhej sredy. T. 1. Processy i apparaty zashhity gidrosfery. Kazan': Izd-vo Kazanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2013. 496 p.
3. **СНиП 2.04.03-85.** Stroitel'nye normy i pravila. Kanalizacija. Naruzhnye seti i sooruzhenija.

УДК 614.8:62-93

В. А. Петров, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., исполнительный директор, e-mail: vas3188@yandex.ru, **А. О. Иванов**, д-р мед. наук, проф., вед. науч. сотр., АО "Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга" (АСМ), Санкт-Петербург

Перспективные пути повышения пожарной безопасности энергонасыщенных обитаемых герметичных объектов

Рассмотрены основные аспекты повышения пожарной безопасности энергонасыщенных обитаемых герметичных объектов путем реализации комплексной технологии, включающей применение гипоксических газоздушных сред, предаварийного контроля источников пожарной опасности, систем пожаротушения инертными газами и средств восстановления нормальных параметров воздушной среды. Кратко описано место и роль каждого компонента предлагаемой комплексной технологии и их взаимодействие. Отмечены особенности применения азотно-кислородных гипоксических нормобарических сред и кислородно-азотно-аргоновых с повышенным содержанием аргона. Эти особенности обусловлены различным допустимым временем пребывания персонала при заданной концентрации кислорода.

Ключевые слова: герметичный обитаемый объект, персонал, пожарная безопасность, источники пожарной опасности, гипоксическая среда, предаварийный контроль, концентрация, кислород, азот, аргон, регулирование, система пожаротушения, средства очистки, работоспособность, безопасность персонала

Повышение пожарной безопасности насыщенных оборудованием промышленных, государственных и военных объектов, которые постоянно обслуживаются и управляются персоналом, является актуальной задачей. Повысить пожарную безопасность в закрытых помещениях (отсеках) промышленных объектов, кораблей, судов, подводных обитаемых аппаратов, атомных станций и др. предлагается путем реализации комплексной технологии, предполагающей внедрение:

- гипоксических воздушных сред различного состава для помещений разного устройства и назначения;
- предаварийного контроля предпожарного состояния источников пожарной опасности;
- регулирования содержания кислорода с уменьшением его концентрации в воздушной среде (ВС) помещения при выявлении перехода источника пожарной опасности в предаварийное состояние для предотвращения возгорания, пожара, создания резерва времени для поиска источника опасности и его локализации;
- комплексного объемного пожаротушения [1] и средств нормализации параметров ВС после пожаротушения.

Рассмотрим основные аспекты предлагаемой технологии.

1. Установление гипоксических воздушных сред (ГВС) предполагает реализацию различных подходов в зависимости от устройства, назначения объекта и времени нахождения в нем персонала:

- создание на объекте дифференцированной по помещениям азотно-кислородной

нормобарической гипоксической воздушной среды с концентрацией кислорода от 19 % об. до 13...14 % об. [2]. В этом случае время нахождения персонала в помещениях с разной ГВС будет сильно различаться. Из результатов экспериментальных исследований, выполненных АО "Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга" ("АСМ"), следует, что при содержании кислорода 13...14 % об. в азотно-кислородной воздушной среде допустимое время безопасного пребывания персонала составляет до 90 мин, при содержании кислорода 16...17 % об. — до 4 ч в сутки, при содержании кислорода 18...19 % об. — не ограничено;

- создание на объекте однородной аргоно-азотно-кислородной ГВС с повышенным содержанием аргона до 35 % об. и с содержанием кислорода 12...14 % об. на все время герметизации [3]; при таком подходе время безопасного пребывания на объекте для здоровья персонала практически не ограничено.

2. Применение систем предаварийного предпожарного контроля.

Система предаварийного предпожарного контроля [4] позволяет идентифицировать предаварийные предпожарные состояния технических средств и оборудования объекта в результате наблюдения за изменением концентраций реперных веществ в газозвушной среде средствами контроля системы.

Система предаварийного предпожарного контроля повышает пожаробезопасность объекта путем обеспечения резерва времени для выполнения



действий по недопущению, предотвращению возгораний и пожаров на объекте.

По представляемой системой предаварийного контроля информации производят регулирование содержания кислорода в воздушной среде со снижением концентрации до безопасного уровня на допустимое время воздействия на персонал, достаточное для локализации источника пожарной опасности.

3. Применение регулируемых ГВС.

Технология применения регулируемых ГВС [2, 4] предполагает создание на объекте газозвушной среды с различным содержанием кислорода в разных помещениях, пониженным относительно нормального в атмосфере и дальнейшее регулирование концентрации кислорода в зависимости от оценки текущей пожарной обстановки.

В случае подозрения на возможное возгорание или получение информации о переходе источника пожарной опасности в предаварийное предожарное состояние от системы предаварийного контроля с помощью газоразделительного оборудования и резерва сжатого инертного газа (азота или аргона) производят снижение содержания кислорода и поиск источника опасности.

Установление пониженного содержания кислорода снижает горючую нагрузку, порцию огнегасителя при необходимости пожаротушения, уменьшает время пожаротушения, обеспечивает локализацию и препятствует развитию очага пожара при содержании кислорода ниже 17 % об. или обеспечивает невозможность возгорания и пожара даже при интенсивном внешнем подводе тепла при содержании кислорода в ГВС ниже 13,5...14 % об.

Регулирование содержания кислорода выполняется на допустимое время до допустимого для персонала безопасного уровня для поиска источника опасности и устранения причин пожарной опасности или вывода персонала из помещения, после чего возможно дальнейшее снижение содержания кислорода, пожаротушение или восстановление начального уровня.

Снижение кислорода до 13...14 % об. в нормобарической азотно-кислородной среде более чем на 90 мин представляет опасность для человека.

Снижение содержания кислорода до 12...14 % об. на длительное время при регулировании ГВС с использованием аргона в качестве разбавителя не представляет опасности для персонала и не приводит к снижению работоспособности, обеспечивая предотвращение пожара.

4. Применение систем газового пожаротушения.

4.1. Применение системы азотного пожаротушения.

Системы азотного пожаротушения позволяют за заданное время (40...120 с) создать в помещении ГВС с концентрацией кислорода 12...13,5 % об., при которой прекращается горение подавляющего большинства применяемых на объектах материалов и оборудования. Это наиболее безопасные системы для человека, оборудования и окружающей

природной среды с точки зрения токсического и химического воздействия.

Недостатками азотного пожаротушения являются:

— существенный рост давления в герметичном помещении до 0,0505...0,071 МПа избыточных при тушении пожара при нормальном начальном содержании кислорода в воздушной среде;

— человек без средств защиты может находиться в создаваемой в результате пожаротушения гипоксической воздушной среде время, определяемое воздействием продуктов горения и степенью гипоксии, которое при своевременном пожаротушении оценивается в 60...90 мин.

При применении азотного пожаротушения в сочетании с регулирующими гипоксическими ГВС существенно уменьшается требуемая порция огнегасителя для пожаротушения, уменьшается время пожаротушения, а также давление, температура и концентрация вредных химических веществ (ВХВ) после него, не достигая критических для человека и техники значений.

4.2. Применение системы аргонового пожаротушения.

Системы аргонового пожаротушения позволяют за заданное время (40...120 с) создать в помещении ГВС с концентрацией кислорода 12...13,5 % об., при которой прекращается горение подавляющего большинства применяемых на объектах материалов и оборудования. Системы аргонового пожаротушения при равномерно распределенной подаче безопасны для человека.

В экспериментах, выполненных АО "АСМ" [3, 5], доказано, что человек может находиться в ГВС с повышенным содержанием аргона и с содержанием кислорода до 12 % об. длительное время — несколько десятков суток без существенной потери работоспособности.

Эти системы наиболее безопасны для оборудования и окружающей среды по токсическому и химическому воздействию. Недостатком является рост давления при пожаротушении.

5. Применение средств очистки ВС от вредных химических веществ и восстановления параметров ГВС.

Выполненные исследования показали возможность создания специальных средств очистки воздушной среды от ВХВ в помещении после возгорания и применения системы пожаротушения инертными газами, способных очистить ВС в помещении до требуемых уровней и не прибегать к вентилированию атмосферным воздухом, что может являться принципиально важным для ряда герметичных объектов в особых условиях.

Список литературы

1. Патент № 2600716 РФ, МПК А62С 31/00. Способ и устройство комплексного объемного тушения пожаров в герметичных обитаемых объектах, преимущественно подво-

- дных лодках / В. А. Петров, В. С. Михайленко, И. В. Капустин [и др.], заявитель и патентообладатель ОАО "АСМ". № 2015119091/12; заявл. 20.05.2015; опубл. 27.10.16. Бюл. № 30.
- Патент № 2549055** РФ, МПК А62С3/00, А62С2/00. Способ предупреждения пожаров внутри герметичных обитаемых объектов, преимущественно подводных лодок, и устройство для его осуществления / В. А. Петров, С. Н. Бударин, В. С. Михайленко [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО "АСМ". № 2014108499; заявл. 06.03.2014.
 - Возможности** длительного пребывания человека в аргонсодержащих газовых средах, снижающих пожароопасность гермообъектов // Экология человека. — 2017. № 1.
 - Патент № 2596063** РФ, МПК G21C 17/00. Способ предаварийного, аварийного и поставарийного контроля ис-

- точников радиационной, химической и взрывопожарной опасности в герметичных обитаемых объектах, преимущественно подводных лодках, и комплексная система для его осуществления / В. А. Петров, В. П. Абакумов, В. И. Жабрунов [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО "АСМ". № 2015127771/12(043121); заявл. 10.07.2015; опубл. 27.08.2016. Бюл. № 24.
- Патент № RU 2616546** РФ, МПК А62С2/00. Способ обеспечения пожарозащищенности герметичных обитаемых объектов, преимущественно подводных лодок, в автономном режиме / В. А. Петров, А. О. Иванов [и др.]; заявитель ОАО "АСМ", патентообладатель — РФ в лице Минпромторга РФ. № 201515582, заявл. 24.12.2015; опубл. 17.04.2017. Бюл. № 11.

V. A. Petrov, Senior Researcher, e-mail: vas3188@yandex.ru,
A. O. Ivanov, Professor, Leading Researcher, JSC "Association of developers and producers of systems of monitoring", Saint-Petersburg

Promising Ways to Increase the Fire Safety of Energy-Saturated Inhabited Sealed Objects

In the work it is considered the main aspects of evaluation of the fire safety of an energy-saturated sealed volumes, that includes an employment of hypoxic air-gas mediums, a pre-emergency control of the fire hazard, an employment of firefighting systems with noble gases and means of restoration of normal air quality. It is briefly described a place and a role of each proposing integrated technology's components and their interactions.

The essence of technology includes: the setting in the object's compartments the hypoxic normobaric air medium with oxygen content depending on the standing time and intensity of personnel's working in the compartment; the regulation of oxygen content in the air medium by proposing system of pre-emergency control of information with the diminution of oxygen concentration to the safe level for an permissible time for personnel and in the same time sufficient to the localization of the fire hazard source; employment if necessary the firefighting system with noble gases and the restoration of normal air quality after the fire-fighting with specialized local cleaning means.

Noted any features of employment the oxygen — nitrogen hypoxic normobaric mediums and the oxygen-nitrogen-argon mediums with increased argon content. These features are due to various permissible standing time of personnel at a given oxygen concentration. From the results of experimental researches performed by the JSC "ASM" follows that at the oxygen concentration 13...14 % in the nitrogen-oxygen air medium the permissible time is not more than 60 minutes with oxygen content 16...17 % — not more than 4 hours a day with the oxygen content 18...19 % — not limited. Permissible standing time in the air medium with the increased argon content and with the oxygen content not more than 12...14 % is several dozen days.

Keywords: sealed volume, personnel, fire safety, fire hazard source, hypoxic medium, pre-emergency control, concentration, oxygen, nitrogen, argon, regulation, firefighting system, cleaning means, working capacity, personnel safety

References

- Patent No. 2600716** RF, МПК А62С 31/00. Способ и устройство комплексно-го об"емного тушения пожаров в герметичных обитаемых об"ектах, pre-imushchestvenno podvodnykh lodkakh / V. A. Petrov, V. S. Mihajlenko, I. V. Kapustin [и др.], заявитель и патентообладатель ОАО "АСМ". No. 2015119091/12; заявл. 20.05.2015; опубл. 27.10.16. Byul. No. 30.
- Patent No. 2549055** RF, МПК А62С3/00, А62С2/00. Способ предупреждения пожаров внутри герметичных обитаемых об"ектов, преимущественно подводных лодок, и устройство для его осуществления / V. A. Petrov, S. N. Budarin, V. S. Mihajlenko [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО "АСМ". No. 2014108499; заявл. 06.03.2014.
- Vozmozhnosti** dlitel'nogo prebyvaniya cheloveka v argonosoderzhashchikh ga-zovykh sredakh, snizhayushchikh požaroopasnost' germoob"ektov. *Ekologiya cheloveka*. 2017. No. 1.
- Patent No. 2596063** RF, МПК G21C 17/00. Способ предаварийного, аварийного и поставарийного контроля источников радиационной, химической и взрывопожарной опасности в герметичных обитаемых об"ектах, преимущественно подводных лодках, и комплексная система для его осуществления / V. A. Petrov, V. P. Abakumov, V. I. Zhabrunov [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО "АСМ". No. 2015127771/12(043121); заявл. 10.07.2015; опубл. 27.08.2016. Byul. No. 24.
- Patent No. RU 2616546** RF, МПК А62С2/00. Способ обеспечения пожарозащищенности герметичных обитаемых об"ектов, преимущественно подводных лодок, в автономном режиме / V. A. Petrov, A. O. Ivanov [и др.], заявитель ОАО "АСМ", патентообладатель — РФ в лице Минпромторга РФ. No. 201515582, заявл. 24.12.2015; опубл. 17.04.2017. Byul. No. 11.

УДК 502.3; 504.062

О. В. Астафьева, канд. хим. наук, ст. науч. сотр., e-mail: olga_as@ecko.uran.ru,
С. Е. Дерягина, ст. науч. сотр., Институт промышленной экологии Уральского
отделения РАН, Екатеринбург

Экологические аспекты устойчивого развития Свердловской области

На основании международно-правовых документов дан краткий анализ трактовки понятия устойчивого развития. Особое внимание уделено определению данного понятия и выявлению содержания его экологической составляющей. Отмечено, что обеспечение экологической устойчивости — актуальная проблема для большинства регионов нашей страны, в том числе и для Свердловской области. Причинами этого являются интенсивная эксплуатация природных ресурсов и развитие отраслей производства, оказывающих существенное негативное воздействие на окружающую среду. Приведена динамика антропогенной нагрузки на окружающую среду Свердловской области за период 2010—2015 гг. Выявлены проблемы, препятствующие формированию экологически устойчивого развития региона. Проанализирована инновационная активность предприятий области по повышению экологической безопасности, в том числе в сравнении с Уральским федеральным округом и РФ. Представлен перечень, содержание и значимость, а также ожидаемые численные значения целевых показателей проекта "Чистая среда" по этапам их реализации в рамках устойчивого экологического развития области до 2030 года.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экологическая устойчивость, антропогенная нагрузка, экологические инновации, экологическая безопасность, стратегия, целевые показатели

Введение

Понятие "устойчивое развитие" было введено в мировую науку и политику в 1987 г. Комиссией по окружающей среде и развитию, возглавляемой премьер-министром Норвегии Г. Х. Брутланд, как развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [1]. Наряду с этим, в развитие идеи о необходимости перехода к устойчивому развитию, комиссия предложила целую "концепцию устойчивого развития", сердцевинной которой стал тезис о необходимости "удовлетворения основных потребностей всех и предоставления всем возможности удовлетворять свои стремления к лучшей жизни" [1].

По мнению авторов упомянутого доклада, устойчивое развитие объединяет два ключевых понятия:

— понятие потребностей, в частности потребностей, необходимых для существования беднейших слоев населения, которые должны быть предметом первостепенного внимания;

— понятие ограничений, обусловленных состоянием технологии и организации общества,

накладываемых на способность окружающей среды удовлетворять нынешние и будущие потребности.

Основная идея заключается в том, чтобы между потребностями и ограничениями должен существовать определенный баланс: удовлетворение человеческих потребностей и стремлений, являющееся основной задачей развития, действительно невозможно без существования целого ряда ограничений.

Сегодня в практике управления существует множество определений устойчивого развития:

— развитие, которое не связано с дополнительными затратами следующих поколений;

— развитие, которое минимизирует отрицательные экстерналии, внешние эффекты между поколениями;

— развитие, которое обеспечивает постоянное простое и/или расширенное воспроизводство производственного потенциала на перспективу;

— развитие, при котором человечеству необходимо жить только на проценты с природного капитала, не затрагивая его самого [2].

Самая распространенная в наши дни трактовка устойчивого развития исходит из наличия (присутствия) в данном явлении трех неотъемлемых

компонентов (составляющих), а именно: социального, экономического и экологического [3, 4].

На протяжении последних десятилетий теория устойчивого развития стала самой исследуемой, быстро развивающейся и популярной. В современных условиях, пожалуй, не осталось ни одного человека, ни одного государства, для которых "взаимосвязь между экономическим развитием и ухудшением состояния окружающей среды" не стала бы очевидной, и которые бы все еще сомневались в необходимости разумного сочетания интересов повышения благосостояния, с одной стороны, и экологических требований, с другой [5]. Практически все концептуальные и "уважающие себя" официальные государственные и международные документы за последние годы в качестве базовой идеологии используют понятие устойчивого развития.

Более чем в 100 странах на высшем государственном уровне имеются Советы по устойчивому развитию и национальные программы перехода к устойчивому развитию. В России в 1996 году подписан Указ Президента Российской Федерации "О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию".

Состоявшаяся в июне 2012 года в Рио-де-Жанейро крупнейшая в XXI веке Конференция ООН по устойчивому развитию ("Рио + 20") фактически подвела итоги двадцатилетних попыток человечества изменить традиционный тип развития на модель устойчивого развития. К сожалению, в целом итоги прошедших более двух десятилетий были признаны неутешительными, негативные тренды сохранились и усилились.

Глобальный финансовый и экономический кризис наглядно демонстрирует "неустойчивость" сложившейся модели экономического развития на планете и в отдельных странах. Абсолютизация чисто экономических и финансовых показателей, игнорирование в них экологического и социального факторов указывают на необходимость радикальной коррекции традиционной для рыночной системы модели развития и поиска адекватных индикаторов для нового пути [6].

В качестве новых подходов к решению этих проблем ООН и Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) были предложены концепции "зеленой" экономики и "зеленого" роста. Для России такой подход чрезвычайно актуален: невозможно обеспечить устойчивое развитие только на базе эксплуатации природного капитала, прежде всего, невозобновляемых энергетических ресурсов. Становится очевидной необходимость перехода от экспортно-сырьевой модели развития к инновационной социально ориентированной.

Важной чертой новой модели должна стать экологическая устойчивость социально-экономических систем, под которой понимается достижение экологических целей концепции устойчивого развития [7], т. е. обеспечение качества окружающей среды, достаточного для удовлетворения потребностей текущего и будущего поколений [8].

При этом экологическая устойчивость выступает отдельным фактором устойчивого развития территории и формирует такую социально-экономическую систему, которая характеризуется сохранением природного капитала того или иного региона [9].

Состояние проблемы. Обеспечение экологической устойчивости является актуальной проблемой для развития большинства регионов нашей страны и в том числе для Свердловской области, региона Российской Федерации, имеющего высокие темпы социально-экономического развития, характеризующегося интенсивной эксплуатацией природных ресурсов и развитием отраслей производства, оказывающих существенное негативное воздействие на окружающую среду.

В табл. 1 приведены сведения о динамике выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты, данные об объемах накопления отходов производства и потребления, а также информация об обезвреживании и переработке отходов производства и твердых коммунальных отходов на территории Свердловской области [10].

Уменьшение суммарного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на протяжении последних лет произошло в основном в связи с уменьшением объемов выработки электроэнергии, расхода топлива, уменьшением объемов производства на ряде предприятий, уменьшением объема ремонтных работ на линейных частях магистральных газопроводов, а также проведением природоохранных мероприятий.

Тем не менее на 1 января 2015 г. 2 695 634 человека (62 % населения области) проживало в условиях превышения предельно допустимых концентраций по содержанию токсических веществ в атмосферном воздухе [11].

Несмотря на постепенное снижение объема сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, тревогу вызывает значительное количество сбрасываемых загрязненных сточных вод. Если в 2010 г. доля загрязненных сточных вод от общего количества сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы, составляла 68,75 %, то в 2015 г. — 73,79 %.

Серьезной экологической проблемой для Свердловской области является проблема обращения с отходами, как производственными, так



Таблица 1

Антропогенное воздействие на окружающую среду Свердловской области*

Показатель	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т						
От стационарных источников	1095,9	1103,1	1129,1	1097,3	1021,2	983,9
От автотранспорта	442,3	448,9	495,7	520,0	520,4	418,1
Сбросы сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м ³ :						
Всего	1112,1	1070,0	1010,53	979,71	949,42	894,61
Из них загрязненных	763,42	758,5	712,28	686,78	667,0	660,18
Отходы производства и потребления:						
Накоплено отходов производства и потребления на конец года, млн т	8509,469	8596,101	8710,455	8880,320	8986,631	9065,11
Доля утилизированных и обезвреженных отходов производства к общему объему их образования в год, %	41,7	49,4	43,2	42,8	45,5	46,6
Доля переработки твердых коммунальных отходов к общему объему их образования в год, %	10,16	10,79	15,57	22,14	12,91	14,28

* Государственные доклады о состоянии и охране окружающей среды Свердловской области в 2011—2015 гг.

и твердыми коммунальными [12]. Область входит в десятку регионов страны с наибольшим объемом образования отходов, занимая четвертое место после Кемеровской области, Красноярского края и Мурманской области по объемам образования отходов производства и седьмое место по объемам образования твердых коммунальных отходов [10].

На текущий момент в Свердловской области накоплено более 9 млрд т отходов производства и порядка 180 млн т дополнительно образуется ежегодно. Основной объем образования, использования и накопления отходов на территории области сосредоточен у хозяйствующих субъектов, занимающихся добычей полезных ископаемых: 84,4 % — образование и 76 % — использование.

Из всего объема образующихся на территории области отходов менее 50 % отходов производства и чуть менее 15 % твердых коммунальных отходов используются и обезвреживаются.

Методы исследования и обсуждение результатов

Свердловская область, как и Российская Федерация в целом, стоит на пути перехода от сырьевой экономики к инновационной, которую необходимо рассматривать как парадигму перехода к устойчивому развитию. Важное место в решении проблемы экологизации хозяйственной деятельности отводится экологически ориентированным инновациям. Экологические инновации — это новые продукты, новые технологии, новые способы организации производства

и социальные программы, обеспечивающие взаимодействие между экономическим развитием и сохранением окружающей среды, движение общества в русле принципов теории устойчивого развития [13].

Анализ статистических данных деятельности организаций, осуществлявших экологические инновации, показал, что в период 2010—2011 гг. наблюдалась положительная динамика, тогда как в период 2012—2015 гг. ситуация изменилась. Количество предприятий, осуществлявших экологические инновации, в целом по стране сократилось на 4,1 %, а падение по Свердловской области составило и вовсе 6,2 % (табл. 2).

За период 2014—2015 гг. фиксируется снижение количества организаций, осуществляющих инновации по повышению экологической безопасности в процессе производства. Так, для Свердловской области из шести рассматриваемых факторов зафиксировано значительное сокращение по четырем факторам и только по двум — увеличение (табл. 3).

За 2014—2015 гг. наблюдается уменьшение количества организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности в результате использования потребителем инновационных товаров (табл. 4). Такая картина прослеживается как в целом для Российской Федерации, так и для Свердловской области.

Таким образом, по итогам 2015 г. удельный вес организаций, осуществлявших инновации



Таблица 2

Удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации, в общем числе обследованных организаций, %

Наименование субъекта	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Российская Федерация	4,7	5,7	2,7	1,5	1,6	1,6
Уральский федеральный округ	5,6	6,5	3,0	1,6	1,8	1,8
Свердловская область	8,4	8,5	2,5	2,5	3,1	2,3

Таблица 3

Удельный вес организаций, осуществлявших инновации по повышению экологической безопасности в процессе производства

Фактор повышения экологической безопасности	Российская Федерация			Свердловская область		
	Удельный вес, %		Прирост (+/-), %	Удельный вес, %		Прирост (+/-), %
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.	
Сокращение материальных затрат на производство единицы товаров, работ, услуг	50,1	45,3	-4,8	52,9	38,5	-14,4
Сокращение энергозатрат на производство единицы товаров, работ, услуг	55,4	55,8	+0,4	52,9	38,5	-14,4
Сокращение выброса в атмосферу диоксида углерода (CO ₂)	41,8	43,0	+1,02	38,2	30,8	-7,4
Замена сырья и материалов на безопасные или менее опасные	45,0	40,5	-4,5	47,1	50,0	+2,9
Снижение загрязнения окружающей среды (атмосферного воздуха, земельных, водных ресурсов, уменьшение уровня шума)	81,2	79,8	-1,4	73,5	73,1	+0,4
Осуществление вторичной переработки (рециркуляции) отходов производства, воды или материалов	45,6	46,5	+0,9	58,8	50,0	-8,8

Таблица 4

Удельный вес организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности в результате использования потребителем инновационных товаров

Фактор повышения экологической безопасности	Российская Федерация			Свердловская область		
	Удельный вес, %		Прирост (+/-), %	Удельный вес, %		Прирост (+/-), %
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.	
Сокращение энергопотребления (энергозатрат) или потерь энергетических ресурсов	55,0	54,5	-0,5	64,7	50,0	-14,7
Сокращение загрязнения атмосферного воздуха, земельных, водных ресурсов, уменьшение уровня шума	63,2	62,5	-0,7	61,8	54,2	-7,6
Улучшение возможностей вторичной переработки (рециркуляции) товаров после использования	26,6	25,7	-0,9	41,2	37,5	-3,7

по повышению экологической безопасности, как в процессе производства, так и в результате использования потребителем инновационных товаров, имеет явную тенденцию к снижению, что позволяет сделать вывод о неустойчивости сложившейся модели развития как Свердловской области, так и Российской Федерации.

Для перехода к экологически устойчивому развитию Свердловской области, как, впрочем,

и любого другого региона, требуется выработка стратегических установок, учитывающих характер тенденций и ожидаемых изменений в общественной жизни, технологических укладах, экономике и политике, природно-климатические условия на территории, жизненные стандарты, технологический, интеллектуальный и общественный потенциал населения, ресурсные возможности и др.



В соответствии с поручениями президента, утвержденными по итогам заседания Госсовета по вопросу "Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений", состоявшегося 27 декабря 2016 г., при разработке документов стратегического планирования необходимо предусматривать в качестве одной из основных целей переход России к модели экологически устойчивого развития, позволяющей обеспечить в долгосрочной перспективе эффективное использование природного капитала страны при одновременном устранении влияния экологических угроз на здоровье человека.

На территории Свердловской области в настоящее время решение этой задачи обеспечивается путем выполнения плана мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Свердловской области на 2016—2030 гг. (350 мероприятий), ключевой особенностью которого является его проектная ориентация.

Основными целями Стратегии заявлены повышение качества жизни населения до уровня, представляющего Свердловскую область как привлекательную для жизни и развития человека территорию, и повышение конкурентоспособности Свердловской области в глобальной экономике.

Для достижения заявленного область обладает рядом факторов, которые могут оказать благоприятное влияние на развитие Свердловской области в долгосрочном периоде:

— высокий уровень развития обрабатывающей промышленности и высокий уровень концентрации организаций оборонно-промышленного комплекса;

— административный центр Свердловской области является макрорегиональным центром предоставления бизнес-услуг;

— высокий уровень показателей, характеризующих макроэкономические условия осуществления инвестиционной деятельности;

— высокий уровень развития научно-образовательного сектора;

— высокий уровень инновационного развития отдельных отраслей экономики;

— наличие доступных природных, производственных, энергетических, человеческих ресурсов;

— выгодное для транспортно-логистического комплекса географическое положение Свердловской области.

Среди субъектов Российской Федерации позиции Свердловской области по ряду социально-экономических показателей весьма высоки (табл. 5).

В рамках одного из трех приоритетов Стратегии "Территория для жизни и бизнеса" запланировано

Таблица 5

Место Свердловской области среди субъектов РФ по ряду социально-экономических показателей

Показатель	Место в Российской Федерации в 2015 г	Доля в Российской Федерации, %
Объем валового регионального продукта	7*	2,8
Объем отгруженных товаров собственного производства в промышленности	6	3,6
Оборот розничной торговли	5	3,8
Оборот оптовой торговли	4	3,2
Инвестиции в основной капитал	10	2,4
Ввод в действие жилых домов	7	2,9
* Данные за 2014 год		

направление "Устойчивое экологическое развитие", которое предполагается реализовать в рамках проекта "Чистая среда" путем решения ряда задач.

1. Совершенствование государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

2. Совершенствование деятельности по сбору (в том числе отдельному сбору), накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию и размещению твердых коммунальных отходов.

3. Совершенствование деятельности по сбору, транспортированию, переработке, обезвреживанию и утилизации жидких бытовых отходов.

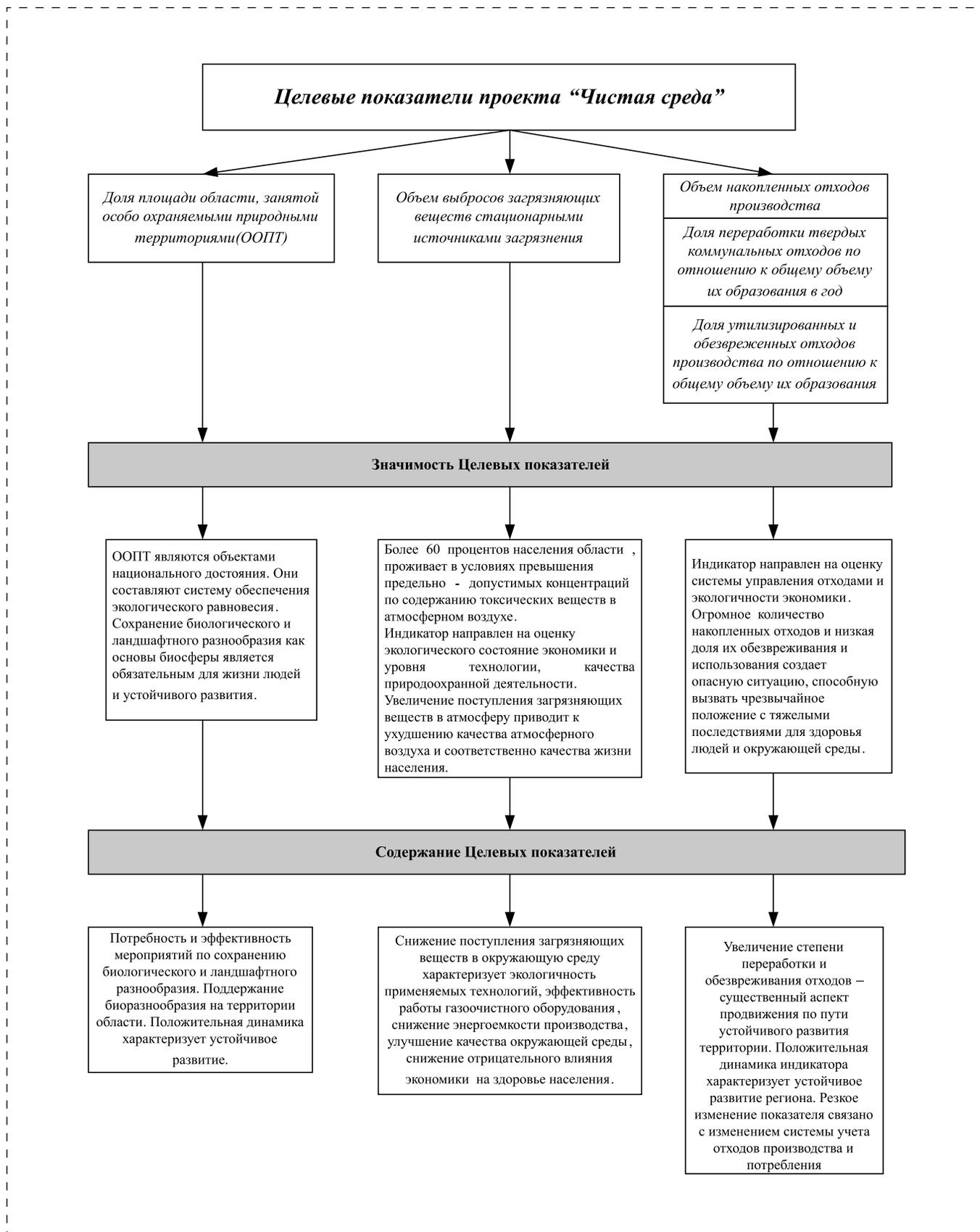
4. Привлечение частных инвестиций в сферу утилизации твердых коммунальных и промышленных отходов.

5. Поддержка внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий в промышленности, сельском хозяйстве, жилищно-коммунальном хозяйстве.

6. Обеспечение безопасного обращения с отходами производства и потребления.

7. Сохранение биологического разнообразия, создание условий для устойчивого существования объектов животного и растительного мира, среды их обитания.

8. Внедрение мер экономического стимулирования в сфере охраны окружающей среды, направленных на ограничение выбросов и сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов



Целевые показатели проекта "Чистая среда"



Таблица 6

Ожидаемые целевые показатели проекта "Чистая среда" — Стратегии социально-экономического развития Свердловской области на 2016—2030 гг.

Наименование ожидаемого целевого показателя проекта "Чистая среда"	Единица измерения	Величина ожидаемого целевого показателя			
		2014 г. (базовый)	1 этап (2016—2018 гг.)	2 этап (2019—2024 гг.)	3 этап (2025—2030 гг.)
Доля площади области, занятой особо охраняемыми природными территориями	%	7,6	7,56	8,0	8,08
Объем выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками загрязнения	тыс. т	1021,2	990	950	940
Объем накопленных отходов производства	млрд т	8,91	8,95	8,0	7,6
Доля переработки твердых коммунальных отходов по отношению к общему объему их образования в год	%	13	29	53	80
Доля утилизированных и обезвреженных отходов производства по отношению к общему объему их образования	%	45,5	51	58	65

в окружающую среду, на увеличение доли утилизированных и обезвреженных отходов производства и потребления.

9. Повышение эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений (в том числе бесхозяйных) путем их приведения к безопасному техническому состоянию.

Необходимость инструментальной оценки происходящих процессов, их ретроспективного анализа и взгляда в будущее требуют формирования соответствующих индикаторов и количественных показателей, которые должны служить для различных структур власти, лиц, принимающих решения, широкой общественности своеобразным барометром экологического состояния мира, стран и регионов, происходящих в них процессов и тенденций развития.

Перечень, содержание и значимость целевых показателей проекта "Чистая среда" приведены на рисунке.

Величины ожидаемых целевых показателей, которые будут достигнуты в результате реализации проекта "Чистая среда", приведены в табл. 6. В соответствии с планами проекта к 2030 г. наиболее быстрыми темпами планируется решение проблемы переработки и утилизации отходов как твердых коммунальных, так и промышленных, что является одной из наиболее серьезных экологических проблем Свердловской области.

Выводы

Современные тенденции изменения экологических показателей не позволяют утверждать, что при сохранении действующих моделей управления развитием региона возможно повышение его эколого-экономической устойчивости, поскольку положительная динамика удельных показателей в данном периоде связана в первую очередь с экономическим

ростом в отдельных отраслях. Кроме того, основные отрасли хозяйственного комплекса региона относятся к природоэксплуатирующим, производство продукции в них сопряжено с образованием больших объемов твердых, жидких и газообразных отходов.

Поэтапная реализация проекта "Чистая среда" на территории Свердловской области в соответствии с запланированными показателями позволит к 2030 г. значительно понизить антропогенную нагрузку. А для данной области, как для промышленного региона с определенным типом ресурсопользования и мощным комплексом оборонных предприятий, строившихся зачастую без достаточно надежных очистных сооружений и с привлечением экологически несовершенных технологий, обязательными требованиями, которые формируют основу устойчивого развития, являются условия качества воспроизводства ресурсов, которые могут быть реализованы через принципы "последовательного улучшения" и "предотвращения воздействия на окружающую среду".

Список литературы

1. **Наше общее будущее.** Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКСОР). Пер. с англ. / Под ред. и послесл. С. А. Евтеева и Р. А. Перелета. — М.: Прогресс, 1989. — 376 с.
2. **Устойчивое развитие России** в условиях глобальных изменений: Монография / Челябинский филиал Финуниверситета. — Челябинск: "Челябинский Дом печати", 2016. — 200 с.
3. **Лепешков Ю. А.** Экологический аспект устойчивого развития: понятие и содержание // Труды факультета международных отношений: научный сборник. — 2011. — Вып. II. — С. 60—64.
4. **Кремлев Н. Д.** Устойчивое развитие региона в период нестабильности (на примере Курганской области): Монография. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. — 232 с.
5. **ООН и устойчивое развитие** // Сайт Организация Объединенных Наций. URL: <http://www.un.org/ru/development/sustainable> (дата обращения 06.12.2016).
6. **Бобылев С. Н.** Индикаторы устойчивого развития для России // Социально-экологические технологии. — 2012. — № 1 (вып. 1). — С. 8—18.

7. **Рюмина Е. В., Аникина А. М.** Анализ влияния фактора природных ресурсов на уровень экономического развития регионов России // Проблемы прогнозирования. — 2007. — № 5. — С. 106—126.
8. **Бобылев С. Н.** Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение: Пособие по региональной экологической политике. — М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. — 60 с.
9. **Селименков Р. Ю., Кузнецов А. П.** Проблемы экологически устойчивого развития территорий // Проблемы развития территории. — 2014. — № 3 (71). — С. 105—113.
10. **Астафьева О. В., Дерягина С. Е.** Обращение с отходами на территории Свердловской области: состояние, проблемы, инновации // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. — 2016. — № 1 (21). — С. 5—19.
11. **Астафьева О. В., Дерягина С. Е.** Экологический мониторинг — необходимый элемент в системе обеспечения экологической безопасности неблагополучных территорий (Свердловская область) // Экология и промышленность России. — 2016. — № 6. — С. 58—62.
12. **Пахальчак Г. Ю.** Роль партнерства государства и бизнеса в экономическом регулировании приоритетных экологических проблем // Дискуссия. — 2014. — № 8 (49). — С. 74—80.
13. **Павлова Е. И.** Экоинновации как фактор устойчивого развития экономики и оценка их уровня // Креативная экономика. — 2014. — № 2 (86). — С. 46—52.

O. V. Astafieva, Senior Researcher, olga_as@ecko.uran.ru,
S. E. Deryagina, Senior Researcher, Institute of Industrial Ecology of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

Environmental Aspects of Sustainable Development of Sverdlovsk Region

On the base of international legal instruments, it was given a brief analysis of the interpretation of the concept of sustainable development. Special attention was paid to the definition of concept and revelation of contents of the environmental component of the term. Enforce of environmental sustainability is an urgent problem for most regions of our country, including the Sverdlovsk region. Reasons for this are the intensive exploitation of natural resources and development of production industries which have a significant negative impact on the environment. One of the ways of achieving environmental sustainability of the region is to improve the quality indicators of the situation of the environment. The article presents the dynamics of the anthropogenic load on the environment of the Sverdlovsk region for the period 2010—2015. There are identified problems preventing the formation environmental sustainability in development of the region. An important point in the solution of problems of ecologic of economic activity is given to the ecologically oriented innovations. In the article was analyzed the innovative activity of the enterprises of the region for increase of ecological safety, including in comparison with the Ural Federal district and Russia. There is presented list, content and importance, as well as the expected numerical values of target indicators of the project "Clean environment" on the stages of their implementation, realized in the framework of sustainable environmental development of the region until 2030.

Keywords: sustainable development, environmental sustainability, anthropogenic load, Eco innovation, environmental safety, strategy, target indicators

References

1. **Nashe obshchee budushchee.** Doklad Mezhdunarodnoi komissii po okruzhaiushchei srede i razvitiu (MKSOR). Per. s angl. / Pod red. i s poslesl. S. A. Evteeva i R. A. Pereleta. Moscow: Progress, 1989. 376 p.
2. **Ustoichivoe razvitie** Rossii v usloviiakh global'nykh izmenenii: monografiia / Cheliabinskij filial Finuniversiteta. Cheliabinsk: Cheliabinskii Dom pečati, 2016. 200 p.
3. **Lepeshkov Iu. A.** Ekologicheskii aspekt ustoichivogo razvitiia: poniatie i sodержanie. *Trudy fakul'teta mezhdunarodnykh otnoshenii: nauchnyi sbornik.* 2011. Iss. II. P. 60—64.
4. **Kremlev N. D.** Ustoichivoe razvitie regiona v period nestabil'nosti (na primere Kurganskoi oblasti): Monografiia. Kurgan: Izdatel'stvo Kurganskogo gosudaestvennogo universiteta, 2015. 232 p.
5. **OON** i ustoichivoe razvitie. Sait Organizatsii Ob#edinennykh Natsij. URL: <http://www.un.org/ru/development/sustainable> (data of access 06.12.2016).
6. **Bobbylev S. N.** Indikatory ustoichivogo razvitiia dlia Rossii. *Sotsial'no-ekologicheskie tekhnologii.* 2012. No. 1 (iss. I). P. 8—18.
7. **Riumina E. V., Anikina A. M.** Analiz vlianiia faktora prirodnykh resursov na uroven' ekonomicheskogo razvitiia regionov Rossii. *Problemy prognozirovaniia.* 2007. No. 5. P. 106—126.
8. **Bobbylev S. N.** Indikatory ustoichivogo razvitiia: regional'noe izmerenie: Posobie po regional'noi ekologicheskoi politike. Moscow: Akropol', TsEPR, 2007. 60 p.
9. **Selimenkov R. Iu., Kuznetsov A. P.** Problemy ekologicheskii ustoichivogo razvitiia territorii. *Problemy razvitiia territorii.* 2014. No. 3 (71). P. 105—113.
10. **Astaf'eva O. V., Deriagina S. E.** Obrashchenie s otkhodami na territorii Sverdlovskoi oblasti: sostoianie, problemy, innovatsii. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaja ekologija. Urbanistika.* 2016. No. 1 (21). P. 5—19.
11. **Astaf'eva O. V., Deriagina S. E.** Ekologicheskii monitoring — neobkhodimy element v sisteme obespecheniia ekologicheskoi bezopasnosti neblagopoluchnykh territorii (Sverdlovskaiia oblast'). *Ekologija i promyshlennost' Rossii.* 2016. No. 6. P. 58—62.
12. **Pakhal'chak G. Iu.** Rol' partnerstva gosudarstva i biznesa v ekonomicheskom regulirovanii prioritetnykh ekologicheskikh problem. *Diskussia.* 2014. No. 8 (49). — P. 74—80.
13. **Pavlova E. I.** Ekoinnovatsii kak faktor ustoichivogo razvitiia ekonomiki i otsenka ikh urovnia. *Kreativnaia ekonomika.* 2014. No. 2 (86). P. 46—52.

УДК 378.147

А. Ф. Козьяков, канд. техн. наук, **О. В. Кирикова**, ст. преп.,
e-mail: ovkirikova@gmail.com, **Н. А. Гапонюк**, доц., Московский государственный
технический университет им. Н. Э. Баумана

Реализации дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" на кафедре "Экология и промышленная безопасность" Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана

Обобщен практический опыт реализации дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" на кафедре "Экология и промышленная безопасность" в МГТУ им. Н. Э. Баумана. Представлены темы модулей, отдельных лекций, семинаров, лабораторных работ, домашних заданий, тематика раздела выпускных квалификационных работ, предложена методика ступенчатой оценки результатов контроля знаний студентов по результатам рейтингов.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, вредный фактор, опасный фактор, охрана труда, охрана окружающей среды, семинары, чрезвычайная ситуация, средства защиты, бакалавры, модульная система, балльно-рейтинговая система, выпускная квалификационная работа

Дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" — одна из пяти обязательных дисциплин, изучаемых в соответствии с действующими ФГОС ВО бакалаврами всех направлений и специалистами всех специальностей. На сегодняшний момент нет единой методики преподавания курса "Безопасность жизнедеятельности" бакалаврам, тем более с учетом требований новых ФГОС ВО. В рамках подготовки высших профессиональных кадров по ФГОС ВО третьего поколения в основных образовательных программах МГТУ им. Н. Э. Баумана дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" (БЖД) читается, как правило, бакалаврам (всех направлений) — на третьем курсе, специалистам (всех направлений) — на четвертом курсе.

Так как год начала подготовки по ФГОС ВО в РФ — 2011 г., соответственно в 2013—2014 учебном году кафедра "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана начала преподавать дисциплину "БЖД" бакалаврам вуза по новой рабочей программе дисциплины. Для успешной реализации компетентностного подхода новая рабочая программа была построена по блочно-модульному принципу, соответствующему внутривузovскому "Положению о балльно-рейтинговой системе".

Основная цель дисциплины "БЖД": научить будущих бакалавров и специалистов умению создавать безопасные условия жизнедеятельности

человека в среде обитания. Разработанная примерная программа дисциплины [1] и сегодня не потеряла свою актуальность. Однако при составлении собственной рабочей программы дисциплины "БЖД" каждый вуз, как правило, учитывает ряд объективных факторов: область знаний, в рамках которой осуществляется им подготовка высших профессиональных кадров, реализуемое направление и профиль подготовки кадров (бакалавров и специалистов), особенности отраслей экономики региона, сформированные научные школы в области обеспечения безопасности и т. д.

МГТУ им. Н. Э. Баумана осуществляет подготовку высших профессиональных кадров по самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартам, в которых для всех направлений и профилей (бакалавров и специалистов) подготовки в качестве одного из результатов образования заявлена следующая компетенция:

— готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; владение культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности человека.

Трудоёмкость дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" с учетом отдельных видов занятий

Виды учебной работы	Объем в часах	
	бакалавры	специалисты
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	108	144
1. Аудиторная работа (всего)	68	85
• Лекции (Л)	34	51
• Семинары (С)	17	17
• Лабораторные работы (ЛР)	17	17
2. Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)	40	59
• Проработка учебного материала лекций	9	17
• Подготовка к семинарам	5	5
• Подготовка к лабораторным работам	14	16
• Подготовка к рубежному контролю, контрольной работе	9	15
• Выполнение домашнего задания	3	6
Вид промежуточной аттестации обучающегося	Зачет	Зачет

В течение двух лет кафедра "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана реализует дисциплину "Безопасность жизнедеятельности" в блочно-модульном формате, применяя балльно-рейтинговую систему оценивания уровня сформированности указанной выше компетенции. Рабочие программы были написаны с учетом специфики отдельных факультетов МГТУ им. Н. Э. Баумана и уровней подготовки (бакалавриат, специалитет).

Новая программа дисциплины "БЖД" для бакалавров предусматривает 34 часа лекционных занятия, 17 часов семинаров и 17 часов лабораторных работ, программа для специалистов предусматривает

51 час лекций, 17 часов семинаров и 17 часов лабораторных работ. По дисциплине предусматривается одно домашнее задание для бакалавров и два домашних задания для специалистов, тематика которых в большинстве вузов не определена.

Трудоёмкость дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для всех направлений и профилей бакалавров и специалистов в области знаний "Техника и технология" представлена в табл. 1 [2, 3].

Программа бакалавров состоит из трех самостоятельных модулей (табл. 2).

Содержание отдельных видов занятий в рамках отдельных модулей для бакалавров представлено в табл. 3.

Таблица 2

Структура отдельных модулей дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" (на примере рабочей программы дисциплины для бакалавров)

№ п/п	Тема модуля	Виды занятий, часы				Текущий контроль результатов обучения		
		Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
1	Модуль 1. Человек и техносфера	6	3	0	6	3	Контрольная работа	12/20
							ИТОГО	
2	Модуль 2. Идентификация опасностей, методы и средства защиты	16	8	0	12	11	Домашнее задание	18/30
							Контрольная работа	12/20
							ИТОГО	
3	Модуль 3. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона	12	6	17	22	17	Контрольная работа	12/20
							Лабораторные работы	6/10
							ИТОГО	
ИТОГО		34	17	17	40	ИТОГО:		60/100



Содержание модулей дисциплины "Безопасность жизнедеятельности"

№ п/п	Содержание
1	Модуль 1. Человек и техносфера
	Лекции
1.1	Основные понятия, термины и определения в области безопасности жизнедеятельности — 2 часа Основные понятия, термины и определения в области безопасности жизнедеятельности (среда обитания, опасность, безопасность и т. д.). Основы взаимодействия в системе "Человек — Среда обитания": потоки системы. Закон Куражковского
1.2	Управление безопасностью жизнедеятельности — 4 часа Опасности производственной среды. Классификация опасностей на основании ГОСТ 12.0.003—74. Опасности окружающей среды. Вторичные негативные явления (фотохимический смог, разрушение озонового слоя, кислотные осадки, парниковый эффект). Опасности зон чрезвычайных ситуаций (ЧС), классификация ЧС Управление охраной труда, нормативно-правовые основы охраны труда. Управление охраной окружающей среды, нормативно-правовые основы охраны окружающей среды. Управление безопасностью в чрезвычайных ситуациях (структура РСЧС), нормативно-правовые основы обеспечения безопасности в ЧС
	Семинары
С1.1	Показатели негативности среды обитания — 1 час Статистические показатели производственного травматизма. Показатели негативности окружающей среды
С1.2	Расследование и учет несчастных случаев на производстве (НСП) — 1 час Нормативно-правовая база. Классификация несчастных случаев. Несчастные случаи, подлежащие расследованию и учету. Обязанности работодателя при несчастном случае. Порядок формирования комиссий по расследованию несчастных случаев. Порядок оформления материалов расследования несчастных случаев Контрольная работа по модулю № 1 — 1 час
2	Модуль 2. Идентификация опасностей, методы и средства защиты
	Лекции
2.1	Основные принципы защиты от физических полей — 4 часа Основные характеристики вибрационного поля и единицы измерения вибрационных параметров. Классификация видов вибраций. Воздействие вибраций на человека и техносферу. Нормирование вибраций. Источники вибрационных воздействий в техносфере — их основные характеристики и уровни вибрации. Защита от вибрации: основные методы защиты и принцип снижения вибрации. Основные характеристики акустического поля и единицы измерения параметров шума. Классификация акустических колебаний и шумов. Действие акустических колебаний — шума на человека, особенности воздействия на человека акустических колебаний различных частотных диапазонов — инфразвуковых, звуковых, ультразвуковых, физиологическое и психологическое воздействие. Принципы нормирования акустического воздействия различных диапазонов. Заболевания, в том числе профессиональные, связанные с акустическим воздействием. Влияние шума на работоспособность человека и его производительность труда. Источники акустических колебаний (шума) в техносфере — их основные характеристики и уровни. Защита от шума
2.2	Оздоровление воздушной среды и нормализация микроклимата — 4 часа Характеристика атмосферной воздушной среды: состав и строение атмосферы, процессы, происходящие в ней и влияющие на воздухообмен. Факторы, загрязняющие атмосферу и негативные последствия загрязнения. Воздушная среда производственных помещений: особенности загрязнений рабочих зон на различных производствах, профессиональные заболевания, хронические и острые отравления, вызванные воздействием вредных веществ, микроклимат среды, аэроионный состав воздушной среды. Нормирование содержания вредных веществ в воздушной среде. Понятие предельно допустимой концентрации (ПДК) вредного вещества и принципы ее установления. ПДК для воздушной среды производственных помещений и атмосферного воздуха, максимально-разовые и среднесуточные ПДК. Установление допустимых концентраций вредных веществ при их комбинированном действии. Микроклимат помещений как сочетанное действие на человека комплекса параметров: температуры, влажности, скорости воздуха, давления, инфракрасного излучения. Характеристики теплового излучения и воздействие теплоты на человека. Механизм теплообмена между человеком и окружающей средой. Взаимосвязь микроклиматических условий со здоровьем и работоспособностью человека. Терморегуляция организма человека. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата. Гигиеническое нормирование параметров микроклимата по отдельным составляющим и с использованием ТНС-индекса (индекса температурной нагрузки среды). Очистка от вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу и воздух рабочей зоны. Основные методы, технологии и устройства очистки от пыли и вредных газов. Сущность работы основных типов пылеуловителей и газоуловителей. Индивидуальные средства защиты органов дыхания. Выбор и расчет средств очистки выбросов в атмосферный воздух и воздух рабочей зоны Организация эффективного воздухообмена. Системы воздухообмена: естественная (аэрация), механическая вентиляция



Продолжение табл. 3

№ п/п	Содержание
	Системы механической вентиляции: общеобменная, местная, смешанная, приточная, вытяжная, приточно-вытяжная вентиляция, элементы систем и примеры выполнения. Требования к устройству и эксплуатации вентиляции. Вентиляторы
2.3	Электромагнитные излучения (ЭМИ) — 2 часа Естественные и искусственные источники и основные характеристики ЭМИ. Классификация электромагнитных излучений — по 12-частотным диапазонам (промышленной частоты, радиочастот, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое), электростатические и магнитостатические поля. Воздействие на человека различных видов ЭМИ. Заболевания, связанные с воздействием ЭМИ. Нормирование электромагнитных излучений различных частотных диапазонов, в том числе подвижной (сотовой) радиосвязи и излучений ПЭВМ, электростатических и магнитостатических полей. Использование ЭМИ в машиностроительных, информационных и медицинских технологиях. Защита от электромагнитных излучений токов промышленной частоты, радиочастот статических электрических и магнитных полей. Общие принципы защиты от электромагнитных полей
2.4	Ультрафиолетовое излучение — 1 час Источники ультрафиолетового излучения в биосфере и техносфере. Действие излучения на человека. Безопасные уровни воздействия. Защита от ультрафиолетового излучения
2.5	Лазерное излучение как когерентное монохроматическое электромагнитное излучение. Воздействие, нормирование, методы защиты — 1 час Частотные диапазоны, основные параметры лазерного излучения и его классификация. Воздействие лазерного излучения на человека и принципы установления предельно допустимых уровней. Источники лазерного излучения в техносфере. Использование лазерного излучения в машиностроительных, информационных и медицинских технологиях, культурно-зрелищных мероприятиях. Классификация лазеров по степени опасности. Защита от лазерного излучения
2.6	Производственное освещение — 2 часа Системы производственного освещения, нормирование, методика расчета систем общего и комбинированного освещения
2.7	Электробезопасность — 2 часа Виды электрических сетей, параметры электрического тока и источники электроопасности. Напряжение прикосновения, напряжение шага. Категорирование помещения по степени электрической опасности. Воздействие электрического тока на человека: виды воздействия, электрический удар, местные электротравмы, параметры, определяющие тяжесть поражения электрическим током, пути протекания тока через тело человека. Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи. Влияние вида и параметров электрической сети на исход поражения электрическим током. Методы и средства обеспечения электробезопасности
	Семинары
C2.1	Методы и средства защиты от вибраций — 2 часа Акустический расчет (с выдачей домашнего задания) — 1 час
C2.2	Классификация систем механической вентиляции. Расчет систем общеобменной механической вентиляции — 1 час
C2.3	Принципы формирования световой среды в рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет систем искусственного и естественного освещения (ознакомление с программным комплексом DiaLux с возможной выдачей домашнего задания) — 1 час
C2.4	Расчет систем защитного заземления и зануления — 2 часа Контрольная работа по модулю № 2 — 1 час
3	Модуль 3. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона
	Лекции
3.1	Основные принципы защиты от химических воздействий чрезвычайно опасного уровня — 4 часа Предназначение, состав и мероприятия химического контроля и химической защиты. Способы защиты производственного персонала, населения, территории и воздушного пространства от активных химически опасных веществ (АХОВ). Приборы химического контроля. Средства индивидуальной защиты (СИЗ)
3.2	Основные принципы защиты от физических воздействий чрезвычайно опасного уровня — 4 часа Система обеспечения пожарной безопасности объектов в соответствии с Техническим регламентом о пожарной безопасности. Система предотвращения пожаров. Системы противопожарной защиты. Меры защиты людей путем эвакуации. Меры снижения динамики нарастания опасных факторов пожаров. Основы тушения пожаров. Принципы прекращения горения. Огнетушащие вещества и их классификация. Основные огнетушащие вещества — вода, пены, порошковые огнетушащие составы, диоксид углерода, газы. Технические средства пожаротушения и контроля



№ п/п	Содержание
3.3	Природа и виды ионизирующего излучения (ИИ) — 4 часа Основные понятия в радиационной безопасности: радиационная безопасность, поле ИИ и др. Источники ИИ: космические, природные, техногенные, медицинские. Характеристики ИИ — активность радионуклидов, дозовые характеристики поля: поглощенная, экспозиционная, эквивалентные, эффективная дозы. Биологическое воздействие ионизирующих излучений на человека и природу. Соматические и генетические радиационные эффекты. Детерминированные и стохастические эффекты. Лучевая болезнь. Принципы нормирования ионизирующих излучений. Допустимые уровни внешнего и внутреннего облучения (пределы доз) при нормальной эксплуатации техногенных источников, авариях, медицинском облучении. Защита от ИИ
	Семинары
С3.1	Сущность оценки химической обстановки — 2 часа Исходные данные при прогнозировании последствий ЧС на химически опасных объектах (ХОО). Основные положения методики расчета параметров аварии: понятия эквивалентного количества АХОВ, первичного и вторичного облака. Методика расчета параметров зоны заражения при разрушении объекта: понятие эквивалентного количества АХОВ в едином облаке, допущения при прогнозе обстановки при разрушении ХОО
С3.2	Оценка пожарной обстановки при авариях на пожароопасных объектах — 2 часа
С3.3	Контрольная работа по модулю № 3 — 2 часа
	Лабораторные работы (Л)
Л1	Защита от производственных вибраций — 2 часа
Л2	Исследование эффективности звукоизоляции и звукопоглощения — 2 часа
Л3	Параметры микроклимата воздуха рабочей зоны производственных помещений — 2 часа
Л4	Защита от тепловых излучений — 1 час
Л5	Исследование естественного освещения — 2 часа
Л6	Исследование производственного освещения. Искусственное освещение — 2 часа
Л7	Защита от лазерного излучения — 2 часа
Л8	Исследование опасности поражения током в трехфазной электрической сети — 2 часа
Л9	Исследование защитного заземления в установках напряжением до 1 кВ — 2 часа
Л10	Защита от электромагнитных полей. Оценка безопасности бытовой микроволновой печи — 2 часа
Л11	Защита от ультрафиолетового излучения — 1 час

Темы семинарских занятий по отдельным модулям могут варьироваться в зависимости от направления и профиля подготовки. Эффективным средством обучения могут стать рабочие тетради по лекционным и семинарским занятиям, содержащим графическую (схемы, чертежи, фотографии и т. д.) и справочную информацию [4, 5].

Примеры возможных тем семинарских занятий приведены в табл. 4.

Темы домашних заданий могут быть так же разнообразны. Их выбирают в зависимости от направления и профиля подготовки. Домашние задания, выдаваемые на различных факультетах с учетом специфики отдельных направлений и профилей подготовки как для бакалавров, так и для специалистов, в МГТУ им. Н. Э. Баумана ориентированы на ознакомление с методикой

прогнозирования уровней опасных и вредных факторов (шума, искусственной и естественной освещенности, вибраций и т. д.) конкретного направления и профиля специальности для обоснованного выбора средств защиты [6–12].

Рейтинговый контроль знаний [13, 14] по результатам изучения модулей рекомендуется проводить после изучения соответствующих тем в письменной форме с использованием контрольных билетов.

Ниже приведен пример билета для контрольной работы по модулю № 1 дисциплины "БЖД".

Билет № 1

1. Взаимодействия в системе "Человек — Среда обитания".

2. Определить, как изменились условия безопасности на предприятии за год, если коэффициент

Варианты тем семинарских занятий в рамках дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для различных направлений подготовки бакалавров и специалистов

№ п/п	Темы семинарских занятий
Модуль 1. Человек и техносфера	
1	Нормативно-техническая документация по дисциплине "БЖД"
2	Производственный травматизм и его прогнозирование
3	Определение рисков и возможного сокращения продолжительности жизни (ВСПЖ) в различных жизненных ситуациях
Модуль 2. Идентификация опасностей методы и средства защиты	
1	Расчет систем виброизоляции
2	Расчет ожидаемого спектра шума на рабочих местах по известным шумовым характеристиками оборудования с учетом планировки его расположения
3	Расчет систем производственного освещения
4	Расчет защитных экранов от электромагнитных полей
5	Методика специальной оценки условий труда и ее применение
6	Расчет уровней звука транспортных потоков в городах
7	Расчет системы вентиляции в производственном помещении
8	Расчет тепловыделений при сжигании твердых бытовых отходов
9	Расчет защитного заземления в электроустановках
10	Расчет защитного зануления электроустановок
Модуль 3. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона	
1	Расчет зон опасности при радиоактивном заражении местности
2	Расчет зон опасности при химическом заражении местности
3	Расчет опасной зоны при взрыве газовой смеси
4	Расчет молниеотводов
5	Расчет рисков, возникающих при чрезвычайных ситуациях

частоты травматизма $K_{\text{ч}}$ увеличился с 7 до 14, а коэффициент тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ уменьшился с 20 до 15.

3. Задание: Классифицировать травму, указав количество и вид оформляемых документов, состав комиссии по расследованию.

А. По окончании ремонтных работ на мостовом кране по вызову крановщика электромонтер остался на мосту и дал команду машинисту на работу крана для проверки устранения неисправности, после чего, не поставив в известность крановщика, предпринял попытку покинуть кран через ограждения с выходом на крановый путь. В результате чего получил смертельную травму по причине наезда на него крана.

Б. После работы работница пошла в магазин, выйдя из которого получила травму, приведшую к нетрудоспособности.

Ниже приведен пример билета для контрольной работы по модулю № 2 дисциплины "БЖД".

Билет № 1

1. Эффективна ли виброизоляция установки с частотой вращения 720 мин^{-1} , если собственная частота колебаний системы составляет $f_0 = 10 \text{ Гц}$. Ответ обосновать.

2. В помещении вычислительного центра уровень звукового давления на частоте 1000 Гц

составляет 75 дБ . Шум в помещении создается системой вентиляции. Соответствует ли уровень шума требованиям норм? Ответ обосновать.

3. Определить нормативное значение плотности потока энергии (ППЭ) на рабочем месте оператора установки, работающей на частоте 300 ГГц , если работа за смену не превышает 5 мин . Ответ обосновать.

4. В воздухе рабочей зоны имеются четыре вредных вещества, концентрации которых составляют $0,5 \text{ мг/м}^3$, 1 мг/м^3 , 2 мг/м^3 и 10 мг/м^3 . Значения ПДК этих веществ составляют 1 мг/м^3 , 2 мг/м^3 , 4 мг/м^3 и 20 мг/м^3 соответственно. Первые два вещества являются веществами одностороннего действия на организм человека. Соответствует ли качество воздуха требованиям норм? Ответ обосновать.

5. Обеспечивают ли источники света со световым потоком $F = 2000 \text{ лм}$ в производственном помещении нормативную освещенность $E = 400 \text{ лк}$, если размеры помещения составляют $5 \times 10 \text{ м}^2$, коэффициент запаса $K = 1,2$, коэффициент неравномерности распределения светового потока $z = 1$, а коэффициент использования светового потока $m = 0,8$, число источников света $N = 15 \text{ шт}$. Ответ обосновать.

6. Надо ли заземлять электроустановку постоянного тока напряжением 60 кВ в помещении



с нормальным микроклиматом, без электропроводной пыли, без токопроводящих полов, если в 1 м от установки располагается радиатор водяного отопления. Ответ обосновать.

По аналогии составляются билеты для контрольной работы по модулю № 3 дисциплины "БЖД" с учетом рабочей программы по дисциплине конкретного вуза.

Ниже приведен пример билета для контрольной работы по модулю № 3 дисциплины "БЖД".

Билет № 1

1. Защита от АХОВ (определение, состав защитных мероприятий).

2. После аварии на радиационно опасном объекте уровни радиации возле здания цеха, замеренные с интервалом в 1 ч, составили: $\dot{X}(t_I) = 1145$ мР/ч; $\dot{X}(t_{II}) = 1050$ мР/ч; $\dot{X}(t_{III}) = 980$ мР/ч. Длительность аварийных работ с использованием автокрана 2 ч; коэффициент ослабления $K_{осл} = 2$. Допустимая доза облучения для крановщика $D_{зад} = 7,5$ мГр. Определить через какое время после последнего замера можно начинать работу.

3. Рассчитать максимальные зоны заражения и их площади при разрушении резервуара объемом 6000 м^3 с жидким аммиаком, хранящимся под давлением. Разлив свободный. Метеоусловия: температура воздуха — $+20$ °С; скорость ветра — 2 м/с; степень вертикальной устойчивости атмосферы (СВУ) — инверсия. Коэффициент заполнения резервуара — 0,833.

По результатам проведенных контрольных мероприятий каждый студент получает определенные баллы (см. табл. 2). При внедренной рейтинговой системе каждый студент, выполняя контрольные мероприятия в рамках каждой изучаемой дисциплины учебного плана, формирует собственный индивидуальный рейтинг в рамках группы, направления подготовки и даже факультета.

Зачет по дисциплине проставляется только при условии выполнения студентом лабораторных работ, которые являются важнейшей составляющей программы обучения. На одну лабораторную установку желательно направлять группу студентов, состоящую не более чем из двух человек. Предварительная подготовка студентов к лабораторным работам проводится с помощью медиа-введения, подготовленного преподавателями кафедры [15]. По каждой работе студенту выдается типографский бланк с формой отчета, который заполняется студентами в процессе выполнения лабораторных работ. Это позволит сконцентрироваться на экспериментальных исследованиях, существенно сократить время выполнения лабораторной работы и привести к единому формату представления результатов работы. Контроль знаний проводится в виде устного опроса студентов.

По результатам обучения по дисциплине "БЖД" студенты всех направлений и профилей должны выполнять специальный раздел в выпускной квалификационной работе (ВКР). Исключение могут составлять кафедры, выпускающие бакалавров по направлениям и профилям "Техносферная безопасность", где выпускная работа полностью посвящена указанной дисциплине и, по возможности, должна иметь научно-исследовательскую часть.

Защиты выпускных квалификационных работ по всем направлениям и профилям должны осуществляться перед квалификационной комиссией, в состав которой должны включаться преподаватели кафедр, ведущих дисциплину "БЖД". На кафедрах, выпускающих бакалавров по направлению "Техносферная безопасность", рекомендуется включать в квалификационную комиссию по защите ВКР специалистов по экономике.

Выводы

1. Единый подход к реализации дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в вузах РФ требует разработки и утверждения примерной программы дисциплины на уровне ФУМО.

2. Включение в программу дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" практико-ориентированных методов и форм обучения (семинаров, лабораторных работ, пакета задач и т. д.) позволит более эффективно формировать компетенции по безопасности.

3. Специфика конкретного вуза и отдельной кафедры может быть реализована в рамках рабочей программы дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

Список литературы

1. **Примерная программа** дисциплины "Безопасность жизнедеятельности". URL: http://umo-tbp.rf/prog_bgd.html (дата обращения 25.04.2017).
2. **Александров А. А., Девисилов В. А., Симакова Е. Н.** Проекты федеральных государственных стандартов высшего образования по направлению "Техносферная безопасность" // Безопасность в техносфере. — 2013. — Т. 2. — № 4. — С. 49–70.
3. **Симакова Е. Н., Гапонюк Н. А., Шалпегин О. Н.** Актуализация ФГОС ВО по направлению "Техносферная безопасность" с учетом требований профессиональных стандартов // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. — С. 59–67.
4. **Александров А. А., Архаров И. А., Навасардян Е. С.** Машины и аппараты криогенных систем: Рабочая тетрадь по материалам семинарских занятий: Учебное пособие. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 46 с.
5. **Александров А. А., Архаров А. М., Навасардян Е. С.** Теория и расчет криогенных систем: Учебное пособие. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 160 с.

6. **Тимонин А. С.** Инженерно-экологический справочник. Т. 1, 2, 3. — Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003.
7. **Аграфонова А. А., Смирнов С. Г., Тупов В. В.** Исследование акустической эффективности глушителей шума // Известия высших учебных заведений машиностроения. — 2015. — № 9. — С. 75—82.
8. **Смирнов С. Г., Готлиб Я. Г., Комкин А. И.** Нормирование шума. Реальный подход к проблеме // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 10. — С. 23—30.
9. **Средства защиты в машиностроении.** Расчет и проектирование: Справочник / Под общ. ред. С. В. Белова. — М.: Машиностроение, 1989.
10. **Комкин А. И., Ксенофонтов Б. С., Спиридонов В. С.** Расчет и проектирование систем защиты окружающей среды. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.
11. **Положение** об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях от 24 октября 2002, № 73.
12. **DiaLuxLigt.** URL: <https://www.youtube.com/watch?v=on91lvzqlqho> (дата обращения 25.02.2016).
13. **Пышкина Э. П., Симакова Е. Н.** О методике преподавания дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 6. — С. 40—42.
14. **Девисилов В. А.** Инструментарий квалиметрии компетенций и диагностики знаний (на примере ноксологических компетенций дисциплины "Безопасность жизнедеятельности") // Стандарты и мониторинг в образовании. — 2011. — № 1.
15. **Медиа-введение** в лабораторный практикум по БЖД. URL: <http://mhts.ru/> (дата обращения 25.04.2017).

A. F. Koziakov, O. V. Kirikova, Senior Lecturer, e-mail: ovkirikova@gmail.com,
N. A. Gaponyuk, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University

Implementing of Discipline "Life Safety" to Chair "Ecology and Industrial Safety" at Bauman Moscow State Technical University

Summarizes the practical experience of implementing the discipline "Life Safety" (BC) to Department "Ecology and industrial safety" at Bauman Moscow State Technical University. Topics of modules or individual lectures, seminars, laboratory works, themes, homework, subjects of the graduation thesis, the methodology proposed stepwise evaluation of students' knowledge control on the results of the ratings. Examples of questions and tasks for control of knowledge of each module of the program.

Keywords: safety, harmful factor, hazard, occupational safety, environmental protection, seminars, emergency, protection, bachelors, modular system, point rating system, graduation thesis

References

1. **Primernaya programma** distsipliny "Bezopasnost zhiznedeyatel'nosti". URL: http://umo-tbp.rf/prog_bgd.html (date of access 25.04.2017).
2. **Aleksandrov A. A., Devisilov V. A., Simakova E. N.** Proektyi federalnykh gosudarstvennykh standartov vysshego obrazovaniya po napravleniyu "Tehnosfernaya bezopasnost". *Bezopasnost v tehnosfere*. 2013. Vol. 2. No. 4. P. 49—70.
3. **Simakova E. N., Gaponyuk N. A., Schalpegin O. N.** Aktualizatsiya FGOS VO po napravleniyu "Tehnosfernaya bezopasnost" s uchetom trebovaniy professionalnykh standartov. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 7. P. 59—67.
4. **Aleksandrov A. A., Arharov I. A., Navasardyan E. S.** Mashiny i apparaty kriogennykh sistem: Rabochaya tetrad po materialam seminar'skikh zanyatiy: Uchebnoe posobie. Moscow: MGTU im. N. E. Baumana, 2014. 46 p.
5. **Aleksandrov A. A., Arharov A. M., Navasardyan E. S.** Teoriya i raschet kriogennykh sistem: Uchebnoe posobie. Moscow: MGTU im. N. E. Baumana, 2009. 160 p.
6. **Timonin A. S.** Inzhenerno-ekologicheskii spravochnik. Vol. 1, 2, 3. Kaluga: Izdatel'stvo N. Bochkarevoy, 2003.
7. **Agrafonova A. A., Sмирнов S. G., Тупов V. V.** Issledovanie akusticheskoy effektivnosti glushiteley shuma. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy mashinostroeniya*. 2015. No. 9. P. 75—82.
8. **Smirnov S. G., Gotlib Ya. G. Komkin A. I.** Normirovanie shuma. Realnyi podhod k probleme. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 10. P. 23—30.
9. **Sredstva** zaschityi v mashinostroenii. Raschet i proektirovanie: Spravochnik / Pod obschey red. S. V. Belova. Moscow: Mashinostroenie, 1989.
10. **Komkin A. I., Ksenofontov B.S., Spiridonov V. S.** Raschet i proektirovanie sistem zaschityi okruzhayushey sredy. Moscow: MGTU im. N. E. Baumana, 2011.
11. **Polozhenie** ob osobennostyakh rassledovaniya neschastnykh sluchaev na proizvodstve v otdelnykh otraslyakh i organizatsiyakh ot 24 oktyabrya 2002, No. 73.
12. **DiaLuxLigt.** URL: <https://www.youtube.com/watch?v=on91lvzqlqho> (date of access 25.02.2016).
13. **Pyishkina E. P., Simakova E. N.** O metodike prepodavaniya distsipliny "Bezopasnost zhiznedeyatel'nosti". *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2014. No. 6. P. 40—42.
14. **Devisilov V. A.** Instrumentariy kvalimetrii kompetentsiy i diagnostiki znaniy (na primere noksologicheskikh kompetentsiy distsipliny "Bezopasnost zhiznedeyatel'nosti"). *Standarty i monitoring v obrazovanii*. 2011. No. 1.
15. **Medya-vvedenie** v laboratornyy praktikum po BZhD. URL: <http://mhts.ru/> (date of access 25.04.2017).



УДК 614.8; 159.947.5; 377(091)+377.5

Г. Г. Сергеев, канд. пед. наук, директор, e-mail: Pu-64@yandex.ru,
О. А. Берестова, зам. директора по учебно-производственной работе,
Химкинский техникум, Химки, Московская область

Необходимость доведения самозащитной реакции обучающихся до рефлекторного уровня на основе эвакуационных тренировок

Надо ли и возможно ли доводить самозащитные действия обучающихся в образовательном учреждении до рефлекторного уровня? Могут ли этой цели служить эвакуационные тренировки? Авторы дают положительный ответ на оба эти вопроса и аргументируют его. Особенно актуально это, по их мнению, для образовательной организации по подготовке рабочих кадров для различных отраслей производства, имеющей не модели, а настоящее производственное оборудование.

Эта проблема рассмотрена через основные психологические понятия, обуславливающие психологические поведенческие реакции молодого человека.

Ключевые слова: детская безопасность, рефлекторный уровень, условный и безусловный рефлекс, эвакуационная тренировка

Введение

Дети в нашей стране гибнут на улицах и дорогах, при суицидах [1] и даже на уроках физкультуры [2]. В России в среднем один ребенок в день погибает на пожарах. И именно из-за отсутствия автоматических навыков эвакуации погибли молодые люди в "Хромой лошади", во время пожаров в общежитиях и учебных корпусах многочисленных образовательных учреждений (ОУ) страны.

В рамках решения задач обеспечения комплексной безопасности при угрозе или реализации чрезвычайной или другой опасной ситуации в образовательном учреждении авторы задают вопрос и отвечают на него, надо ли и возможно ли доводить самозащитные действия обучающихся до рефлекторного уровня? В статье дается и аргументируется положительный ответ на этот вопрос. В качестве основного инструмента формирования такого уровня самозащиты рассматриваются регулярные объектовые эвакуационные тренировки (ЭТ), проведение которых освещено в ряде работ, например, [3, 4].

Авторы статьи предлагают рассмотреть эту проблему через трансформацию фундаментальной триады Знания — Умения — Навыки (ЗУН) в четвертый — психологический аспект жизнедеятельности человека — в привычки (П), обуславливающие поведенческие реакции человека [5].

Кроме того, поставлен вопрос, необходимо ли в учебных программах переподготовки,

дополнительного образования и повышения квалификации специалистов и педагогов соответствующего профиля обозначать эту проблему отдельно тем или иным способом? На этот вопрос дан положительный ответ. Следует отметить, что среди многочисленных коммерческих и некоммерческих предложений по обучению указанной категории населения по собственным учебным программам данная проблема не поднимается и более того даже самим ЭТ уделяется внимания недостаточно, оставляя все эти тренировочно-спасательные учебно-психологические моменты в основном для программ подготовки и переподготовки такой категории населения, как профессиональные спасатели.

Актуальность проблемы

Несмотря на принципиальную актуальность проблемы в целом, для образовательных учреждений она имеет наибольшую важность и особенности. Сложная инфраструктура профессиональных ОУ, в том числе и среднего профессионального образования (СПО), состоящая из учебных аудиторий, мастерских, актовых, читальных и спортивных залов, маршевых лестниц, коридоров, подвалов, чердаков, запасных выходов и лестниц 3-го типа и др., усиливает необходимость формирования и выработки автоматического выполнения основных функций самозащиты и самоспасения.

В любом из этих элементов инфраструктуры СПО по техническим причинам (неисправность электропроводки), по вине студентов или сотрудников (курение, использование открытого пламени, использование несанкционированного электрооборудования, неправильное хранение быстро воспламеняющихся веществ, захламление помещений или путей эвакуации) может происходить самая вероятная опасность — возникновение внезапных возгораний, способных перейти в свою неконтролируемую фазу — в пожар.

Но изначальное воспламенение и даже возгорание — это из фундаментального, так называемого пожарного треугольника только один из трех факторов. Воспламеняющийся материал, горячая окружающая среда в виде тканей, деревянных предметов и др. — это вторая сторона треугольника. И кислород воздуха — третья.

При реализации любого пожароопасного явления его усилителями могут стать практически любые из элементов оборудования химических, физических кабинетов и лабораторий, мастерских с углеводородными жидкостями, хозяйственных складских помещений.

Особенно актуально это для ОУ по подготовке кадров рабочих профессий для различных отраслей производства, имеющих не модели, а настоящее производственное оборудование, включая станки по металлообработке, в том числе с ЧПУ, детально-инструментальное сопровождение обучения автоделу, опасное кухонное оборудование и др.

Психологические аспекты формирования у обучаемых алгоритма $З \rightarrow У \rightarrow Н \rightarrow П$

Отметим, что предлагаемая концепция соответствует в определенной мере формуле формирования культуры безопасности жизнедеятельности (КБЖ), посвященной этой теме.

$$З \rightarrow У \rightarrow Н \rightarrow П = КБЖ,$$

где знания (З), умения (У), навыки (Н) должны преобразовываться в привычки (П) осознанного безопасного или просто осторожного поведения, составляя фундамент КБЖ [5]. Именно в стадии перехода навыков в привычки — место рефлекторной стадии самозащиты.

В соответствии с действующей системой ФГОС студенты среднего профессионального образования (СПО) до 54 часов в неделю проводят в учебных помещениях, занимаются самоподготовкой

в читальных залах, посещают спортивные секции, принимают участие во внеклассных мероприятиях.

Из сказанного выше следует, что студенты, находясь в профессиональном образовательном учреждении, постоянно испытывают на себе воздействие множества разнообразных прямых и опосредованных раздражителей из внешней среды и собственного организма. В этих условиях кора больших полушарий головного мозга совершает сложную аналитико-синтетическую деятельность, заключающуюся в разложении на части сложных сигналов, раздражителей, сопоставлении их со своим накопленным опытом.

Рациональное использование и развитие рефлексов [6] как реакции на сигнал, импульс информационного характера — наиболее эффективный метод обеспечения индивидуальной и коллективной безопасности у участников образовательного процесса. Напомним, что рефлекс — это ответная физическая или психическая реакция организма на изменения, в том числе на внезапные, в окружающей или внутренней средах. Рефлексы проявляются возникновением или прекращением какой-либо деятельности организма, сокращением или расслаблением мышц, сужением или расширением сосудов и др. Рефлексы, или рефлекторные акты свойственны только организмам, имеющим нервную систему.

Безусловные рефлексы даны каждому человеку при рождении [6]. Воздействие на них агрессивной среды может вызвать различные двигательные реакции. При положительной реакции человек закрывает глаза при яркой вспышке пламени, осуществляет глубокий вдох и задерживает дыхание при первых признаках задымления помещения, стремится как можно быстрее покинуть зону поражения. Отрицательная же реакция вызывает торможение деятельности. Раздражитель относится к пассивно-оборонительной форме безусловного рефлекса. В этих условиях двигательная активность человека парализуется и вместо эвакуации, независимо от возраста, он прячется в труднодоступном месте.

Задача руководителей гражданской обороны и защиты в чрезвычайных ситуациях (ЧС) профессиональных ОУ на основе безусловных рефлексов подкреплять у участников образовательного процесса положительные реакции на внешние раздражители.

Условные рефлексы приобретаются человеком в течение всей жизни и реализуются через



кору больших полушарий головного мозга [6]. Условные рефлексы становятся частью жизненного опыта. Они не передаются по наследству. Отличительными чертами условных рефлексов являются: 1) приобретение в течение жизни; 2) ответное действие на условные раздражители; 3) временная связь между раздражением и ответными действиями. Условный рефлекс сохраняется при его закреплении безусловным и угасает в отсутствии такового.

Условный рефлекс образуется тогда, когда какое-то внешнее событие совпадает по времени с тем или иным видом жизнедеятельности человека и включает его безусловные рефлексы для ответа. Нарушение нормальных условий жизнедеятельности по обеспечению потребностей физиологического (в воздухе, воде, еде, движении, сохранении тепла и др.) и социального (учиться, работать, общаться и др.) характера. Именно в случае ЧС, в том числе вызванных пожаром (токсическое задымление, обрушение зданий и т. п.), для молодого человека, оказавшегося в замкнутом пространстве, создается угроза обстоятельств, нарушающих обеспечение многими из жизненных потребностей.

Проведение регулярных эвакуационных тренировок как средство формирования самозащитной реакции обучающихся на рефлекторном уровне

В профессиональных образовательных учреждениях постоянно и системно проводится или должна проводиться работа с использованием различных форм и методов по обучению студентов и сотрудников правилам поведения в условиях возникновения пожара или любой другой угрозы жизни и здоровью как потенциального источника ЧС [7, 8]. Одной из форм развития у студентов защитных рефлексов самозащиты в ЧС могут служить ежемесячные эвакуационные тренировки [2, 3], в ходе которых решаются следующие задачи:

— обучение студентов умению идентифицировать событие, связанное с возникновением ЧС; проверка готовности студентов (и соответственно педагогических работников) к эвакуации и проведению работ по тушению пожара;

— поддержание на современном уровне практических навыков в области пожарной безопасности и психофизиологической подготовленности

участников образовательного процесса для осуществления успешных действий, связанных с угрозой пожара или с другой ЧС;

— обучение навыкам и действиям, связанным с оказанием доврачебной помощи пострадавшим на пожаре и при ЧС, правилам пользования средствами индивидуальной защиты и пожаротушения;

— обучение порядку и правилам взаимодействия участников образовательного процесса с пожарно-спасательными подразделениями и медицинским персоналом, органами муниципального и регионального управления;

— выработка у участников образовательного процесса навыков и способности самостоятельно, быстро и безошибочно ориентироваться в ситуации при возникновении угрозы пожара или очага возгорания, при срабатывании установок автоматической противопожарной защиты, обнаружении задымления.

В процессе ежемесячных эвакуационных тренировок на студентов оказывают воздействие естественные и искусственные раздражители. Естественные возникают на уровне безусловных рефлексов. К ним можно отнести вид пламени или дыма, едкий запах горящих веществ или предметов, повышение температуры поверхности тела, ограничение движения и др. К искусственным раздражителям можно отнести мигание сигнальной лампочки, голосовой или звуковой сигнал, информационные настенные знаки, плакаты и др., которые позволяют формировать условные рефлексы.

В ходе ежемесячной эвакуационной тренировки включаются безусловные рефлексы, развиваются условные рефлексы, при многократном повторении которых формируются устойчивые навыки. Они являются показателем сформированности поведенческих реакций участников образовательного процесса в условиях угрозы и реализации ЧС. Из задач эвакуационных тренировок видно, что навыки формируются путем повторных выполнений конкретных действий, представляют собой сложные условные рефлексы и предполагают их ежемесячное закрепление в ходе ЭТ.

В процессе выполнения упражнений во время эвакуационных тренировок у студентов и сотрудников профессионального образовательного учреждения образуются новые временные связи, которые постепенно дифференцируются

и уточняются. Благодаря многообразию сформированных навыков, поведение участников образовательного процесса становится гибким, устойчиво приспособленным к быстро меняющимся условиям опасной среды.

При проведении эвакуационной тренировки применяется и дидактический принцип мультипликативности в области формирования социально безопасной личности. Для укрепления психологической устойчивости поведения обучающихся в очаге поражения во время эвакуационной тренировки используются театральные дымомашинки. Безвредные для здоровья, они моделируют реальную обстановку задымления [9].

Вместе с эвакуационной тренировкой для выработки психологической устойчивости в ЧС и при пожаре отрабатываются навыки профессионального пользования брандспойтом в процессе осенней промывки тепловых коммуникаций и радиаторов помещений учебных корпусов.

Навыки пользования огнетушителями отрабатываются на тех из них, нормативный срок которых окончен или заканчивается и они готовятся к сдаче на перезарядку. Быстрый доступ к запасным эвакуационным выходам сопровождается отработкой приемов пользования разработанным и запатентованным облегченным запорным устройством [10].

Выводы и рекомендации

Проблема развития рефлексии и использования ее в обеспечении нормальной жизнедеятельности является одной из ключевых в психологии. Она широко обсуждается по отраслям в рамках отечественных и зарубежных психологических исследований. Однако данная тема практически не поднимается в области безопасности людей, их самозащиты при угрозе и реализации ЧС вообще и пожарной безопасности в частности. По мнению авторов, учет структуры рефлексии, динамики ее развития представляет интерес как в теоретическом, так и в практическом плане для разработки методик выработки студентами и сотрудниками учреждений СПО навыков поведения в ЧС и преобразования их в привычки на рефлекторном уровне.

Поставленная тема и ее контент предлагается добавить как вариант дополнительных рекомендаций в учебные программы при осуществлении

дополнительного обучения или переподготовки преподавателей — организаторов курса "Основы безопасности жизнедеятельности". Желательно также организовывать конкурсы среди учителей ОБЖ по подготовке обучающихся как личностей, обладающих навыками безопасного типа поведения [5, 8].

Список литературы

1. **Русак О. Н.** Безопасность детей как проблема национальной безопасности // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 1. — С. 18—21.
2. **Сергеев Г. Г.** Медико-организационные проблемы обеспечения детской безопасности в области физической культуры и спорта. Технологии обеспечения безопасности здоровья // Материалы МНПК, 14—15 октября 2008 г. — Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008. — С. 18—23.
3. **Сергеев Г. Г.** Объектовые тренировки как дидактический инструмент обеспечения комплексной безопасности образовательного учреждения // Материалы МНПК "Комплексная безопасность. Новые горизонты", 25 ноября 2011 года. — Химки: АГЗ МЧС России, 2011. — С. 221—224.
4. **Сергеев Г. Г.** Объектовые тренировки в образовательном учреждении как компонент комплексной безопасности и инструмент минимизации пожарного риска // VI Всероссийский НПК с международным участием "Пожарная безопасность: проблемы и перспективы", 23—24 сентября 2015 г. — Воронеж: ВИ ГПС, 2015. — С. 81—84.
5. **Мирмович Э. Г.** Научные основы культуры безопасности жизнедеятельности и здорового образа жизни. Технологии обеспечения безопасности здоровья // Материалы МНПК, 14—15 октября 2008 г. — Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008. — С. 58—63.
6. **Данилова Н. Н.** Физиология высшей нервной деятельности. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. — 478 с.
7. **Русак О. Н., Малаян К. Р., Занько Н. Г.** Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. 9-е изд., стереотип. — СПб.: Лань, 2005. — 447 с.
8. **Петров С. В.** Концепция безопасности образовательного учреждения // Основы безопасности жизни. 2004. — № 10. — С. 11—16.
9. **Гулак В. В.** Моделирование задымленности помещений сложной конфигурации в начальной стадии пожара. Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Материалы Всероссийской НП Интернет-конференции с международным участием. — Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2011. — С. 348—351.
10. **Сергеев Г. Г.** Устройство облегчения доступа к запасным путям эвакуации из зданий с массовым пребыванием людей // В сб.: XX МНПК "Предупреждение. Спасение. Помощь" (современность и инновации), 10 марта 2010 г. — Химки: АГЗ МЧС России, 2010. — С. 163—166. Патент. URL: <http://bankpatentov.ru/node/15171> (дата обращения 10.05.2017).



G. G. Sergeev, Director, e-mail: Pu-64@yandex.ru, O. A. Berestova, Deputy Director, Himki Technical College, Himki, Moscow Region

Necessity of Finishing of Self-Safety Effect at Training up to Reflection of a Level on Basis Evacuation of Trainings

Whether it is necessary and whether probably to lead up эвакуационные and other self-protective actions of the trainees in educational establishment up to рефлексного of a level? The authors give the positive answer to both these of a question and give reason for it(him). It is especially urgent, in their opinion, for educational organization on preparation of the personnel for various branches of manufacture having not models, and present industrial equipment. The authors of clause offer to consider this problem through the basic psychological concepts causing of psychological behavior's reaction of the man.

Keywords: children's safety, reflection level, conditional and unconditional reflex, evacuation training

References

1. **Rusak O. N.** Bezopasnost' detey kak problema nazionalnoy bezopasnosti. *Bezopasnost' zhisnedeyatel'nosti*. 2017. No. 1. P. 18—21.
2. **Sergeev G. G.** Midiko-organizacionnye problemy obespecheniya detskoй bezopasnosti v oblasti fizicheskoy kultury i sporta. *Teikhnologii obespecheniya bezopasnosti zdorovya. Materialy MHPK, 14—15 oktyabrya 2008 g.* Yaroslavl': Izd-vo YGPU, 2008. — P. 18—23.
3. **Sergeev G. G.** Ob#ektovye trenirovki kak didakticheskiy instrument obespecheniya complexnoy bezopasnosti obrazovatel'nogo uchrezhdeniya. *Materialy MNPК "Complexnaya bezopasnost. Novye gorizonty", 25 noyabrya 2011 g.* Khimki: AGZ MCHS RF, 2011. P. 221—224.
4. **Sergeev G. G.** Ob#ektovye trenirovki v obrazovatel'nom uchrezhdenii kak component complexnoy bezopasnosti i instrument minimizatsii pozharnogo riska. *VI Vserossijskiy NPK s mezhdunarodnym uchastiem "Pozharnaya bezopasnost: problemy i perspektivy" 23—24 sentyabrya 2015 g.* Voronezh: VI GPS MCHS RF, 2015. P. 81—84.
5. **Mirmovich E. G.** Nauchnye osnovy kultury bezopasnosti zhisnedeyatel'nosti i zdorovogo obraza zhisni. *Teikhnologii obespecheniya bezopasnosti zdorovya. Materialy MNPК, 14—15 oktyabrya 2008 g.* Yaroslavl': Izd-vo YGPU MCHS RF, 2008. P. 58—63.
6. **Danilova N. N.** Fisiologiya vysshey nervnoy deyatel'nosti. Rostov-na-Donu: Fenix, 2005. 478 p.
7. **Rusak O. N., Malayan K. R., Zan'ko N. G.** Bezopasnost zhisnedeyatel'nosti: uchebnoe posobie dlya studentov vusov, obuchayuschihsya po diszipline "Bezopasnost' zhisnedeyatel'nosti". 9-e izd. Saint-Petersburg: Lan', 2005. 447 p.
8. **Petrov S. V.** Concepciya bezopasnosti obrazovatel'nogo uchrezhdeniya. *Osnovy bezopasnosti zhisni*. 2004. No. 10. P. 11—16.
9. **Gulak V. V.** Modelirovanie zadymlenosti pomescheniy slozhnoy konfiguratsii v nachalnoy stadii pozhara. Sovremennye teikhnologii obespecheniya grazhdanskoй oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy. *Materialy Vserossijskoй NP Internet-konferencii s mezhdunarodnym uchastiem*. Voronezh: VI GPS MЧС России, 2011. P. 348—351.
10. **Sergeev G. G.** Ustroystvo oblegcheniya dostupa k zapasnym putyam evacuatsii iz zdaniya s massovum prebyvaniem lyudey. *Materialy XX MNPК "Preduprezhdenie. Spasenie. Pomoshch" (sovremennost i innovatsii), 10 marta 2010 g.* Khimki: AGZ MCHS RF, 2010. P. 163—166.

Решение международной научно-практической конференции "Совершенствование системы непрерывного образования в области безопасности деятельности" (1—2 июня 2017 года, Санкт-Петербург)

The Decision of International Scientific-practical Conference "Improving the System of Continuous Education Security Activities" (1—2 June 2017, Saint-Petersburg)

Создание в Советском Союзе образовательной области по безопасности деятельности в начале 80-х годов прошлого столетия было обусловлено серьезными проблемами обеспечения безопасности человека в различных условиях его жизни и деятельности, низким уровнем обучения безопасности на всех ступенях народного образования. Особенно тревожная ситуация наблюдалась в высшей школе, где преподавание вопросов безопасности в курсах "Охрана труда" и "Гражданская оборона" не соответствовало современным требованиям.

Основополагающим стержнем новой области образования, получившей название "Безопасность жизнедеятельности" (БЖД), является ее непрерывность и системность. Необходимость непрерывного образования в сфере безопасности объективно обусловлена потенциальной опасностью любого вида деятельности. Очевидно также, что непрерывность образования может осуществляться только на системной основе. При этом система непрерывного образования должна основываться на единых научных и педагогических принципах.

Основной недостаток современного образования в области безопасности состоит как раз в отсутствии системности. Утверждать это позволяет анализ применяемого понятийно-терминологического аппарата, используемого в законодательстве, в подзаконных актах и в нормативных документах, в образовательных учебных программах.

Очевидно, что происхождение многих противоречий в образовательной деятельности связано с отсутствием разработанных теоретических основ безопасности. Шаракание от доктрины абсолютной безопасности к приемлемому риску,

затем снова к нулевому риску, параллельно — к оценке профессиональных рисков, к риск-ориентированному мышлению свидетельствует о бессистемности в стратегии безопасности.

Для совершенствования непрерывного образования в области безопасности необходимо согласовывать программы всех образовательных ступеней и уровней с целью определения их оптимального содержания с учетом уровня образования и на принципах преемственности. Однако сложилась ситуация, когда образовательные программы различных уровней разрабатываются авторскими коллективами, между которыми нет взаимосвязи.

Для формирования в обществе культуры безопасности нужно, чтобы эти вопросы входили в учебный цикл всех ступеней образования, начиная с дошкольного и школьного, потому что мировоззрение человека, его отношение к опасности и безопасности закладывается в раннем возрасте. Пока же школьная программа "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ) больше рассматривает вопросы чрезвычайных ситуаций, гражданской обороны, а также "Основы воинской службы", что предполагает у преподавателя ОБЖ, как правило, наличие предшествующего воинского опыта, а еще лучше — военной квалификации. Перекос в тематике объясняется заинтересованной позицией профильных силовых структур (МЧС России, Минобороны России), которые активно взаимодействуют с Минобрнауки России, в то время как Минтруд России не проявляет инициативы по внедрению в школьные программы элементов, связанных с безопасностью труда в повседневной деятельности. Безынициативность



Минтруда привела к тому, что в технических вузах дисциплины по безопасности и охране труда стали пасынками.

В системе высшего образования появились новые проблемы в связи с введением профессиональных стандартов. Несомненно, что преподавание вопросов безопасности в вузах должно учитывать требования практики, производства. Сейчас вузы работают по федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС), ориентированным на получение определенных компетенций, которые формируют способность решать профессиональные задачи. В то же время Минтруд России начал разрабатывать профессиональные стандарты, основанные на системно-деятельностном подходе, который формирует определенные знания, умения, навыки. Приведение ФГОСов в соответствие с имеющимися профессиональными стандартами представляет трудноразрешимую задачу. Сопряжение профстандартов и ФГОСов невозможно не только из-за различия их подходов, оно связано также с рядом других аспектов их действия.

Педагогическое сообщество считает, что создание Совета по профессиональной квалификации, одной из основных задач которого является формирование системы оценки профессиональной квалификации, ущемляет статус и функции Государственных экзаменационных комиссий, состоящих в том числе из работодателей, которым предоставлено по закону установление квалификации, дающей право допуска к профессиональной деятельности.

В любом случае выпускникам вузов необходим единый стандарт. А для его создания нужны единая терминология и общая теория. Ясно, что образовательная область БЖД нуждается в совершенствовании и по форме, и по содержанию.

Общеизвестно, что для обеспечения образовательного процесса необходимо качественное кадровое обеспечение. Это касается как высшего, так и среднего и среднего профессионального образования. Отсутствие методик приводит к тому, что многие преподаватели в процессе обучения опираются на собственное понимание, опыт, знания. Нередко в образовательном процессе в области безопасности реализуется принцип "Что знаю — тому и учу".

Часто к обучению привлекают преподавателей из других образовательных областей или

"заточенных" только на охрану труда, гражданскую оборону и т. д. В результате одни аспекты безопасности излагаются подробно, а другие фрагментарно или вовсе игнорируются. Это приводит к тому, что у обучающихся не формируется комплексное восприятие факторов безопасности, их взаимосвязи. Синергетический эффект, который предполагался разработчиками дисциплины БЖД, не достигается.

Продолжается, к сожалению, сложившаяся не-лепая ситуация, когда во многих вузах, особенно гуманитарного и экономического профилей, под дисциплиной БЖД понимают "Защиту в чрезвычайных ситуациях" (ЧС), что и реализуется в образовательной практике на протяжении многих лет. В ряде вузов, в том числе технического направления, дисциплина БЖД в последние годы переводится на младшие курсы, в частности на первый, где к разделу "Действия в ЧС" добавляется раздел "Оказание первой помощи", а тематика производственной безопасности оказалась за бортом, что является полным методическим нонсенсом для самой крупной области знаний "Инженерное дело, технологии и технологические науки".

В ходе перманентного реформирования всей системы образования наблюдаются и другие негативные явления в дидактическом обеспечении дисциплины БЖД в вузах и ОБЖ в школах, а также при разработке новых федеральных образовательных стандартов по направлению подготовки "Техносферная безопасность".

В частности, идет сокращение учебных часов (зачетных единиц) на изучение в вузах дисциплины БЖД. Если по вузам Санкт-Петербурга в 2014 г. на БЖД приходилось в среднем 3,8 зач. ед., то в 2016 г. этот показатель снизился до 3,1 зач. ед. Сокращаются в основном вопросы, связанные с охраной труда: МЧС ввело свою компетенцию в ФГОСы, а Минтруд — нет. Требования по БЖД к выпускной квалификационной работе не соблюдаются. Всероссийского банка тестов по БЖД как инструмента приведения содержания дисциплины к требованиям примерной (а лучше — единой) программы нет.

В ходе пленарного заседания и в последующих выступлениях докладчики из разных стран, в том числе из стран СНГ, где сохранилась заложенная в Советском Союзе система образования в области безопасности, отмечая основополагающее

значение создания образовательной области в сфере безопасности жизнедеятельности, достижения определенных успехов в подготовке квалифицированных кадров, в развитии научного и учебно-методического содержания в области БЖД, в то же время указывали на имеющиеся и вновь возникающие негативные моменты, которые мешают развитию БЖД.

Перечисленные выше обстоятельства, характеризующие состояние образовательной области по БЖД, можно дополнить рядом отмеченных на конференции замечаний и недостатков:

— Российская академия наук, Российская академия образования, Минтруд России и другие ведомства не участвуют в решении общих проблем образования в области безопасности деятельности;

— образовательный процесс в области безопасности деятельности в масштабе страны осуществляется бессистемно, ведомства недостаточно координируют свои действия;

— развитию области безопасности деятельности мешают требования, предъявляемые педагогам чиновниками, которые не соответствуют академическим правам и свободам, предоставляемым ФЗ "Об образовании" (ст. 47, ч. 3);

— по БЖД написано много учебников и учебных пособий, которые дублируют и противоречат друг другу. Нужно иметь базовые учебники, в которых интегрально сформулированы основы безопасности жизнедеятельности;

— УМО слабо используют общественность, научно-педагогический состав для решения проблем образования и обучения в области безопасности деятельности.

Для решения вопросов совершенствования системы непрерывного образования в области безопасности деятельности конференция, обобщив и проанализировав поступившие предложения, постановляет:

1. Обратиться в Государственную Думу с предложением отменить Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. "О специальной оценке условий труда", как противоречащий научным требованиям.

2. Обратиться в Минобрнауки России и Минтруд России с предложением ускорить принятие нового нормативного правового акта, регулирующего обучение по охране труда.

3. Обратиться в Минтруд России с просьбой инициировать совместно с профильными

ведомствами воссоздание Межведомственного совета по охране труда.

4. Обратиться в Минобрнауки России и ФУМО по направлению подготовки 20.00.00 "Техносферная безопасность и природообустройство" с просьбой:

— разработать и принять Концепцию о непрерывном образовании в области БЖД;

— ускорить подготовку и принятие примерной программы по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" в соответствии с современными требованиями;

— актуализировать ФГОС по направлению подготовки "Техносферная безопасность" в соответствии с образовательными стандартами и с учетом профессиональных требований.

5. Обратиться в Минобрнауки России с просьбой:

— подготовить комплексную федеральную целевую программу (ФЦП) научно-исследовательских работ по фундаментальным вопросам безопасности жизнедеятельности, интеллектуального, физического и духовного нравственного здоровья и развития личности;

— включить в перечень ЕГЭ по выбору учащихся образовательной школы единый государственный экзамен по курсу ОБЖ, результаты которого должны учитываться при поступлении в профильные вузы;

— предусматривать в выпускных квалификационных работах бакалавров раздел, посвященный вопросам безопасности, соответствующим теме работы;

— указать руководителям вузов на недопустимость исключения из перечня вопросов, подлежащих освоению студентами по дисциплине БЖД, принципов и способов обеспечения безопасности жизнедеятельности в условиях нормального функционирования техносферы, в том числе защиты человека от неблагоприятного воздействия окружающей среды в процессе трудовой деятельности;

— обязать руководство вузов к ведению в курсе БЖД раздела "БЖД в повседневных условиях" допускать только преподавателей, имеющих степень канд. техн. наук или д-р техн. наук по научной специальности 05.26.01 или прошедших обучение по направлению подготовки 20.00.00 "Техносферная безопасность";

— обязать директоров школ привлекать к преподаванию ОБЖ в образовательных организациях



лиц, имеющих базовое профильное образование в области БЖД. Преподавателям, ведущим этот предмет без базового профильного образования, рекомендовать пройти профессиональную переподготовку в области БЖД;

— в педагогических вузах рекомендовать введение двойного профиля подготовки по педагогическому образованию: Бакалавр в области безопасности жизнедеятельности и Бакалавр в области физической культуры;

— с целью популяризации и повышения престижа учителя-организатора ОБЖ организовывать совместно с МАНЭБ, МПГУ ежегодные конкурсы учителей "Лучший учитель ОБЖ" с оценкой теоретических знаний и практических умений и навыков.

6. Обратиться в Росаккредитацию с просьбой включить вопросы (критерии, показатели)

безопасности образовательной среды образовательных учреждений в процедуру лицензирования, аккредитации образовательной деятельности.

7. Руководителям образовательных учреждений: — шире привлекать к образовательному процессу по направлению подготовки "Техносферная безопасность" и дисциплине БЖД специалистов-практиков, ученых отраслевых институтов;

— организовать при поддержке Минобрнауки России, а также профильных ведомств в области безопасности повышение квалификации и стажировку преподавателей.

8. Для формирования ценности здорового и безопасного образа жизни населения, его физической подготовки как основы здоровья широко освещать указанные вопросы и представлять позитивный опыт в СМИ.

Информация

Начинается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на первое полугодие 2018 г.

Оформить подписку можно через подписные агентства или непосредственно в редакции журнала

Подписные индексы по каталогам:

Роспечать — 79963; Пресса России — 94032

Адрес редакции: 107076, Москва, Стромьинский пер., д. 4,
Издательство "Новые технологии",
редакция журнала "Безопасность жизнедеятельности"

Тел.: (499) 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10. E-mail: bjd@novtex.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Н. В. Яшина*

Сдано в набор 01.08.17. Подписано в печать 15.09.17. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1017.

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 "Авансед солишнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солишнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru