



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.
ЦЗЯН МИНЦЮНЬ, д.т.н.,
проф. (Китай)
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

**1(193)
2017****СОДЕРЖАНИЕ****ОХРАНА ТРУДА**

- Маркова О. Л., Иванова Е. В., Кирьянова М. Н., Плеханов В. П.** Современные решения оптимизации качества воздушной среды при производстве свинцово-кислотных аккумуляторов 3
- Голик А. С., Галеев И. К., Муллов А. Б.** Мобильный подземный реаниматологический комплекс для спасения пострадавших при авариях в угольных шахтах 8

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Панюшкин В. Т., Вивчарь-Панюшкина А. В., Анисимов В. В.** О возможном влиянии радиационного фона территорий Краснодарского края на здоровье населения 12
- Русак О. Н.** Безопасность детей как проблема национальной безопасности России 18

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Завальцева О. А., Берсенева Д. Е.** Сравнительная оценка влияния антропогенных факторов на территории с разной функциональной организацией (на примере Москвы) 22
- Чуракова Н. С., Баталова Т. В., Домрачев К. Ю.** Разработка адсорбционно-каталитического метода определения суммы органических веществ в воздухе 27

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В.** Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: европейский опыт 29
- Лукьянович А. В., Пашков А. А.** Многопользовательские ролевые онлайн-игры как инструмент организации подготовки населения в области безопасности жизнедеятельности 36

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Свинцов А. П., Алравашде Марван Раед Яхья.** Проверка работоспособности системы дымоудаления как элемент обеспечения пожарной безопасности зданий 43
- Пузач С. В., Нгуен Тат Дат.** Новый подход к расчету критических времен воздействия монооксида углерода на человека при пожаре в помещении 48

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Марданов И. И., Джаруллаев А. Ш.** Геоэкологический анализ состояния горных ландшафтов азербайджанской части Большого Кавказа и Джейранчель-Аджиноурского предгорья 57

ОБРАЗОВАНИЕ

- Каверзнева Т. Т., Леонова Н. А.** Опыт внедрения интерактивных форм обучения по направлению техносферной безопасности в курсах безопасности жизнедеятельности 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, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZHIZNEDATEL'NOSTI

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.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

1(193)
2017

CONTENTS

LABOUR PROTECTION

- Markova O. L., Ivanova E. V., Kir'yanova M. N., Plekhanov V. P.** Up-To-Date Decisions for Optimization of Air Environment Quality in Lead-Acid Accumulator Production 3
Golik A. S., Galeev I. K., Mullov N. B. Mobile Underground Resuscitation Complex for Saving the Victims in an Accident in a Coal Mine 8

POPULATION HEALTH

- Panyushkin V. T., Vivchar-Panyushkina A. V., Anisimov V. V.** About Possible Influence of a Radiation Background of Territories of Krasnodar Kraiy on Health of the Population 12
Rusak O. N. Children Safety as a Problem of National Safety of Russia 18

ENVIRONMENT PROTECTION

- Zavaltseva O. A., Berseneva D. E.** Comparative Assessment of Influence of Anthropogenous Factors in the Territory with the Different Functional Organization (on the Example of Moscow) . . . 22
Churakova N. S., Batalova T. V., Domrachev K. Y. Development Adsorption — Catalytic Method for Determining the Amount of Organic Substances in the Air 27

SITUATION OF EMERGENCY

- Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** The Problems of Flooding of Residential Areas: European Experience 29
Lykyanovich A. V., Pashkov A. A. Massively Multiplayer Online Role-Playing Games as a Tool of Training of the Population in the Area of Life Safety 36

FIRE SAFETY

- Svintsov A. P., Alrawashdeh Marwan Raed Yahya.** Checking the Work Capability of Smoke Removal System, as an Element of Ensuring Fire Safety of Buildings 43
Puzach S. V., Nguyen Tat Dat. New Approach to Calculation Critical Times of Exposure of Carbon Monoxide on Human at a Fire in a Room 48

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Mardanov I. I., Jarullayev A. Sh.** Geoecological Analysis of Condition of Mountain Landscapes of Azerbaijanian Part of Great Caucasus and Dzheyranchel-Adzhinour Foothills 57

EDUCATION

- Kaverzneva T. T., Leonova N. A.** Experience of Implementing Interactive Forms of Learning in the Direction of Technosphere Safety Courses Life Safety 61

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

УДК 621.791.7:613.62:697.953

О. Л. Маркова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., **Е. В. Иванова**, науч. сотр.,
М. Н. Кирьянова, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., e-mail: mrn@ro.ru,
В. П. Плеханов, науч. сотр., Северо-Западный научный центр гигиены и
общественного здоровья, Санкт-Петербург

Современные решения оптимизации качества воздушной среды при производстве свинцово-кислотных аккумуляторов

В работе представлены этапы технологического процесса производства свинцово-кислотных аккумуляторов с учетом установленных новых систем вентиляции и технологического оборудования. Приведены данные по содержанию аэрозоля свинца и серной кислоты при выполнении рабочих операций основных рабочих профессий: дробильщик, литейщик, сборщик, паяльщик.

Ключевые слова: свинцово-кислотные аккумуляторы, воздух рабочей зоны, эффективность систем вентиляции

В настоящее время потребность в использовании свинцово-кислотных аккумуляторов в промышленном комплексе велика, и техническая модернизация производства требует продолжения проведения комплексных исследований и определения дальнейших путей улучшения условий труда.

Приоритетным вредным фактором при производстве свинцово-кислотных аккумуляторов, в котором традиционно занято значительное количество рабочих, является загрязнение воздушной среды аэрозолями свинца [1].

Целью работы является оценка состояния воздушной среды производственных помещений при производстве свинцово-кислотных аккумуляторов больших типов, оценка эффективности работы вентиляционных систем.

Материал и методики. С целью оценки воздушной среды производственных помещений было выполнено 360 химических анализов воздушной среды на содержание аэрозолей свинца и серной кислоты на 50 рабочих местах работников основных профессий производства свинцово-кислотных аккумуляторов. В работе использованы утвержденные методы: атомно-абсорбционный для измерения содержания свинца и фотометрический метод для измерения содержания серной кислоты в воздухе рабочей зоны, пылеуловителей выбросов. Оценка эффективности работы 128 вентиляционных систем проведена в соответствии с действующими нормативными документами [2, 3]. Индекс экономичности местных

отсосов определялся как отношение среднего значения концентрации свинца в воздуховоде к средней концентрации свинца в воздухе рабочей зоны. При проведении исследований измерялись также метеорологические параметры (температура, влажность и скорость движения воздуха) в рабочей зоне — 132 измерения.

Результаты

Технологический процесс производства аккумуляторов включает пять основных этапов:

- отливка свинцовых шариков, получение свинцового порошка и изготовление пасты;
- приготовление сплава, отливка решеток и деталей крепления;
- намазка, прокатка, карбонизация и сушка пластин;
- формировка пластин и сушка электродов;
- сборка аккумуляторов.

Основным исходным сырьем служит свинец: половина идет на изготовление свинцового порошка, из которого готовят пасты для намазки положительных и отрицательных пластин; другая половина свинца расходуется на отливку токоведущих деталей. Порошок изготавливается на мельнице типа "Хлорайд" методом истирания чушек.

Отливка токоведущих деталей — межэлементных соединений и решеток — производится на карусельных автоматах и полуавтоматических линиях (линия отливки токоотводов для изделий больших типов).



Приготовление активных масс (паст для намазки электродов) осуществляется в смесителях непрерывного действия. В состав активной массы входит свинцовый порошок различной степени окисленности, серная кислота и др. Аккумуляторные решетки и приготовленные пасты поступают в намазочный цех, где производится намазка пластин (нанесение пасты на решетки) на полуавтоматических машинах. Далее свеженамазанные пластины сушат в туннельных камерах конверторного типа.

Затем осуществляется электрическая формовка пластин (электродов), т. е. переход пасты в активную массу в формовочных баках с раствором серной кислоты. Отформированные пластины просушиваются.

Сдвоенные пластины (электроды) разделяются на одиночные с помощью разрубочных машин. После разрубки сдвоенных пластин производится сборка аккумуляторных батарей. Собранные аккумуляторы вставляют в батарейные сосуды, производят пайку межэлементных соединений и выводов, затем батарею герметизируют специальной мастикой.

В 2013—2015 гг. были проведены исследования воздушной среды и оценка эффективности работы применяемого вентиляционного оборудования в цехах на предприятии по производству свинцовых аккумуляторов. Исследования проводились в различных условиях:

- на участках со старым технологическим оборудованием, после проведения реконструкции систем вентиляции;

- на переоборудованных участках, включая новые технологические линии и системы вентиляции.

К особенностям современного производства аккумуляторов можно отнести различную степень укомплектованности участков: часть линий прошла полную модернизацию, другие оснащены старым оборудованием, кроме того, предприятие проводит внедрение современных систем вентиляции.

Следует отметить, что по результатам производственного контроля на данном предприятии, выполненного в 1992 г. до проведения модернизации, концентрации свинца в воздухе рабочей зоны достигали $15,2 \text{ мг/м}^3$: на литейном участке — $0,45...5,0 \text{ мг/м}^3$, на участке намазки — $0,3...9,9$, на мельничном участке — $8,0...15,0$, на участке обрубки и зачистки — $0,7...9,8 \text{ мг/м}^3$, на участке сборки — $0,7...8,1 \text{ мг/м}^3$.

В современных условиях на литейном участке процесс литья производится как на оборудовании 1970-х годов, так и на современных литейных машинах. Применяя оборудование старого образца, литейщик обслуживает в течение смены

электропечь ($T = 500 \text{ }^\circ\text{C}$) и станок для отливки деталей. При контроле режима работы электропечи обнаруженные концентрации свинца в зоне дыхания колебались от $0,067$ до $0,211 \text{ мг/м}^3$, что превышает допустимые уровни в 1,3—4,0 раза; у станка для отливки деталей — от $0,045$ до $0,097 \text{ мг/м}^3$, превышение ПДК ($0,05 \text{ мг/м}^3$) до 1,9 раз (см. таблицу). Колебания полученных данных в широком диапазоне связаны с различиями конструктивных особенностей станков и размера деталей. Местная вентиляция на указанном оборудовании представлена, в основном, вытяжными зонтами.

Следующим этапом развития технологии литья является внедрение литейных машин, что позволяет исключить неблагоприятный этап работы с обслуживанием электропечи и увеличить производительность. При обслуживании литейных машин концентрации свинца в зоне дыхания работника варьируют в диапазоне $0,050...0,067 \text{ мг/м}^3$. Литейные машины оборудованы местной вытяжной вентиляцией в виде шкафного укрытия. Внедрение литейных машин позволяет снизить содержание свинца в воздухе рабочей среды в 1,5—3 раза по сравнению с ранее применявшимся оборудованием.

Основными профессиями на участке сборки аккумуляторов являются сборщик и паяльщик. Концентрации свинца при проведении пайки находятся в диапазоне $0,11...0,21 \text{ мг/м}^3$, при дальнейшей зачистке поверхности — $0,16...0,21 \text{ мг/м}^3$. Полученные значения превышают допустимый уровень в 2,2—4,1 раза. Особенностью выполнения пайки аккумуляторов больших размеров является невозможность применения стационарных местных отсосов в связи с тем, что данная операция выполняется в помещении большого объема. Рабочие места на данном участке оборудованы вентиляционными устройствами, выполненными из двух жестких воздухопроводов и воздухоприемной воронки, шарнирно соединенных между собой.

Измерения уровней концентрации свинца, выполненные при нарушении порядка эксплуатации местного отсоса (отсос-воронка находился на удалении более 30 см от места пайки) показали ухудшение состояния воздушной среды в 4 раза — концентрация свинца в зоне дыхания паяльщика увеличилась до $0,36...0,47 \text{ мг/м}^3$ (см. таблицу).

На участках намазки и сушки, мельничном, обрубки и зачистки ушков за счет внедрения нового технологического оборудования, модернизации местных вытяжных устройств, максимального использования сплошных герметичных вентилируемых укрытий достигнуто снижение концентраций свинца в воздухе. Содержание свинца при вырубке деталей находится в диапазоне $0,13...0,15 \text{ мг/м}^3$, на



Содержание аэрозолей свинца в воздушной среде производственных помещений

№ п/п	Место отбора проб, рабочие места	Количество проб <i>n</i>	Концентрация аэрозолей свинца, мг/м ³	
			в зоне дыхания	в рабочем сечении местного отсоса
Литейный участок				
Рабочее место литейщика				
1	— у электропечи для разогрева свинца	8/8	0,088 ± 0,022	1,83 ± 0,37
	— у стола для отливки деталей	9/9	0,066 ± 0,017	1,7 ± 0,58
2	— у электропечи для разогрева свинца	8/8	0,067 ± 0,017	0,88 ± 0,18
	— у места заливки свинца	10/10	0,045 ± 0,011	0,96 ± 0,19
	— у карусельно-литейного автомата	9/9	0,052 ± 0,013	0,78 ± 0,16
3	— у электропечи для разогрева свинца	8/8	0,211 ± 0,042	3,1 ± 0,62
	— у станка для отливки деталей	10/10	0,097 ± 0,024	1,95 ± 0,39
4	— у литейной машины для литья решеток	10/10	0,067 ± 0,017	0,75 ± 0,18
5	— у литейной машины для литья решеток	10/10	0,050 ± 0,012	0,80 ± 0,2
Участок намазки и сушки				
Рабочее место оператора установки сушки свеженамазанных пластин				
1	— при выгрузке намазанных пластин "+" линии "Айрикс"	12/12	0,082 ± 0,016	0,92 ± 0,23
	— у транспортера выгрузки намазанных пластин "+" линии "Айрикс"	12/12	0,056 ± 0,014	0,48 ± 0,12
2	— у установки пастоприготовления	9/9	0,070 ± 0,017	—
Мельничный участок				
Рабочее место дробильщика				
1	— у накопительного бункера свинцового порошка Хлорайд-4	10/10	0,090 ± 0,018	—
2	— у мельничной установки Хлорайд-4	10/10	0,10 ± 0,02	—
Участок обрубki и зачистки ушков				
Рабочее место сборщика				
1	— у станка вырубki ушков	6/6	0,073 ± 0,014	0,32 ± 0,06
2	— при зачистке ушков	6/6	0,081 ± 0,020	0,39 ± 0,10
Участок сборки аккумуляторов				
Рабочее место сборщика				
1	— при зачистке изделия	8/8	0,16 ± 0,04 (0,36 ± 0,07)*	1,17 ± 0,29 (0,47 ± 0,09)*
2	— при зачистке изделия	8/8	0,21 ± 0,05	1,14 ± 0,28
Рабочее место паяльщика				
1	— при проведении процесса пайки	9/9	0,11 ± 0,03 (0,47 ± 0,09)*	1,48 ± 0,37 (0,26 ± 0,05)*
2	— при проведении процесса пайки	9/9	0,23 ± 0,06	1,44 ± 0,36

* При выполнении операции отсос-воронка находилась на значительном удалении от места пайки.



линии намазки и сушки $0,056...0,082 \text{ мг/м}^3$, на мельничном участке $0,09...0,10 \text{ мг/м}^3$.

Параллельно с определением концентраций свинца в воздухе производственных помещений оценивалось содержание паров серной кислоты на участках кислотоприготовления и формовки. На рабочих местах приготавителя и формовщика уровень концентраций не превышал значений $0,50...0,67 \text{ мг/м}^3$ при ПДК = $1,0 \text{ мг/м}^3$. Фоновые значения в воздухе производственных помещений не превышали нижний предел определения.

Несмотря на изменения в технологических процессах и использование различных санитарно-технических мероприятий, содержание свинца в воздухе рабочей зоны остается высоким, что делает актуальной проблему дальнейшего совершенствования обеспечения инженерными решениями удаления загрязненного воздуха из производственных помещений.

Ряд авторов при рассмотрении производств свинцово-кислотных аккумуляторов приводят данные о том, что содержание свинца в крови рабочих в цехе машинной намазки пасты составило $74,2 \pm 4,7 \text{ мкг/дл}$ при содержании свинца в воздухе рабочей зоны $0,218 \pm 0,025 \text{ мг/м}^3$, соответственно в цехе ручной намазки пасты: $63,2 \pm 9,2 \text{ мкг/дл}$ при $0,150 \pm 0,029 \text{ мг/м}^3$ [4].

По данным работы [5] при производстве аккумуляторных батарей содержание свинца в воздухе составило $0,349 \pm 0,0107 \text{ мг/м}^3$, что превышает допустимый уровень $0,050 \text{ мг/м}^3$, при этом в крови работающих средний уровень свинца — $59,5 \pm 10,1 \text{ мкг/дл}$, при допустимом уровне 30 мкг/дл . Ряд публикаций показывает, что воздействие свинца на организм работников отмечается и при меньших концентрациях в воздухе рабочей зоны. Так, в исследовании [6] оценивали содержание свинца в воздухе рабочей зоны и уровни содержания свинца в крови у 233 рабочих различных промышленных предприятий в Кении. Содержание свинца в воздухе помещения производства аккумуляторных батарей составляло $0,133 \pm 0,039 \text{ мг/м}^3$, средние концентрации свинца в крови превышали 30 мкг/дл .

Таким образом, сопоставление литературных данных и результатов исследований авторов показывает на значительную вероятность обнаружения свинца в биосубстратах при высокой экспозиции к свинцу у работающих на производстве аккумуляторов.

Была проведена оценка санитарно-гигиенических характеристик местных отсосов. Для этого измерялись концентрации свинца: в приемных сечениях отсосов, в рабочей зоне, в зоне действия струй приточного воздуха. Оценка эффективности работы местных отсосов проводилась по

обеспечению ПДК в рабочей зоне и индексу экономичности [7]. Анализ полученных результатов показывает, что индекс экономичности местных отсосов ($K_{\text{ЭК}}$) на обследованных участках значительно больше 1 и равен: 11...35 (литьевой участок), 9...12 (участок намазки и сушки пластин), 6...14 (участок сборки аккумуляторов), 3...5 (участок обрубки и зачистки ушков). При соблюдении условия $K_{\text{ЭК}} > 1$, местные отсосы работают в оптимальном и экономичном режиме.

В то же время на всех обследуемых участках имеет место превышение ПДК ($0,05 \text{ мг/м}^3$) свинца в 1,2—4,0 раза, что свидетельствует о необходимости повышения эффективности местных отсосов за счет доработки конструкций и их приближения к источнику выделений с учетом технологического процесса [8]. Метеорологические параметры воздушной среды и скорости движения воздуха в рабочей зоне обследуемых участков соответствуют требованиям санитарных норм.

Следует отметить, что на сегодняшний день все исследуемые цеха снабжены системами общеобменной приточно-вытяжной вентиляции, которая обеспечивает подачу наружного очищенного воздуха на стационарные рабочие места и снижает уровень загрязнения воздушной среды. На модернизированном производстве предусмотрены приточные установки в комплекте с автоматикой, в них производится очистка наружного воздуха в фильтрах и нагрев воздуха в холодный период года.

Выводы

1. Концентрации свинца в воздушной среде помещений производства свинцово-кислотных аккумуляторов больших типов находились в диапазоне $0,045...0,23 \text{ мг/м}^3$, что превышает ПДК ($0,05 \text{ мг/м}^3$) до 4,6 раз. К наиболее неблагоприятным операциям можно отнести: зону обслуживания электропечи при разогреве свинца у литейщика, пайку и зачистку изделий на рабочих местах паяльщика и сборщика.

2. Несмотря на то что, по результатам технического обследования систем вентиляции характеристики вентиляционного оборудования соответствуют паспортным данным, местные отсосы имеют оптимальные показатели индекса экономичности, концентрации свинца в зоне дыхания работников на участках намазки и сушки пластин, на рабочих местах их выгрузки, на мельничном участке, а также на участке сборки превышают ПДК. Для снижения уровня загрязнения воздушной среды свинцом необходима доработка конструкций местных отсосов (их дополнительная капсуляция или приближение

к источникам вредностей) с учетом технологических процессов.

3. Результаты исследования показали, что в ходе технологического процесса производства свинцовых аккумуляторов имеются условия повышенного риска здоровью работающих, а возникающие нарушения при эксплуатации вентиляционного оборудования, увеличивают этот риск многократно.

Список литературы

1. Корбакова А. И., Соркина Н. С., Молодкина Н. Н., Ермоленко А. Е., Веселовская К. А. Свинец и его воздействие на организм (обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. — 2001. — № 5. — С. 29–34.
2. ГОСТ 12.3.018—79 Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.

3. ГОСТ 17.2.4.06—90 Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения.
4. Янин Е. П. Эколого-геохимические аспекты воздействия аккумуляторной промышленности на окружающую среду // Ресурсосберегающие технологии. — 2002. — № 18. — С. 3–33.
5. Were F. H. (I), Moturi M. C., Gottesfeld P., Wafula G. A., Kamau G. N., Shiundu P. M. Lead exposure and blood pressure among workers in diverse industrial plants in Kenya // J. Occup Environ Hyg. — 2014. — No. 11 (11). P. 706–715.
6. Were F. H. (I), Kamau G. N., Shiundu P. M., Wafula G. A., Moturi M. C. Air and blood lead levels in lead acid battery recycling and manufacturing plants in Kenya // J. Occup Environ Hyg. — 2012. — No. 9 (5). — P. 340–344.
7. Гримитлин М. И., Позин Г. М., Тимофеева О. Н. и др. Вентиляция и отопление машиностроительных предприятий. — М.: Машиностроение, 1993. — 288 с.
8. Маркова О. Л., Иванова Е. В. Современные решения улучшения качества воздушной среды на рабочих местах электрогазосварщиков // Медицина труда и промышленная экология. — 2015. — № 2. — С. 5–8.

O. L. Markova, Senior Researcher, **E. V. Ivanova**, Researcher, **M. N. Kir'yanova**, Senior Researcher, e-mail: mrn@ro.ru, **V. P. Plekhanov**, Researcher, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg

Up-To-Date Decisions for Optimization of Air Environment Quality in Lead-Acid Accumulator Production

Stages of technological process of lead-acid accumulator production, taking into account newly installed ventilation systems and technological equipment, are described. Findings on lead and sulphuric acid aerosol concentrations at workplaces of major production jobs such as crusher, smelter, assembler and solderer are given. Technological process improvement and ventilation system modernization resulted in 50-fold average decrease of workplace lead air concentrations during last 20 years.

Current need in lead-acid accumulator use in industrial complex is great, and technological updating of production requires active integrated studies and revealing further improvement of working conditions.

Lead air concentrations in workrooms for large lead-acid accumulator production ranged from 0,045...0,23 mg/m³, which exceeds MAC (0,05 mg/m³) up to 4,6 times, in spite of the fact that engineering survey showed local exhaust systems to have optimal parameters. To reduce lead air pollution level further design modification of local exhaust equipment as well as of the whole ventilation system is required.

Keywords: lead-acid accumulators, workplace air, ventilation system effectiveness

References

1. Korbakova A. I., Sorokina N. S., Molodkina N. N., Ermolenko A. E., Veselovskaya K. A. Lead and its effects in human body (review of literature). *Occupational Medicine and Industrial Ecology*. 2001. No. 5. P. 29–34.
2. State Standard ГОСТ 12.3.018—79 Ventilation Systems. Methods of Aerodynamic Tests.
3. State Standard ГОСТ 17.2.4.06—90 Nature Protection. Atmosphere. Speed and expenditure determination methods of gas-and-dust flows emitted by stationary pollution sources.
4. Yanin E. P. Ecological-and geochemical aspects of accumulator production effects on the environment. *Resource-saving technologies*. 2002. No. 18. P. 3–33.

5. Were F. H. (I), Moturi M. C., Gottesfeld P., Wafula G. A., Kamau G. N., Shiundu P. M. Lead exposure and blood pressure among workers in diverse industrial plants in Kenya. *J. Occup Environ Hyg*. 2014. No. 11 (11). P. 706–715.
6. Were F. H. (I), Kamau G. N., Shiundu P. M., Wafula G. A., Moturi M. C. Air and blood lead levels in lead acid battery recycling and manufacturing plants in Kenya. *J. Occup. Environ Hyg*. 2012. No. 9 (5). P. 340–344.
7. Gritmitlin M. I., Pozin G. M., Timofeeva O. N. et al. Ventilation and Heating of Engineering Plants. Moscow: Mashinostroenie, 1993. 288 p.
8. Markova O. L., Ivanova E. V. Contemporary solutions for better air quality at electric welders workplace. *Occupational Medicine and Industrial Ecology*. 2015. No. 2. P. 5–8.



УДК 622.413.4:658.3

А. С. Голик, д-р техн. наук, проф., e-mail: kemmaneb@rambler.ru, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет),
И. К. Галеев, д-р мед. наук, проф., зам. директора, Кемеровский областной центр медицины катастроф, **А. Б. Муллов**, канд. мед. наук, зам. зав. медицинским центром, Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров МЧС России, Новокузнецк, Кемеровская область

Мобильный подземный реаниматологический комплекс для спасения пострадавших при авариях в угольных шахтах

Отмечено, что угольная отрасль — одна из отраслей с наиболее опасными условиями труда. Аварии в угольных шахтах, сопровождаемые пожарами, взрывами, обрушениями и др., приводят к травмированию шахтеров. Продолжительность эвакуации пострадавших от места аварии в шахте на поверхность значительно превышает "золотой час", когда оказание экстренной медицинской помощи наиболее эффективно. Предложена новая технология спасения пострадавших: помощь медиков в подземных условиях на месте травмирования шахтеров в специальном мобильном подземном реаниматологическом комплексе.

Ключевые слова: пожары, взрывы, обрушения, загазованность в шахтах, эвакуация пострадавших, "золотой час" оказания экстренной медицинской помощи, мобильный подземный реаниматологический комплекс, тактика лечебно-эвакуационного обеспечения

Угольная отрасль одна из наиболее, если не самая трудоопасная. Взрывы метана и угольной пыли, подземные пожары, завалы, загазованность и другие аварии, наиболее опасные по количеству пострадавших шахтеров.

После распада СССР, когда Украина и Казахстан выделились в самостоятельные государства, Кузбасс стал в России главным угледобывающим регионом — здесь добывается свыше 50 % угля России и 75 % коксующихся углей. В настоящее время угольные шахты оснащены современной высокопроизводительной отечественной и зарубежной горнопроходческой и добычной техникой мирового уровня. Однако современная техника и технология добычи угля, применяемые в настоящее время, не обеспечивают безопасность работающих под землей.

Средства индивидуальной защиты органов дыхания не всегда являются надежной защитой. Кроме того, они иногда сами являются источником взрыва. Например, возгорание самоспасателя на шахте "Зыряновская" в г. Новокузнецк привело к взрыву метана и угольной пыли с тяжелыми последствиями.

Угольная промышленность Кузбасса, наряду с устойчивым ростом добычи угля сопровождается целенаправленной системой мероприятий, способствующих повышению уровня безопасности

труда в отрасли. Несмотря на обновление материально-технической базы, совершенствование технологии способов добычи угля, усиление внимания к вопросам безопасности труда, сохраняется потенциальная угроза возникновения аварийных ситуаций, приводящих к травмированию и гибели шахтеров. Поэтому совершенствуется горноспасательная служба и служба оказания медицинской помощи пострадавшим шахтерам. Разрабатываются новые технологии добычи, новое горношахтное оборудование, новые технологии спасения пострадавших.

Первоочередной задачей в случае возникновения аварийной ситуации, угрожающей жизни и здоровью шахтеров, является вывод людей в безопасную зону, оказание необходимой помощи в минимально возможные сроки. Эта задача решается силами военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ). Для оказания специальной медицинской помощи на месте аварии и доставки травмированных в медицинские учреждения горноспасателей в их состав включены специальные реанимационно-противошоковые группы (РПГ).

Система оказания медицинской помощи пострадавшим при аварии в шахтах включает в себя два этапа. На первом этапе предусматривается само- и взаимопомощь шахтеров непосредственно во время происшествия, медицинская помощь

работниками РПГ ВГСЧ на месте несчастного случая и по пути транспортировки их из шахты на поверхность и в больницу. На втором этапе обеспечивается квалифицированная врачебная помощь после доставки в больницу в приемном покое, реанимационном или травматологическом отделении.

Эта система оказания медицинской помощи при авариях в шахтах эффективна при незначительных травмах. С поступлением на шахты высокопроизводительной проходческой и добычной техники снижается число незначительных травм. Вместе с тем увеличивается доля тяжелых и сочетанных травм. Продолжительность эвакуации пострадавших с такими травмами от места аварии в шахте на поверхность и до медицинских травматологических учреждений значительно превышает так называемый золотой час, когда оказание экстренной медицинской помощи является наиболее эффективным.

Случаи оказания высококвалифицированной помощи непосредственно в шахтах Кузбасса известны. Так, 17 февраля 1997 г. при ликвидации аварии на шахте "Коксовая-1" была проведена необычная операция реанимационно-противошоковой группой военизированного горноспасательного отряда (ВГСО) № 15 г. Прокопьевска. Нога шахтера в результате обрушения кровли была придавлена глыбой угля. Попытка горноспасателей освободить ногу пострадавшего не увенчалась успехом. Работа по освобождению длилась 9 часов при угрозе повторного обрушения. Было принято решение, с согласия пострадавшего, об ампутации ноги. Ампутирование было успешно проведено врачом РПГ ВГСО № 15 г. Прокопьевска Г. Л. Колосовым, и была спасена жизнь шахтера. После эвакуации пострадавшего из шахты в месте, где он был придавлен глыбой угля, произошло повторное обрушение угля и породы. Это доказывает правильность принятого решения об ампутации ноги в шахте. Ампутация происходила в сложных условиях. К пострадавшему мог подползти только один человек при недостатке света и практически на ощупь [1].

Оказание экстренной медицинской помощи в подземных условиях значительно сложнее, чем на поверхности, вследствие трудностей доступа к пострадавшим, наличие непригодной для дыхания атмосферы, одномоментного действия токсического, термического и механического характера поражающих факторов на пострадавшего шахтера в замкнутом пространстве.

В шахте сложно определить, какое поражение пострадавшего имеет место: биологическая или клиническая смерть. Открытые участки кожи пострадавшего шахтера, как правило, покрыты

угольной пылью и труднодоступны для осмотра, температура тела высока в результате повышенной температуры окружающего воздуха. Из-за отсутствия освещения оценка зрачковых рефлексов затруднительна или вовсе невозможна. Проведение комплекса сердечно-легочной реанимации пострадавшему в агрессивной среде шахты, непригодной для дыхания атмосфере представляется сложным и малоуспешным мероприятием [2].

С учетом вышеизложенного, авторы предлагают новую технологию спасения пострадавших при авариях в угольных шахтах. Для этого необходимо усовершенствовать тактику лечебно-эвакуационного обеспечения тяжелопораженных и травмированных шахтеров. На большинстве угольных шахт горные работы ведутся на глубине 400 м и более. По статистике даже при одиночной травме, не связанной со взрывом или пожаром, продолжительность подъема пострадавшего на поверхность и доставка его в больницу или травмпункт составляет 1 час 30 мин и более. При сложных авариях — пожар, взрыв — время эвакуации значительно возрастает. Эффективное оказание экстренной медицинской помощи, обеспечивающей жизнеспособность пострадавшего, возможно только в течение "золотого часа". Чтобы уложиться медикам в "золотой час" эффективного оказания помощи пострадавшим, было предложено приблизить специализированную медицинскую помощь к очагу аварии и создать врачам условия для эффективной работы.

Для этого был создан мобильный подземный реаниматологический комплекс (см. рисунок) для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим на месте возникновения аварии, включающий средства противошоковой терапии, системы жизнеобеспечения и энергообеспечения с размещением средств реанимации и экстренной медицинской помощи. Комплекс, представляющий собой модуль, оборудованный системой герметизации внутренней среды, обеспечивает достаточные условия для физиологического дыхания без использования кислородных изолирующих дыхательных аппаратов внутри комплекса путем создания повышенного давления кислородно-воздушной среды. Для создания дыхательной среды внутри комплекса использована система подачи кислородно-воздушной смеси. Для размещения пациента (пострадавшего) применяют жесткие функциональные носилки с изменяемой геометрией, что позволяет придать пациенту требуемое положение.

Минимальное медицинское оснащение включает: набор для проведения сердечно-легочной реанимации с портативным фиброскопом; набор



а)



б)

Мобильный подземный реаниматологический комплекс:
а — общий вид; б — вид внутри

для ввода разных сред, например, для оксигенации перфторана; инфузидат для ввода инфузионных сред; аппарат искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с автономным питанием; набор для выполнения плевральной пункции и дренирования, в том числе и портативный отсасыватель; противошоковый компрессионный костюм; набор вакуумных шин; жесткие носилки; портативный пульсоксиметр; аппарат для измерения артериального давления; набор медикаментов; система подачи кислородо-воздушной смеси.

Мобильный подземный реаниматологический комплекс, по сути, это аналог салона автомобиля скорой медицинской помощи с обеспечением условий для жизнедеятельности реаниматолога и пациента, укомплектованный соответствующим медицинским табельным оснащением.

Комплекс перемещается по шахте рельсовым или монорельсовым транспортом и подходит к месту происшествия на максимально близкое

расстояние в соответствии с планом ликвидации аварии конкретной шахты, с учетом медико-тактической обстановки в зоне аварийной ситуации и сохранности внутришахтовых транспортных коммуникаций.

Применение комплекса позволит обеспечить оптимальные условия для оказания первичной медико-санитарной и специализированной реанимационной помощи тяжелопораженным и травмированным в максимально короткие сроки, т. е. экстренная медицинская помощь будет оказана в течение "золотого часа", когда эта помощь является максимально эффективной.

Комплекс позволяет усовершенствовать тактику лечебно-эвакуационного обеспечения травмированных и тяжелопораженных шахтеров после аварий в угольных шахтах, приблизить специализированную реаниматологическую помощь к очагу аварии и позволяет врачам проводить все необходимые мероприятия на догоспитальном этапе.

Мобильный подземный реаниматологический комплекс не имеет аналогов в мировой практике и защищен в Федеральной службе по интеллектуальной собственности патентом на полезную модель № 134590 [3]. В настоящее время изготовлен опытный образец комплекса и готовятся его промышленные испытания.

7—10 июня 2016 г. в г. Новокузнецке Кемеровской области на базе выставочного комплекса "Кузбасская ярмарка" прошла 23-я Международная специализированная выставка "Уголь России и майнинг", 7-я Международная специализированная выставка "Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности", 2-я Международная специализированная выставка "Недра России".

На этом мероприятии экспонировался Мобильный подземный реаниматологический комплекс, опытный образец которого подготовлен крупнейшим в Кузбассе производителем горношахтного оборудования — Новокузнецким заводом СибэлектроКузбассшахттехнологии на базе разработки ученых и специалистов Кемеровского областного центра медицины катастроф в сотрудничестве с учеными и специалистами угольной отрасли.

Мобильный подземный реаниматологический комплекс разработан в соответствии с требованиями "Правил безопасности в угольных шахтах", предназначен для применения на предприятиях угольной промышленности для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим горнорабочим или горноспасателям,

находящимся в отдаленных рабочих зонах шахты, и для эвакуации пострадавших на поверхность.

Экспонат вызвал огромный интерес у специалистов и посетителей выставки. В номинации "Разработка и внедрение технических средств" награждены дипломом Гран-при: Новокузнецкий завод СибэлектроКузбассшахттехнологии и Кемеровский областной центр медицины катастроф.

Применение мобильного подземного реаниматологического комплекса — перспективное направление снижения летальных исходов среди травмированных и тяжелопораженных шахтеров при авариях и катастрофах в угольных шахтах.

Список литературы

1. **Ниренбург К. Г.** Травматизм со смертельным исходом на шахтах Кузбасса и научное обоснование его профилактики: автореферат диссертации канд. мед. наук. — М., 1979. — 28 с.
2. **Голик А. С., Зубарева В. А., Галеев И. К., Апальков А. С.** Оказание экстренной медицинской помощи в подземных условиях // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. — 2014. — № 2. С. 96—99.
3. **Патент № 134590** Российская Федерация, МПК EF21 11/00 Мобильный подземный реаниматологический комплекс / А. С. Голик, И. К. Галеев, А. Б. Муллоу, В. Н. Дроботов, В. А. Зубарева. Заявлено 02.07.2012; опубликовано 20.11.13 — бюллетень № 32.
4. **Федеральные нормы** и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах". 2014. Серия 05. Вып. 40.

A. S. Golik, Professor, e-mail: kemmaneb@rambler.ru, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, **I. K. Galeev**, Professor, Deputy Director, Kemerovo Regional Centre of Medicine of Accidents, **N. B. Mullov**, Deputy Head of Center, National Automobile Rescue Training Center for Training Rescuers and Minors of Emercom of Russia, Novokuznetsk, Kemerovo Region

Mobile Underground Resuscitation Complex for Saving the Victims in an Accident in a Coal Mine

The coal industry — one the sector with the most dangerous conditions of labour. Accidents in coal mines. Rescue of injured miners. The duration of the evacuation of victims from the scene of the accident at the mine to the surface is much higher than the "golden hour" when rendering emergency medical care is most effective, a new technology save the victims assistance and medicine in underground conditions at the site of injury of miners in a specially mobile underground complex resuscitation.

Keywords: fires, explosions, collapses, gas contamination of mines, affected the evacuation, the "golden hour" emergency medical assistance, mobile underground complex resuscitation, tactic evacuation security

References

1. **Nirenburg K. G.** Travmatizm so smertel'nyim ishodom na shahtah Kuzbassa i nauchnoe obosnovanie ego profilaktiki: avtoreferat dissertacii kand. med. nauk. Moskov, 1979. 28 p.
2. **Golik A. S., Zubareva V. A., Galeev I. K., Apal'kov A. S.** Okazanie jekstrennoj medicinskoj pomoshhi v podzemnyh uslovijah. *Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noj promyshlennosti*. 2014. No. 2. P. 96—99.
3. **Patent № 134590** Rossijskaja Federacija, МПК EF21 11/00 Mobil'nyj podzemnyj reanimatologicheskij kompleks / A. S. Golik, I. K. Galeev, A. B. Mullov, V. N. Drobotov, V. A. Zubareva. Zajavleno 02.07.2012; opublikovano 20.11.13. Bulletin' No. 32.
4. **Federal'nye normy** i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti "Pravila bezopasnosti v ugol'nyh shahtah". 2014. Serija 05. Vyp. 40.

УДК 534.835.45

В. Т. Панюшкин, д-р хим наук, проф., e-mail: panyushkin@chem.Kubsu.ru,

А. В. Вивчарь-Панюшкина, канд. геогр. наук, инженер,

В. В. Анисимов, канд. техн. наук, доц., Кубанский государственный университет, Краснодар

О возможном влиянии радиационного фона территорий Краснодарского края на здоровье населения

Рассмотрены вопросы о возможном влиянии радиационного фона территорий Краснодарского края на здоровье людей. Показано, что комплекс показателей неблагополучия в состоянии здоровья человека связан, в основном, с воздействием негативных факторов среды обитания.

Ключевые слова: естественные радионуклиды, риск заболевания, радиационный фон территорий

В докладе "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2014 году" [1] отмечается, что анализ связей в системе "среда-здоровье" в Краснодарском крае свидетельствует о том, что комплекс показателей неблагополучия в состоянии здоровья людей связан, в основном, с воздействием негативных факторов среды обитания человека (включая деятельность потенциально опасных производственных объектов, опасные природные явления и процессы и др.). Комбинированное влияние загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, как известно [2, 3], может вызывать различные, в том числе онкологические заболевания. Вместе с тем, в докладе [1] отмечается, что радиационная обстановка в Краснодарском крае на протяжении ряда лет остается стабильной и благополучной. Однако, как показывают проведенные исследования [4, 5], нельзя оставлять без внимания, в частности, естественный радиационный фон на территории Краснодарского края и его влияние на здоровье населения.

Не случайно Международная комиссия по радиационной защите и Научный Комитет ООН по действию атомной радиации рассматривают (1997 г.) хроническое воздействие малых и ультрамалых доз радиации на человека и среду его обитания, вызываемых естественными и искусственными радионуклидами, как ключевую проблему современной радиоэкологии [4].

Естественная радиоактивность в объектах биосферы в основном представлена космическими лучами и естественными радионуклидами (ЕРН).

Краснодарский край как аграрный регион России в плане исследований радиационного фона

изучен весьма слабо. Такое изучение различных территорий Кубани стало актуальным после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Потребовалось систематическое обследование загрязнений радионуклидами естественного происхождения и техногенных загрязнений. Кроме того, Краснодарский край испытывает существенную антропогенную нагрузку от последствий неправильного ведения разработок недр, например, деятельности Троицкого йодного завода, в результате которой на поверхности образовались отвалы бромида радия [6].

Особенно актуальным является изучение радиационного фона территорий, где располагаются санаторно-курортная зона Азово-Черноморского побережья, курорты Адыгеи, Кавказский биосферный заповедник.

Наиболее важно изучение распределения радионуклидов цезия-137, калия-40, урана-238, тория-232, стронция-90 и продуктов их распада, так как радиационная обстановка Краснодарского края определяется, в основном, наличием этих загрязнений [4].

В различных радиологических ситуациях (особенно это касается случаев, когда в окружающую среду поступают долгоживущие радионуклиды) аккумуляция радионуклидов растениями из почвы определяет исходные масштабы включения радионуклидов в пищевые цепи в системе: радиоактивные выпадения — почва — сельскохозяйственные растения — сельскохозяйственные животные — человек [7].

Для оценки вредных эффектов, возникающих под действием радиации и других факторов на

здоровье людей и окружающую среду необходимы объективные критерии оценки ущерба. Действующие в Российской Федерации нормативные документы основаны на концепции предельно допустимых уровней загрязнений, которые устанавливают ограничения на содержание радионуклидов и других вредных факторов в окружающей природной среде, но не дают возможность количественно оценить степень их потенциальной опасности. Последнее еще в большей степени относится к экосистемам, для которых нет даже четких ограничительных регламентаций.

Для оценки влияния радиации на здоровье людей в области малых доз разработана модель линейного беспорогового риска: величина риска, например, онкологического заболевания пропорциональна эквивалентной дозе излучения. Так, величина риска $R = 6 \cdot 10^{-4}$ означает, что при дозе облучения в 1 бэр (0,01 Зв) из каждых 10 000 человек, при определенных условиях, у шестерых обнаружится онкологическое заболевание, вызванное ионизирующим излучением (ИИ), а у первых двух поколений, по меньшей мере, одного из них, проявится вредное генетическое последствие. Такой подход оценки радиационной опасности реализуется законодательством США и Швеции [4].

В нормативных документах Агентства по защите окружающей среды США (EPA) удельные загрязнения радионуклидами и другими вредными веществами связывают с риском посредством слоп-факторов (удельного риска на единичное загрязнение). Тем самым концепция риска позволяет на основе объективных данных количественно оценить влияние различных отрицательных по своей природе факторов на здоровье людей и приоритетность их опасности. Факторы внешнего и внутреннего облучения, являющиеся банком данных, ежегодно дополняются и корректируются.

При определении степени опасности вредного влияния ИИ и других канцерогенных факторов на здоровье людей будем рассматривать риск относительно онкологических заболеваний как проявление одного из наиболее характерных вредных явлений.

Как было отмечено ранее [4], на территории края наиболее крупномасштабные загрязнения радионуклидами вызваны аварийными выбросами Чернобыльской АЭС. Оценим насколько опасны эти загрязнения в соответствии с методикой EPA для населения Кубани.

В работе [5] показано, что на территории Краснодарского края основными загрязнителями являются цезий-137 и стронций-90 с периодом полураспада 30 и 27,7 лет соответственно. При этом скорость миграции стронция-90 существенно

выше миграции цезия-137. Глубину миграции цезия-137 за истекший период со дня его выпадения можно принять 3...5 см для кубанских нераспаханных черноземов. Учитывая спектральные характеристики радионуклидов, приходим к выводу, что вклад стронция-90 во внешнем облучении можно считать пренебрежимо малым относительно цезия-137. Поэтому была дана [5] оценка риска онкологических заболеваний, создаваемого только цезием-137, в соответствии со следующей моделью: средний возраст населения — 30 лет, продолжительность жизни — 70 лет. Предполагается также, что все население края равномерно (т. е. $N_i/N = S_i/S = w_i$) проживает на всей его территории, тогда число людей, заболевших от внешнего облучения цезием-137, определяется как

$$N_i = NR \sum_{i=1}^n w_i q_i, \quad (1)$$

где R — величина единичного риска на единицу загрязнения; $N = 5 \cdot 10^6$ населения края; w_i , q_i — относительная заселенность и удельная поверхностная активность i -го загрязненного участка.

Расчеты [5] показали, что $N_i \approx 1194$ человек. Для сравнения отметим, что риск онкологических заболеваний вследствие рентгеновских обследований в США, пересчитанный на 70 лет, составляет величину $6,5 \cdot 10^{-4}$ [4].

Оценить величину риска онкологических заболеваний от поступления цезия-137 и стронция-90 внутрь организма по их содержанию в воздухе, питьевой воде и продуктах питания не представляется возможным из-за отсутствия данных.

Основными экологически значимыми естественными радионуклидами являются уран-238, торий-232 и продукты их распада. Известны данные о загрязнении почв и грунтовых вод ураном-238 [7]. Данные о содержании урана в воздухе отсутствуют и оценить величину риска при ингаляционном его поступлении не представляется возможным. Далее при оценке влияния радона, ингаляционное поступление будет рассмотрено. Систематические сведения по содержанию радона в воздухе отсутствуют. По данным работы [4] концентрация радона в непроветриваемых помещениях может достигать значений 150 Бк/м^3 .

Таким образом, проблема радона в крае является реальной. Согласно временным критериям от 10.06.91 г. № 5789-91 в старых зданиях среднегодовая удельная активность радона не должна превышать 200 Бк/м^3 , а в новых 100 Бк/м^3 . Проблема загрязнения радоном окружающей среды может вызываться двумя факторами: 1) бесконтрольным производством кирпича и других



стройматериалов из глин, богатых ураном-238; 2) возведением зданий на почвах с повышенным содержанием урана (радия) [1].

Риск, обусловленный присутствием во внешней природной среде различных источников ИИ, является аддитивной величиной, т. е.:

$$R = \sum_i R_i, \quad (2)$$

где R_i — риск, создаваемый i -м источником ИИ.

Следует отметить, что в случае одновременного присутствия различных по своей природе факторов, загрязняющих окружающую среду, аддитивность может нарушиться синергизмом.

Упомянутая выше система защиты окружающей среды США EPA, основанная на концепции риска, разработана и для ряда токсичных химических веществ (включая пестициды). Это позволяет проводить сравнительный анализ и оценку величины ущерба, наносимого здоровью людей различными загрязнителями окружающей среды. В частности, можно сравнивать радионуклидные загрязнения с канцерогенными химическими веществами по их вредному влиянию на здоровье людей. Для этого необходимо определить величину ущерба, наносимого химическими веществами путем оценки риска.

Величина риска онкологического заболевания в течение жизни связывается посредством соответствующего слоп-фактора с удельным поступлением химиката в организм человека, а также можно оценить риск для таких канцерогенов, как формальдегид и бензапирен, для которых систематически проводится мониторинг атмосферного воздуха [2, 3]. В таблице приведены удельные годовые значения рисков онкологических заболеваний.

Удельные годовые значения рисков онкологических заболеваний

№ п/п	Наименование канцерогенных факторов	Риск ущерба здоровью людей, выраженный в единицах годового удельного риска онкологических заболеваний
1	Радон-222 в непроветриваемом помещении	$2,2 \cdot 10^{-4}$
2	Формальдегид	$3 \cdot 10^{-6}$
3	Бензапирен	$6,7 \cdot 10^{-8}$
4	Никель (пыль)	$1,1 \cdot 10^{-6}$
5	Атразин на уровне ПДК (пестицид)	$4,5 \cdot 10^{-5}$
6	Капиан на уровне ПДК (пестицид)	$2,8 \cdot 10^{-6}$

Как следует из данных работы [1], основными причинами повышенной концентрации радона являются стройматериалы, качество которых никогда не контролировалось в Краснодарском крае, и подвальные помещения. При этом ущерб, наносимый радоном, примерно в 5 раз превышает ущерб, вызываемый канцерогенным пестицидом типа атразина.

В случае одновременного присутствия источников ИИ и химических загрязнителей правило простого сложения рисков не работает, поскольку результат воздействия на биологическую ткань любого из факторов не равен сумме воздействия каждого из них в отдельности. Результат суммарного воздействия может многократно превышать простую сумму и, следовательно, выражение (2) использовать в данном случае нельзя.

Современная концепция риска рассматривает и такое понятие, как приемлемый риск. Это понятие субъективно и основано на принятом обществом критерии опасности. Обычно считается, что годовой риск на уровне $<1 \cdot 10^{-4}$ приемлем (среднее значение риска). Однако при оценке приемлемого риска следует исходить из учета присутствия нескольких загрязнителей.

Если в основу экологического риска положить вероятность деградации, возмущаемой ИИ равновесной экосистемы в обозримом короткий срок (например, за период жизни одного поколения людей или более короткий интервал времени), то наибольший ущерб от источника ИИ создается при нелегальном ввозе через границу РФ радиоактивных отходов.

Захоронение радиоактивных отходов АЭС во всех странах с развитой атомной энергетикой является актуальнейшей проблемой. Нелегальный ввоз, например, в шлаке или других сыпучих инертных материалах радиоактивной "грязи" лишь одной разгрузки отработанного и/или переработанного горючего современной АЭС на тепловых нейтронах может привести к экологической катастрофе. При этом максимально возможный ущерб превысит ущерб, причиненный Чернобыльской катастрофой, более чем в 30 раз! Поэтому первостепенной экорадиационной задачей следует признать необходимость создания условий, гарантирующих предотвращение нелегального провоза через границу на территорию России радиоактивных отходов.

Если в основу риска положить интегральный ущерб, наносимый ИИ, то необходимо рассматривать радиоактивные загрязнения, характерные для значительных площадей проживания людей, возделывания с/х продукции, лесных массивов, водоемов и акваторий. Такие данные отсутствуют. Вместе с тем определение радиационного риска

с помощью общего понятия — "деградация внешней среды" неоднозначно, поскольку уровень критических доз для различных экосфер, животных и растений существенно различен. Из животного мира, как известно, наиболее радиочувствителен человек.

Следовательно, при отсутствии полной информации, наиболее корректно определять величину экологического риска по риску относительно человека, если он вычислен не на основании локального радиоактивного загрязнения, а на основе полной коллективной эффективной эквивалентной дозы, т. е. дозы, получаемой поколением большого числа людей от конкретного источника ИИ за время жизни. С этой точки зрения выделяются две радиационные проблемы: первая — проблема радона, особенно в районах с повышенным содержанием урана, тория в поверхностных слоях почвы и вторая — загрязнения территории радионуклидами Чернобыльской АЭС.

В районах с повышенным содержанием урана строительство новых детских оздоровительных учреждений и жилых зданий в обязательном порядке должно проходить предварительное обследование территорий и стройплощадок на содержание урана-238, тория-232 и выделение радона из почвы. В Краснодарском крае таковыми районами являются: Анапский, Крымский, Мостовской, Лабинский, Отрадненский и др. Здесь же следует отметить, что использование глин с повышенным содержанием урана для производства стройматериалов (кирпича и т.д.) требует обязательной сертификации с тщательной проверкой готовой продукции на содержание естественных радионуклидов.

Обнаруженный повышенный риск, связанный с выделением радона, указывает на необходимость проведения паспортизации существующих и строящихся в городах жилых зданий, детских, оздоровительных и лечебных заведений.

Как было отмечено ранее [4, 5], радиоактивные загрязнения Чернобыльской АЭС неравномерны и охватывают значительную площадь края. В этом вопросе нет полной ясности, поскольку неизвестна суммарная величина риска, создаваемого на некоторых участках несколькими источниками ИИ. Для объективной оценки радиационного риска, связанного с Чернобыльскими загрязнениями, необходимо учитывать вклад стронция-90, данные о котором отсутствуют.

Если на основании представленных выше данных и анализа ущерба, вызываемого независимыми факторами, загрязняющими окружающую среду, построить последовательность проблем по их экологической значимости, то она будет следующей:

1) проблема защиты края (и всей России) от возможного нелегального провоза высокоактивных отходов атомной энергетики;

2) радиационная проблема урана, тория;

3) проблема радона в помещениях;

4) проблема химических загрязнений (пестицидов);

5) радиационная проблема аварийных выбросов Чернобыльской АЭС (без учета стронция-90).

В данной работе не рассматривался экологический риск, вызванный калием-40 и стандартными источниками ИИ. Согласно исследованиям [6] наибольшая аномалия находится на территории Троицкого йодного завода. Величина риска онкологических заболеваний за год жизни в условиях завода составляет около $7,83 \cdot 10^{-6}$. Радиоактивные загрязнения Троицкого йодного завода, как и стандартные источники ИИ, локализованы в пространстве, контролируемы и, безусловно, представляют определенную опасность для человека. Тем не менее в неаварийном состоянии они не представляют экологической опасности.

Поиск общей концепции решения любой технической проблемы, каковой в значительной степени является и экорадиационная проблема, состоит в использовании прогрессивных технологий, средств вычислительной техники, современной организации труда и исполнительской дисциплины. Таким образом, можно обозначить перечисленные проблемы и возможные пути их решения.

Проблема предотвращения нелегального ввоза (привоза) радиоактивных отходов атомной энергетики решается автоматизированной непрерывной регистрацией гамма-фона, создаваемого грузами, содержащими гаммаизлучающие радионуклиды в конечных и узловых точках транспортных коммуникаций (морских и авиапортах, шоссе и железных дорогах). С целью предотвращения нелегального ввоза высокоактивных отходов атомной энергетики на территорию России на региональном законодательном уровне, необходимо обеспечить надежный дозиметрический контроль ввозимых сыпучих грузов (шлаков, щебня, удобрений, угля и т.д.). Проблема решится однозначно, если выполнять соответствующее постановление Правительства РФ по ЕГАСКРО (единой государственной автоматизированной системе контроля радиационной обстановки).

Экорадиационная проблема загрязнений естественными радионуклидами ураном-238 (радием-226), торием-232 и калием-40 решается путем анализа содержания радионуклидов в соответствующей экосфере. Проблема осложнена необходимостью знания состояния равновесия соответствующих радиоактивных рядов. Для решения проблемы требуется наличие радиационно-аналитической лаборатории и высококвалифицированного обслуживающего персонала, чего нет в настоящее время в Краснодарском крае.

Проблема радона в помещениях решается путем измерения среднегодовой концентрации (удельной активности) его в воздухе. Требуется проведение паспортизации помещений жилого фонда,



детских учреждений с указанием особенностей первых этажей и возможности поступления радона из подвальных помещений, учета наличия в грунтах ураносодержащих глин, проведения сертификации всей строительной продукции на наличие естественных радионуклидов рядов урана-238, тория-232 и объектов (карьеров), поставляющих соответствующие материалы.

Проблема загрязнений искусственными радионуклидами Чернобыльской АЭС. Особенность миграционных процессов. Участки территории края, загрязненные цезием-137 и стронцием-90, с существенно различными скоростями миграции, требуют особого внимания: большие загрязненные земные поверхности под действием осадков обуславливают вымывание радионуклидов и значительное неконтролируемое загрязнение водоемов, их обитателей и растительности. В данном случае неконтролируемость облучения может представлять как экологическую опасность, так и опасность относительно здоровья человека вследствие существования неконтролируемых биологических цепочек. Значительную экологическую опасность может представить механизм накопления радионуклидов в водоемах или реках даже при незначительных удельных загрязнениях больших площадей водосбора. Поскольку данный вопрос достаточно важен, то остановимся на нем несколько подробнее.

Для грубых оценок можно предположить, что вся активность загрязненных поверхностей под воздействием, например атмосферных осадков, сносится в водоем и в нем накапливается. При этом максимально возможную удельную активность водоема-сборника можно определить с помощью неравенства

$$q_2 < q_1 \frac{S_1}{S_2}, \quad (3)$$

где q_1 и S_1/S_2 — удельная активность водосбора и отношение поверхностей (объемов) водосбора и водоема-сборника соответственно. Как правило, $S_1/S_2 > 1$. Например, для водоема-сборника — Краснодарского водохранилища величина $S_1/S_2 \approx 75$. В Краснодарском водохранилище наибольшая удельная активность цезия-137 может достигать значений от 0,25 до 18...20 Ки/км² и в 3—5 раз меньше этой величины по активности стронция-90 при данном загрязнении водоема. Этим механизмом может объясняться образование линз и сильных неоднородностей в случае естественных радионуклидов при геологическом формировании местности и, в частности, Кубани и т. д.

Выражение (3) не учитывает характер процесса накопления, связанного с миграцией и распадом радионуклидов во времени. Процесс накопления радионуклидов в общем случае имеет сложный

характер и учет всех его особенностей требует специального рассмотрения.

Для надежного контроля радиационного состояния окружающей природной среды необходимы диагностические средства и соответствующие специалисты. Стандартные дозиметры и радиометры удовлетворяют требованиям, предъявляемым нормами радиационной безопасности и радиационной гигиены. Эксплуатация этих приборов не требует глубоких знаний и высокой квалификации.

При решении экорационных проблем необходимы также специальное оборудование, лабораторные анализы и высококвалифицированные специалисты со специальной подготовкой. Невыполнение этих требований приводит к грубым ошибкам.

Для решения экорационных проблем Краснодарскому краю необходима базовая радиационно-аналитическая лаборатория, оснащенная необходимым оборудованием и соответствующими высококвалифицированными специалистами.

Достоверная, доступная и полная информация по различным экологическим проблемам и, в частности, по радиационной экологии должна представляться природоохранными и другими ответственными государственными органами широким кругам общественности для формирования правильного мнения об этих проблемах и для привлечения людей к участию в их решении.

В принятии управленческих решений экспертные оценки и рекомендации должны играть все возрастающую роль по мере накопления научного и практического опыта действий в рискованных экологических ситуациях. Это тем более актуально в условиях ограниченности финансовых ресурсов, отпущенных на природоохранные мероприятия.

Выводы

1. В последние годы (2005—2015 гг.) радиационная обстановка в Краснодарском крае не претерпела существенных изменений по сравнению с предыдущими годами и в основном формировалась под действием естественных радионуклидов: урана-238 (радия-226), тория-232 и продуктов их распада, калия-40, аварийных радиоактивных выбросов Чернобыльской АЭС, космического излучения и техногенных источников ионизирующего излучения.

2. Естественный радиационный фон 10...20 мкР/ч характерен для большей части территории Краснодарского края. На территории республики Адыгея, в горных областях, а также по побережью Черного моря от Дагомыса до границы с Абхазией (р. Псоу) до 20...25 мкР/ч, что объясняется, в основном, характером горных образований, слагающих тот или иной район Краснодарского края.

3. Из всех территорий Краснодарского края наиболее подвержена радиоактивному загрязнению территория Троицкого йодного завода Крымского района, на которой происходит деградация почв, их засоление и потеря плодородия, что будет иметь место и в будущем.

4. Увеличение концентрации радона в воздухе жилых помещений связано с геофизическими процессами (тектонические подвижки, землетрясения и др., приводящие к изменению ландшафтов).

5. Фактор аэрогенного воздействия на состояние здоровья населения является основным и выражается в том числе в онкологических заболеваниях.

Список литературы

1. Доклад "О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2014 г." — Краснодар, 2015. — 206 с.

2. Анисимов В. В., Вивчарь-Панюшкина А. В., Ксандопуло С. Ю., Панюшкин В. Т. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Краснодара с использованием показателя суммарного загрязнения "Р" // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 9. — С. 32—36.
3. Анисимов В. В., Вивчарь-Панюшкина А. В., Панюшкин В. Т. Оценка канцерогенной опасности для населения Краснодара вызванной загрязнением атмосферного воздуха // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 6. — С. 45—48.
4. Цветкова Т. В., Невинский И. В., Панюшкин В. Т. Экологический мониторинг и прогноз катастроф. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2005. — 347 с.
5. Вивчарь-Панюшкина А. В. Дисс. на соискание уч. степени канд. географ. наук. — Краснодар, Кубанский государственный университет, 2004. — 228 с.
6. Панюшкина А. В., Тюрин В. Н., Чистяков В. И. Экологический анализ территории Троицкого йодного завода // Изв. вузов, Северокавказский регион: Естественные науки. — 2001. — № 2. — С. 64—67.
7. Панюшкина Г. И., Наголевский В. Я. Распределение и миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове Краснодарского края // Вестник Южного научного центра РАН. — 2007. — Т. 3. — № 2. — С. 117—120.

V. T. Panyushkin, Professor, e-mail: panyushkin@chem.Kubsu.ru,
A. V. Vivchar-Panyushkina, Engineer, V. V. Anisimov, Associate Professor,
Kuban State University, Krasnodar

About Possible Influence of a Radiation Background of Territories of Krasnodar Krayj on Health of the Population

We present some data on the possible effect of background radiation on the territory of Krasnodar Region on public health. It should be noted that the background radiation generated by natural radionuclides: uranium-238 (radium-226), thorium-232 and its decay products; Potassium-40; Emergency radiation from Chernobyl (Chernobyl) 1986; cosmic radiation and man-made sources of ionizing radiation. Natural background radiation 10...20 mR/h is typical for most of the Krasnodar Territory. On the territory of the Republic of Adygea, in mountain areas, as well as along the coast of the Black Sea from Dagomys to the border with Abkhazia (river Psou.) 20...25 mR/h, which is explained mainly nature rock formations, composing one or another region of Krasnodar the edges. Of all the areas of Krasnodar region most exposed to radioactive contamination of the Krymsk district Troitsky Iodine Plant, where there is soil degradation, salinity and loss of fertility that will occur in the future. Increasing the concentration of radon in indoor air is associated with geophysical processes (tectonic movements, earthquakes, etc., Resulting in a change in the landscape). Factor aerogenic impact on public health is the primary and expressed including cancer.

Keywords: natural radionuclides, the risk of disease, background radiation territories

References

1. The report About a condition of environmental management and about environmental protection of Krasnodar Krai in 2014. Krasnodar, 2015. 206 p.
2. Anisimov V. V., Vivchar-Panyushkina A. V., Kсандопуло С. Ю., Панюшкин В. Т. Estimation of level of pollution of atmospheric air of Krasnodar with use of an indicator of the total pollution "P". *Life Safety*. 2015. No. 9. P. 32—36.
3. Anisimov V. V., Vivchar-Panyushkina A. V., Panyushkin V. T. Estimation of the cancerogenic danger to the population of Krasnodar caused by pollution of atmospheric air. *Life Safety*. 2016. No. 6. P. 45—48.

4. Tsvetkova T. V., Nevinsky I. V., Panyushkin V. T. Environmental monitoring and forecast of accidents. Krasnodar: Education South, 2005. 347 p.
5. Vivchar-Panyushkina A. V. Diss. degree of kandidat geographical sciences. Krasnodar, Kuban State University, 2004. 228 p.
6. Panyushkina A. V., Tyurin V. N., Chistyakov V. I. Ekologichesky analysis of the territory of the Troitsk iodine plant. *News Izv. higher education institutions, the North Caucasian region: Natural sciences*. 2001. No. 2. P. 64—67.
7. Panyushkina G. I., Nagolevsky V. Ya. Distribution and migrations of radionuclides in a soil and vegetable cover of Krasnodar Krai. *Bulletin of the Southern scientific center of RAS*. 2007. V. 3. No. 2. P. 117—120.



УДК 304.2

О. Н. Русак, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: rusak-maneb@mail.ru, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

Безопасность детей как проблема национальной безопасности России

Приведена информация, характеризующая состояние безопасности российских детей. Показана недостаточность и паллиативность мер, принимаемых государством для сохранения жизни и здоровья наших детей. Отмечено, что в России отсутствует система детствосбережения, нет единого федерального органа власти, ответственного за реализацию государственной политики и действий в интересах детей.

Ключевые слова: дети, опасность, безопасность, абсолютная безопасность, несчастные случаи, система обеспечения безопасности детей

Во Всеобщей декларации прав человека, принятой и провозглашенной Генеральной Ассамблеей ООН 10 декабря 1948 года, сказано, что "материнское и младенчество дают право на особое попечение и помощь" (статья 25.2). В декларации отмечается, что "ребенок ввиду его физической и умственной незрелости" нуждается в специальной охране и заботе, включая надлежащую правовую защиту как до, так и после рождения.

20 ноября 1989 года Генеральная Ассамблея ООН приняла Конвенцию о правах ребенка, которая является основным международным правовым документом обязательного характера, посвященным широкому спектру прав ребенка.

Россия является государством — участником указанной Конвенции. Согласно Конвенции, "ребенком является каждое человеческое существо до достижения 18-летнего возраста". Государства — участники Конвенции принимают меры для борьбы с незаконным перемещением и невозвращением детей из-за границы, предотвращают похищение и торговлю детьми, обеспечивают защиту детей от пыток и жестокого обращения. В Конвенции приведен исчерпывающий перечень обязательств государств по защите детей.

На основе Конвенции о правах ребенка в России издан Указ Президента РФ от 1 июня 2012 года № 761 "О национальной стратегии действий в интересах детей на 2012—2017 годы". В стратегии указаны следующие основные проблемы детства в России:

- неисполнение международных стандартов в области прав ребенка;
- распространенность жестокого обращения и всех форм насилия в отношении детей;
- нахождение детей в социально опасном положении;
- нарастание новых опасностей, связанных с распространением информации, угрожающей жизни и здоровью детей;
- отсутствие действенных механизмов для решения вопросов, затрагивающих детей непосредственно, и др.

В качестве первоочередных в стратегии предусматриваются следующие меры:

- модернизация государственного статистического наблюдения в сфере защиты детей;
- формирование системы мониторинга для оценки эффективности политики в области детства;
- внедрение передового опыта в сфере профилактики жестокого обращения с детьми и др.

Распоряжением Правительства РФ от 15 октября 2012 г. № 1916-р утвержден "План первоочередных мероприятий до 2014 года по реализации важнейших положений Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012—2017 годы". План включает 79 мероприятий, рассчитанных на выполнение в течение 14,5 месяцев, что представляется весьма проблематичным. Обращает на себя внимание тот факт, что срок действия плана меньше срока действия национальной стратегии.

В одной из статей под названием "Строительство справедливости" президент России В. В. Путин отмечал проблему численности населения в нашей стране, которое составляет лишь 2 % от жителей Земли. Не реализовывая масштабный, долгосрочный проект демографического развития, наращивания человеческого потенциала, Россия рискует превратиться в глобальном смысле в "пустое пространство".

По статистическим данным численность населения России составляет 146,5 млн человек. По оценке экспертов при инерционном сценарии, т. е. при сохранении существующих и отсутствии новых мер, к 2050 г. численность населения составит порядка 107 млн человек, и встанет вопрос самого существования нашего государства. Если же удастся сформулировать и реализовать эффективную, комплексную стратегию народосбережения, население России увеличится до 154 млн человек (Российская газета, 22.02.2012).

Следует отметить, что первая полная перепись населения России была проведена в 1897 г., численность населения в котором составляла примерно 126,5 млн человек. С 1897 по 1913 г. население России увеличилось до 150 млн человек,

т. е. средний прирост составил 1,5 млн человек в год, причем исключительно в результате превышения рождаемости над смертностью.

Важность демографического развития России, владеющей самой большой территорией, в 1761 г. отметил М. В. Ломоносов в своей работе "О сохранении и размножении российского народа": "...полагаю самым главным делом сохранение и размножение российского народа, в чем состоит величество, могущество и богатство всего государства, а не в обширности, тшетной без обитателей.

Как известно, численность населения непосредственно связана с рождением и сбережением детей. В Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012—2017 годы отмечено, что количество детей в нашей стране сократилось с 31,6 млн в 2002 г. до 25 млн в 2011 г.

На всех уровнях общественного мнения и государственной власти признается факт, что в России мало собственного народа. Приходится приглашать сотни тысяч мигрантов.

В то же время наряду с озабоченностью о будущем нашей страны в связи с малостью населения после распада Советского Союза на просторах России развернулась унижительная для великой державы передача детей, оставшихся без попечения родителей, иностранцам, преимущественно американским гражданам.

Министерство образования и науки РФ, одно из ведомств, ответственное наряду с Министерством здравоохранения и Министерством труда за обустройство безнадзорных детей, организовало сайт на пяти языках, по которому иностранцы могли легко подбирать наших детей как товар в магазине для усыновления или удочерения.

По официальным данным за 18 лет в США было вывезено 60 тыс. российских детей. На самом деле это количество вдвое больше.

По мнению некоторых сторонников усыновления, детей отправляют в чужую страну, чтобы там им было лучше, чем в России. "Усыновленные дети находят в семьях иностранцев любовь и заботу" — утверждал бывший министр образования и науки РФ А. Фурсенко. Однако достоянием гласности стали факты безнаказанного издевательства над нашими детьми в американских семьях, в результате которых десятки малолетних детей были убиты. Подсчитать точно всех погибших детей не представляется возможным. По сведениям МВД РФ, Интерпол не смог найти половину российских детей, взятых на усыновление (удочерение) иностранцами.

Проблемы, связанные с посягательством на территории США на жизнь и здоровье малолетних российских детей, усыновленных американскими гражданами, неоднократно обсуждались в ходе российско-американских переговоров на различных уровнях. Но вопрос не теряет своей актуальности. Выяснилась и разность подходов

к статусу ребенка. По российским законам маленький человек, увезенный в другую страну, остается гражданином России. А по американским законам наши усыновленные дети являются только гражданами США. Поэтому российские дипломаты не допускаются к судебным процессам, связанным с нашими детьми (Российская газета 27.11.2013).

Приведем только один пример отношения к усыновленным детям в США. Два брата — 3-летний Максим и 2-летний Кирилл Кузьмины были в 2012 г. усыновлены гражданами США. 21 января 2013 г. приемная мать убила Максима. Госдеп США отказывался сообщать Москве о гибели детей из России. Об этой трагедии случайно стало известно из некролога, опубликованного в местной газете.

Зачем детей вывозят за границу? Отнюдь не из филантропических побуждений. В усыновлении заинтересованы преступные транснациональные организации. Детей продают педофилам, торговцам человеческими органами, работоторговцам и т. п.

Логично напрашивается вывод: запретить вывоз детей за границу! В то же время следует отметить, что россияне пока мало усыновляют детей.

Возникают и другие вопросы, связанные с усыновлением. Закон об усыновлении американцами наших детей принят только в июле 2012 г. Как, на каком юридическом основании осуществлялся процесс передачи детей в США до принятия этого закона? Получается, что сотни тысяч детей переданы незаконно.

Следует обратить внимание на Конституцию РФ, где сказано (ст. 61):

1. Гражданин Российской Федерации не может быть выслан за пределы Российской Федерации или выдан другому государству.

2. Российская Федерация гарантирует своим гражданам защиту и покровительство за ее пределами.

В Конституции РФ записано (ст. 38) также, что материнство и детство, семья находятся под защитой государства.

Можно утверждать, что все действия, связанные с передачей детей за границу, противоречат Конституции РФ.

Международное усыновление, как показала практика, представляет опасность и ее следует запретить, как это сделано в других странах.

Проблема российских детей, оставшихся без попечения родителей, имеет одно достойное решение: воспитание детей в благоустроенных в соответствии с государственными требованиями детских домах. Ликвидация детских домов, чем озадачилось правительство РФ, это ошибочный, тупиковый курс, противоречащий интересам детей.

После более чем 20-летнего периода незаконного усыновления, принят Федеральный закон от 28 июля 2012 г. № 150-ФЗ "О ратификации Соглашения между Российской Федерацией и Соединенными Штатами Америки о сотрудничестве в области усыновления (удочерения) детей". Официальные лица считают, что принятый закон решит



все проблемы усыновления. Честные здравомыслящие люди с этим не согласны. Российско-американское соглашение о международном усыновлении лишь узаконит вывоз детей из России в США, но не сделает их жизнь безопасней. Этот закон просуществовал всего 5 месяцев. Благодаря счастливому стечению обстоятельств 28 декабря 2012 г. был принят Федеральный закон № 272-ФЗ. Неофициально, по предложению В. Никонова, этот закон назван Законом Димы Яковлева, в память о двухлетнем русском мальчике, убитым приемным отцом в США.

Из анализа проблемы детей в России следует неопровержимый вывод о том, что только социальное государство, каким и является Россия, может решить проблему детей, оставшихся без попечения родителей. Государство обязано в первую очередь создать для таких детей нормальные условия жизни в государственных детских домах, под жестким контролем соответствующих служб. Плохие детские учреждения следует приводить в порядок или строить новые, благоустроенные.

Рассматриваемая тема, связанная с жизнью детей, очень сложная, трогательная, в одной статье описать ее подробно невозможно.

Но есть замечательная книга, автором которой является Т. Н. Сидорова: "Беспризорные дети в России и в мире. Взгляд социолога" [1]. В книге развенчиваются мифы о беспризорности как явлении, которые наше правительство взяло на вооружение и включило в национальную стратегию действий в интересах детей (по официальным данным ЮНЕСКО 1,300 млн детей школьного возраста в России не посещают школу, попрошайничают, бродяжничают (Российская газета 22.06.12)).

Чиновникам особенно импонирует концепция семейного усыновления, которая не обоснована в педагогическом, социальном и правовом отношении. Презумпция потенциальной опасности всех видов деятельности постепенно находит признание у просвещенной части человечества. В значительной мере этому обстоятельству способствует система образования в области безопасности, созданная впервые в мире в России.

В настоящее время постепенно определяются контуры специальной образовательной области, которая включает такие разделы, как ОБЖ, БЖД, охрана труда, промышленная безопасность, профилактика чрезвычайных ситуаций и др. Приходит понимание широкими массами, что человек постоянно живет в мире потенциальных опасностей, от которых есть способы и методы защиты. Их надо знать и применять на практике!

Но знание законов безопасности, содержащееся в головах отдельных людей, недостаточно для обеспечения безопасности. Нужен коллективный разум, воплощенный в систему безопасности детей. Такой системы у нас пока нет.

Следует обратить внимание на неиспользование возможности обучения школьников по

предмету ОБЖ. Объем часов, отводимых на этот предмет, резко сократили за счет введения тем, не имеющих отношения к ОБЖ. В программах обучения по ОБЖ необходимо усилить подготовку личности безопасного типа поведения [2].

Рекомендуется вести обучение так, чтобы ребенок активно противостоял опасным действиям взрослых. Ярким примером являются события на Сямозере в Карелии. Дети предлагали переждать непогоду, но им не хватило именно свойств личности безопасного типа поведения. Этому не научила их школа. Нужно разработать специальные учебные программы, чтобы дети могли защитить себя сами.

К сожалению, нельзя утверждать, что на родине наши дети находятся в безопасности. Есть очень много причин и обстоятельств, когда дети страдают в своей стране. Вот некоторые примеры.

Большой проблемой являются **пропавшие дети**. Ежегодно объявляются в розыск тысячи детей. Так, в 2011 г. было объявлено в розыск 17 898 несовершеннолетних. Правда, большинство из них удается найти. Но все же в розыске остается еще достаточно много несовершеннолетних и малолетних детей.

В соответствии с официальным положением розыск пропавших детей начинается через 3 дня. Специалисты считают, что делать это следует немедленно, тогда работа будет результативней.

Пропавшие дети чаще других подвержены **преступным посягательствам**. Ниже приведены данные о числе несовершеннолетних, потерпевших от преступных посягательств (тыс. человек) [3].

Годы	2000	2005	2010	2011	2012
Всего потерпевших	104,1	175,1	100,2	93,2	89,2
Из них погибли	3,8	3,0	1,7	1,8	2,1

Данные о погибших детях сопоставимы с гибелью людей на производстве.

По уровню **суицидов** среди подростков Россия находится на одном из первых мест в мире. Средний показатель самоубийств среди населения подросткового возраста в нашей стране более чем в 3 раза превосходит средний показатель в мире. Причины и пути предотвращения суицидов анализировались на конференции, посвященной безопасности детей, в Санкт-Петербурге 30—31 мая 2012 г. [4].

В России ежедневно погибают 1—2 ребенка в результате **дорожно-транспортных происшествий**.

В среднем на **пожарах** в России погибает один ребенок в день.

Ежегодно в **водоемах** России гибнут более 1000 детей.

Общество напряженно реагирует на **чрезвычайные ситуации**, уносящие в одночасье жизни многих людей. Многочисленные людские потери, рассеянные в пространстве и времени, остаются

порой не замеченными, несмотря на их социальную значимость. Такова природа человека.

Трагическое событие, унесшее жизни 14 детей, находившихся на "организованном" отдыхе на Сямозере в Карелии, произошло 18.06.2016 г. Это событие представляет собой образец пренебрежения жизнью детей. Ни один из "организаторов" отдыха при этом не пострадал. Виновником трагедии следует считать государственные органы, допустившие системную цепь нарушений, обернувшихся гибелью детей.

При обсуждении карельской трагедии в Кремле выяснили, что в стране отсутствует система аккредитации и лицензирования детских лагерей, нет единых требований безопасности организации отдыха детей.

На этом же обсуждении сообщили, что в 2015 г. за 3 летних месяца на отдыхе погибли 1674 ребенка (Российская газета 30.06.2016, № 146). Это ли не чрезвычайная ситуация?

Наконец, еще об одной причине малого количества детей в нашей стране. Наука утверждает, что жизнь человека начинается с момента зачатия. Детям, которым не дали появиться на свет, огромная трагедия России.

По официальной статистике за 2013 г. в нашей стране было загублено в результате абортов 1 012 400 детских жизней. Аборты были легализованы в России в 1920 г. В СССР был запрет на них только с 1936 по 1955 г.

Массовая культура и СМИ на протяжении десятилетий вносят свой вклад в девальвацию семейных ценностей, пропагандируя личный материальный и культурный успех молодежи [5].

Россия сможет противостоять внешним вызовам только в том случае, если она в полной мере использует свой человеческий потенциал, не даст погибнуть миллионам детей от опасностей. Безопасность детей — вопрос национальной безопасности России.

Выводы и рекомендации

1. В России не исполняются положения Конвенции о правах ребенка. Должностные лица и организаторы — исполнители, указанные в Национальной стратегии в интересах детей и в Плане первоочередных мероприятий, обязаны принять меры к неукоснительному выполнению мероприятий, намеченных в указанных документах.
2. Вместо коллективных советов необходимо создать в стране единый федеральный орган, обеспечивающий соблюдение прав ребенка.
3. Организовать единую государственную статистическую систему наблюдения в сфере защиты детей.
4. Создать единую систему мониторинга для оценки состояния и эффективности мероприятий, проводимых в интересах детей.
5. Запретить передачу российских детей иностранцам, как это сделано в большинстве стран мира.
6. Создать научно-исследовательский институт детосбережения.
7. Организовать Всероссийский конкурс среди учителей ОБЖ по подготовке школьников как личностей безопасного типа поведения.

Список литературы

1. **Сидорова Т. Н.** Беспорядочные дети в России и в мире. Взгляд социолога. — М.: Лазурь, 2010. — 392 с.
2. **Михайлов Л. А., Киселева Э. М., Русак О. Н., Беспамятных Т. А.** Теория и методика обучения безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие. — М.: Академия, 2009. — 286 с.
3. **Российский статистический ежегодник.** Официальное издание, 2012. — 736 с.
4. **Проблемы безопасности детей и пути их решения.** Материалы первой Всероссийской научно-практической конференции. 30–31 мая 2012. — СПб., 2012. — 246 с.
5. **Митрополит Илларион.** Смерть до рождения. — Российская газета. 13.04.2016.

O. N. Rusak, Professor, Head of Chair, e-mail: rusak-maneb@mail.ru, Saint-Petersburg State Forest Technical University

Children Safety as a Problem of National Safety of Russia

The article provides information describing the state of Russian children's safety in various conditions of their location. Show failure and palliative measures taken by the State to preserve the life and health of our children.

In Russia there is no system of childhood preservation, no unified federal authority responsible for the implementation of public policies and actions in favor of children.

Keywords: children, danger, security, absolute security, an accident, the children safety system

References

1. **Sidorova T. N.** Besprizornie deti v Rossii i v mire. Vzglyad sociologa. Moscow: Lazur, 2010. 392 p.
2. **Mikhailov L. A., Kiseleva E. M., Rusak O. N., Bepamjatnyh T. A.** Teorija i metodika obuchenija bezopasnosti giznedejatel'nosti: Uchebnoe posobie. Moscow: Akademija, 2009. 286 p.

3. **Rossiiskij statističeskij ezhegodnik.** Oficialnoe izdanie, 2012. 736 p.
4. **Problemi bezopasnosti detej i puti ih reshenija. Materiali pervoj Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii. 30–31 maja, 2012.** Saint-Petersburg, 2012. 246 p.
5. **Mitropolit Illarion.** Smert' do rogdenija. Rossijskaja gazeta. 13.04.2016.

УДК 332.368

О. А. Завальцева, канд. биол. наук, доц., e-mail: z.olga1979@mail.ru,
Д. Е. Берсенева, студентка, Государственный гуманитарно-технологический университет, г. Орехово-Зуево, Московская область

Сравнительная оценка влияния антропогенных факторов на территории с разной функциональной организацией (на примере Москвы)

В работе дана сравнительная оценка эколого-геохимического состояния почв некоторых районов Москвы (Хорошевское шоссе, парк Кусково). Определены физико-химические показатели почвенной среды (рН, обменные основания, гумус, сульфаты, хлориды, тяжелые металлы и др.). Установлено превышение предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах города и высокое содержание нефтепродуктов на территории с высокой антропогенной нагрузкой. Установлено, что в условиях городской среды происходит существенная трансформация почв, даже на территориях, где отсутствует техногенная составляющая (парковые зоны).

Ключевые слова: урбанизация, показатели эколого-геохимического состояния почв, функциональная организация городской среды

Введение

Загрязнение почв при любом характере использования территории прямо или косвенно формирует экологические условия обитания человека.

Оценка состояния почв в крупных городах и их окрестностях стало одной из наиболее актуальных проблем современности. Городские почвы живут и развиваются под воздействием тех же факторов почвообразования, что и естественные почвы, но антропогенный фактор здесь становится определяющим. К настоящему времени для городов и городских агломераций наиболее полно систематизированы эколого-геохимические данные, отражающие важнейшие особенности деятельности человека как геохимического фактора [1, 2].

В условиях городской среды возможно существование различных геохимических барьеров, миграция элементов и их накопление. Для культурных слоев города характерны механические геохимические барьеры — асфальтобетонные покрытия, различные сооружения, фундаменты зданий, которые вносят значительный вклад в изменение теплового, водного и газового режимов, сокращают площадь испарения [3]. При этом следует отметить, что естественный почвенный покров в большей части современных городов уничтожен.

Кроме того, почвы городов подвержены загрязнению нефтепродуктами, которые обладают

высокой токсичностью по отношению к живым организмам. Почвы считаются загрязненными, если содержание нефтепродуктов достигает такой величины, при которой начинаются негативные изменения в почвах и окружающей среде, нарушается биологическое разнообразие, наступает гибель растений, наблюдается деградация свойств почв [4].

Главные промышленные источники загрязнения размещены, как правило, в городах, поэтому в Декларации международной организации почвоведов, принятой на 15-м Международном конгрессе почвоведов (г. Акапулько, Мексика) в 1994 г., к числу приоритетных направлений было отнесено изучение экологической обстановки на городских территориях.

Таким образом, почвенно-химические исследования на техногенно-загрязненных территориях городов в настоящее время играют большую роль. Особое значение имеет проведение мониторинга качества почвенного покрова с учетом функциональной организации территории, характера и степени антропогенной нагрузки на компоненты природной среды.

1. Объекты и методы исследований

Объектом настоящего исследования стали почвы Москвы в районах Хорошевского шоссе Северо-Западного округа и парка усадьбы Кусково

Восточного округа, т. е. на территориях с разной функциональной организацией.

По своему структурному формированию район Хорошево-Мневники достаточно точно напоминает средний по величине европейский город. В районе четко выражена жилая застройка с хорошо сложившимися кварталами, территория отдыха и рекреации, а также промышленная зона. На территории современного района Хорошево-Мневники расположено более 30 крупных промышленных предприятий города.

В районе Хорошевского шоссе было выбрано пять мест отбора проб почвы: станция метро Полежаевская, перекресток ш. Хорошевское и ул. 5-я Магистральная, перекресток ш. Хорошевское и 3-е транспортное кольцо, станция метро Беговая, ул. Зорге. Естественные (зональные) дерново-подзолистые, подзолисто-болотные и болотные почвы в районе исследования сохранились только в его периферийной части, а также на отдельных участках крупных лесопарков и парков (парк Березовая Роща, Чапаевский парк).

Второй объект исследования — лесопарк "Кусково" является уникальным памятником архитектуры и садово-паркового искусства XVIII века. Ценными природными объектами лесопарка являются более десяти деревьев, относящихся ко второй половине XVIII — началу XIX вв., — это липы и дубы в возрасте 200...250 лет.

Основу насаждений составляют березняки, значительную площадь занимают старые разреженные дубняки, а также липняки; имеются участки лесных культур из ели и лиственницы. В лесопарке произрастают редкие для Москвы травянистые растения: нивяник обыкновенный, ландыш майский, колокольчик широколистный и другие, занесенные в Красную книгу г. Москвы.

В парке обитают семь видов млекопитающих животных (белки, заяц-беляк и др.) и более 60 видов птиц (ястреб-перепелятник, чайка озерная, утки кряква и гоголь, ушастая сова, соловей и др.).

На территории парка Кусково было выбрано пять мест отбора проб почвы.

Все пробы почвы в районах исследования отбирались с двух глубин: 0...5 см и 5...10 см дерново-гумусового горизонта. Отобранные пробы были проанализированы в аккредитованной химико-аналитической лаборатории с использованием стандартных общепринятых в почвоведении методик на сертифицированном оборудовании.

2. Результаты и обсуждение

Результаты исследования почв в районе Хорошевского шоссе, приведенные в табл. 1, показали, что pH почв изменяется от близкой к нейтральной до щелочной. Столь высокие значения pH свидетельствуют о том, что почвенный поглощающий

Таблица 1

Показатели экологического состояния почв в районе Хорошевского шоссе

№ пробы, глубина, см	pH	Гумус, %	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ , мг·экв/100 г	Состав водной вытяжки, %			Содержание в почве подвижных форм металлов, мг/кг				Содержание нефтепродуктов, г/кг
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	
1, 0...5	8,10	4,44	32,4	0,2440	0,0035	0,65	1,15	10,5	21,0	32,0	8,65
1, 5...10	8,17	4,03	24,0	0,2196	0,0037	0,67	0,95	18,7	26,0	33,0	3,30
2, 0...5	6,74	5,99	21,4	0,0146	0,0025	0,40	1,30	11,2	21,4	33,0	3,87
2, 5...10	7,39	4,14	34,4	0,0146	0,0031	0,43	1,12	9,8	20,1	32,5	6,09
3, 0...5	6,37	3,83	21,6	0,0170	0,0035	0,40	1,03	12,5	26,7	33,4	4,23
3, 5...10	6,38	3,21	22,4	0,0122	0,0029	0,40	1,28	15,4	29,2	35,3	8,50
4, 0...5	8,39	4,76	36,0	0,1952	0,0025	1,43	0,58	8,2	12,4	26,8	7,06
4, 5...10	8,34	3,42	28,2	0,1952	0,0025	1,50	1,10	12,3	24,1	32,9	5,30
5, 0...5	8,07	5,49	36,0	0,2196	0,0024	0,39	1,43	18,8	29,4	35,3	3,70
5, 5...10	8,19	4,25	39,0	0,0146	0,0020	0,27	1,05	13,5	24,9	32,5	4,15
ПДК, мг/кг	—	—	—	—	—	—	0,5	6,0	3,0	23,0	—



комплекс достаточно насыщен основаниями и, следовательно, почвы более устойчивы к протонной нагрузке и способны в большей степени аккумулировать тяжелые металлы.

Известно, что высокую щелочность почв урбанизированных территорий связывают с высвобождением кальция под действием кислотных осадков из различных строительных обломков, а также с попаданием на почву щелочных и щелочноземельных металлов, которые входят в состав аэровыбросов промышленных предприятий. При дальнейшем подщелачивании происходит образование труднорастворимых форм элементов питания растений, что делает почву непригодной для их роста и развития [2].

Содержание обменных Ca^{2+} и Mg^{2+} свидетельствует о значительном насыщении почвенного поглощающего комплекса основаниями, содержание гумуса незначительное.

Анализ водной вытяжки показал, что почвы в районе Хорошевского шоссе являются засоленными, тип засоления сульфатный. Одной из главных причин наличия водорастворимых солей в почвах исследуемой территории является использование щелочных реагентов для обработки дорожного полотна и тротуаров в зимний период.

Исследуемая территория находится в зоне повышенного антропогенного влияния. Почвы в районе Хорошевского шоссе значительно загрязнены тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Исследованная территория находится в зоне существенного антропогенного влияния. Содержание тяжелых металлов в исследуемой почве значительно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). По кадмию превышение составило в 2–2,5 раза, по свинцу в 2–3 раза, по меди в 4–9 раз, по цинку в ~0,5 раз.

Уровень содержания и закономерности распределения тяжелых металлов в почве связаны с их местоположением, интенсивностью движения автотранспорта, а также с физико-химическими свойствами почв. В Москве среди приоритетных загрязнителей выделяют медь Cu , цинк Zn , свинец Pb и кадмий Cd . Свинец накапливается выше ПДК только в почвах крупных автомагистралей и промзон, а также в жилых кварталах старой застройки.

Поскольку тяжелые металлы в продуктах сгорания топлива и в промышленных выбросах встречаются обычно в различных сочетаниях, то действие их на объекты окружающей среды бывает более сильным, чем предполагаемое на основании концентрации отдельных элементов.

Говоря о нефтепродуктах следует отметить, что безопасная максимальная концентрация нефтепродуктов в почвах и грунтах составляет 1 г/кг.

Обычно загрязнение нефтью приводит к значительным изменениям физико-химических свойств почв. Разрушение слабых почвенных структур и диспергирование почвенных частиц сопровождается снижением водопроницаемости почв.

Исходя из полученных данных (см. табл. 1), можно сделать вывод, что необходимы мероприятия по усилению процессов самоочищения (рыхление, аэрация) и рекультивации, так как исследованные почвы существенно загрязнены нефтепродуктами.

Показатели экологического состояния почв парка Кусково приведены в табл. 2.

Как показало исследование почв парка Кусково, реакция pH изменяется от слабо кислой до близкой к нейтральной. Следует заметить, что pH почв парка ниже, чем почв в районе Хорошевского шоссе, что обусловлено природными условиями исследуемых территорий и незначительным антропогенным влиянием на них по сравнению с почвами в районе Хорошевского шоссе. В целом, кислые почвы характерны для районов, где количество осадков высокое, например Нечерноземье, Москва и Подмосковье. Дождь и снег повышают количество влаги в почве, и концентрация кальция и магния в почвенном растворе снижается. Ионы кальция и магния с частичек почвы переходят в почвенный раствор и в конечном счете вымываются из почвы.

Поглощающий комплекс почв парка Кусково менее насыщен обменными основаниями, чем почвы в районе Хорошевского шоссе и, следовательно, почвы парка в меньшей степени аккумулируют тяжелые металлы. По сравнению с почвами района Хорошевского шоссе почвы парка Кусково содержат больше гумуса, так как в них значительно поступление растительных остатков и их гумификация.

Таким образом, по показателям pH гумус, сумма обменных кальция и магния почвы парка Кусково близки к своим природным аналогам. Учитывая, что почвы парка Кусково имели слабокислую, близкую к нейтральной реакцию почвенной среды, не было необходимости определять в них содержание легкорастворимых солей.

Содержание тяжелых металлов в исследуемой почве парка Кусково в целом по кадмию, свинцу и цинку незначительно превышает ПДК (содержание кадмия находится в среднем на уровне ПДК, содержание цинка незначительно превышает ПДК), наибольшее превышение ПДК наблюдается по меди. Следует отметить, что участки, на которых отбирались пробы, достаточно удалены от проезжей части.

В сравнении с почвами в районе Хорошевского шоссе, почвы парка содержат значительно

Показатели экологического состояния почв парка Кусково

№ пробы, глубина, см	рН	Гумус, %	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ , мг·экв/100 г	Содержание в почве подвижных форм металлов, мг/кг				Содержание нефтепродуктов, г/кг
				Cd ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	
1, 0...5	4,6	6,23	30,4	0,45	2,2	9,5	24,4	0,20
1, 5...10	4,3	6,87	28,7	0,45	3,35	8,9	24,1	0,15
2, 0...5	4,9	6,01	23,0	0,50	2,75	10,4	24,1	0,45
2, 5...10	4,9	6,13	27,0	0,47	3,15	9,8	23,8	0,30
3, 0...5	5,1	5,56	21,0	0,39	7,7	7,4	23,1	0,91
3, 5...10	5,1	5,25	22,1	0,41	9,2	7,1	22,8	0,97
4, 0...5	5,2	5,18	33,3	0,42	11,1	8,4	24,3	0,82
4, 5...10	5,1	5,43	29,0	0,47	7,8	7,9	24,1	0,90
5, 0...5	5,3	5,66	33,2	0,51	2,8	8,1	24,0	0,93
5, 5...10	5,2	6,04	34,8	0,50	2,9	7,8	23,1	0,26
ПДК, мг/кг	—	—	—	0,5	6,0	3,0	23,0	—

меньшие количества тяжелых металлов, но, тем не менее, их концентрация свидетельствует, что почвы испытывают влияние городской среды, что непосредственно отражается на ее экологическом состоянии.

Почвы территорий промышленных центров и районов, к ним прилегающих, всегда загрязнены ТМ и другими поллютантами, которые могут накапливаться при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих с выбросами. Поэтому за период времени в несколько лет и, возможно, за больший период (особенно на больших территориях) можно лишь с определенной степенью вероятности утверждать об изменениях в уровнях содержаний ТМ в почвах, а почва, по сравнению с другими средами, является более консервативной, и процесс самоочищения ее происходит очень медленно.

Содержание нефтепродуктов в почве парка Кусково не превышает безопасную максимальную концентрацию (1 г/кг).

Сравнивая исследованные территории (район Хорошевское шоссе и парк Кусково), можно сделать вывод, что почвы первого района в несколько раз более загрязнены тяжелыми металлами и нефтепродуктами, чем почвы парка, что является прямым следствием влияния условий

окружающей городской среды. Тем не менее результаты анализов показывают, что парковые территории также испытывают значительное антропогенное влияние.

Заключение

Без оценки современного экологического состояния городских почв в постоянно изменяющихся условиях не представляется возможным проведение комплексного геоэкологического мониторинга. Поэтому изучение и сравнение территорий и их отдельных компонентов с разным уровнем антропогенной (техногенной) нагрузки необходимо для разработки и усовершенствования существующих методов комплексного геоэкологического подхода оценки экологического состояния природных систем.

По результатам исследования можно сделать общий вывод: наличие техногенных факторов значительно ухудшает экологическое состояние почв, особенно находящихся в непосредственной близости от промышленных и иных объектов инфраструктуры, автотранспорта. Функциональная организация территории во многом определяет ее экологическое состояние и степень техногенного воздействия на ее компоненты, что требует постоянного мониторинга, оценки и прогноза возможных негативных изменений. Следовательно,



необходим комплексный систематический контроль и анализ состояния природных и урбанизированных территорий, позволяющий осуществить прогноз экологической обстановки, выдавать рекомендации по достижению экологической безопасности, устойчивому эколого-экономическому развитию и направлениям социально-экологической реабилитации территории, а значит, и более рациональное его использование.

В настоящее время риск загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами и устойчивыми органическими загрязнителями, его последствия и взаимосвязь между техногенными нагрузками и устойчивостью почв изучены недостаточно. На современном уровне знаний не существует общепринятых подходов и путей решения этой крайне сложной проблемы. Кроме того, необходимо создание стандартов качества почв, внедрение в природоохранную сферу мер

экономического стимулирования, направленных на снижение техногенной нагрузки на почвенный покров до допустимого уровня.

Список литературы

1. **Янин Е. П.** Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы: Труды биогеохимической лаборатории. — М.: Наука, 2003. — С. 37—75.
2. **Медведева М. В., Федорев Н. Г.** Комплексная оценка состояния почв, находящихся в условиях урбанизации // Экологические системы и приборы. — 2004. — № 7. — С. 5—8.
3. **Каздым А. А.** Техногенные отложения древних и современных урбанизированных территорий: палеоэкологический аспект. — М.: Наука, 2006. — 158 с.
4. **Пиковский Ю. И.** Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. — М.: Изд-во МГУ, 1993. — 207 с.

O. A. Zavaltseva, Assistant Professor, e-mail: z.olga1979@mail.ru,
D. E. Berseneva, Student, State University for Humanities and Technologies,
Orehovo-Zuevo, Moscow Region

Comparative Assessment of Influence of Anthropogenous Factors in the Territory with the Different Functional Organization (on the Example of Moscow)

Assessment of a current ecological state of soils in the conditions of an urbanization is one of urgent problems as pollution of soils influences forming of ecological conditions of dwelling of the person. In work a comparative assessment of an ekologo-geochemical condition of soils of the city of Moscow (Horoshevskoye Highway, the Kuskovo park) is given. Some physical and chemical indicators of the soil environment are determined (pH, the exchange bases, a humus, sulfates, chlorides, heavy metals, etc.). Excess of threshold limit values of heavy metals in soils of the city and the high content of oil products in the territory with high anthropogenous loading is established. It is established that in the conditions of the urban environment there is an essential transformation of soils, even in the territories where there is no technogenic component (park zones). In general, the main problems of an ecological condition of soils in the conditions of an urbanization in the territories of different functional accessory are designated. Results of work can be used for the purpose of planning of further rational use of the urbanized territory, and also for development of actions for improvement of an ecological situation in the territory of the city.

Keywords: urbanization, indicators of an ekologo-geochemical condition of soils, functional organization of the urban environment

References

1. **Yanin Ye. P.** Ekologicheskaya geokhimiya i problemy biogennoy migratsii khimicheskikh elementov 3-go roda. *Tekhnogenez i biogeokhimicheskaya evolyutsiya taksonov biosfery: Trudy biogeokhimicheskoy laboratorii*. Moscow: Nauka, 2003. P. 37—75.
2. **Medvedeva M. V., Fedorec N. G.** Kompleksnaya ocenka sostojanija pochv, nahodjashihhsja v uslovijah urbanizacii. *Jekologicheskie sistemy i pribory*. 2004. No. 7. P. 5—8.
3. **Kazdym A. A.** Tehnogennye otlozhenija drevnih i sovremennyh urbanizirovannyh territorij: paleoekologicheskij aspekt. Moscow: Nauka, 2006. 158 p.
4. **Pikovskij Ju. I.** Prirodnye i tehnogennye potoki uglevodorodov v okruzhajushhej srede. Moscow: Izdatelstvo Moscow gosudarstvennogo Universitete, 1993. 207 p.

УДК 543.544.062

Н. С. Чуракова, канд. хим. наук, зав. лабораторией, e-mail: lpe2007@mail.ru,
Т. В. Баталова, руководитель аналитической группы,
К. Ю. Домрачев, ст. инженер, Научно-исследовательский институт охраны труда
в г. Екатеринбурге

Разработка адсорбционно-каталитического метода определения суммы органических веществ в воздухе

Представлен адсорбционно-каталитический метод количественного определения суммы органических веществ в воздухе, основанный на концентрировании органических веществ на адсорбенте с последующим окислением до углекислого газа и воды и газохроматографическом методе определения органических веществ по углекислому газу в пересчете на углерод.

Ключевые слова: органические вещества, адсорбционно-каталитический метод, адсорбент, концентрирование, газовая хроматография

К наиболее распространенным загрязнителям воздуха относятся различные виды жидкого топлива (бензин, керосин, мазут), а также такие растворители, как уайт-спирит, сольвент-нафта и др. Для определения количества этих веществ в воздухе обычно применяют методы газовой хроматографии. Однако известные методы имеют низкую чувствительность и точность, они неселективны и сложны в исполнении.

Предложено использовать метод адсорбционно-каталитического превращения, который обычно применяют для очистки отходящих газов от вредных органических веществ [1]. Принцип концентрирования органических веществ на адсорбенте с последующим окислением до углекислого газа и воды положен в основу разработки метода количественного определения суммы органических веществ в воздухе.

Предварительно были исследованы каталитически активные контакты на основе переходных металлов (CuO , MnO_2 , V_2O_5 , Cr_2O_3 и др.). В результате выявлено, что оксиды меди и хрома, нанесенные на γ -оксид алюминия, обладают высокими каталитическими свойствами окисления органических веществ до углекислого газа. Для повышения избирательности органических веществ в катализатор предложено вводить сульфат ванадия, который препятствует адсорбции CO_2 . Полученный адсорбент содержал: V_2O_5 — 12 %, CuO — 10 %, Cr_2O_3 — 1 %.

Этот адсорбент объемом 1 см^3 помещали в центр пробоотборной трубки, которую предварительно кондиционировали путем продувки через нее воздуха при температуре $500 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 мин, затем закрывали резиновыми или пластиковыми заглушками и хранили при комнатной температуре. Для отбора пробы анализируемый

воздух в количестве $0,1...1,0 \text{ дм}^3$ пропускали через пробоотборную трубку с помощью аспиратора. После отбора пробы трубку закрывали заглушками. Срок хранения пробы 10 дней.

Анализ проводили на хроматографе с детектором по теплопроводности. Хроматографическую колонку длиной $0,5 \text{ м}$ и диаметром 3 мм заполняли активированным углем АГ-3 (фракция $0,25...0,5 \text{ мм}$). Колонку кондиционировали в токе гелия при температуре $200 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 4 ч .

Установлены оптимальные условия хроматографирования: температура термостата колонок — $85 \text{ }^\circ\text{C}$; скорость газа-носителя (гелия) — $30 \text{ см}^3/\text{мин}$; скорость движения диаграммной ленты — 200 мм/ч ; ток моста детектора — 150 мА . Время удерживания диоксида углерода — 37 с .

Для калибровки прибора использовали градуировочные смеси, содержащие диоксид углерода от $0,1$ до $5,0 \text{ об. } \%$. Градуировочные смеси вводили в колонку хроматографа с помощью крана-дозатора. В качестве калибровочной дозы использовали пробоотборную трубку, соединяя ее с краном-дозатором. Предварительно определяли объем (см^3) пробоотборной трубки. После обработки хроматограмм строили градуировочную кривую, выражающую зависимость высоты пика от количества компонента (мкг). По градуировочной кривой находили градуировочный коэффициент в пересчете на углерод.

Готовую к анализу пробоотборную трубку вставляли в спираль испарителя и подсоединяли к крану-дозатору. Продували трубку газом-носителем, удаляя из нее оксиды углерода, затем включали трансформатор, нагревая спиралью адсорбент до $450...500 \text{ }^\circ\text{C}$ (время нагрева $35...40 \text{ с}$). В результате органические вещества сгорали до диоксида углерода. Поток газа-носителя CO_2



подается в колонку и регистрируется пик CO_2 на хроматограмме.

По высоте пика и калибровочному коэффициенту определяли количество органических веществ в пересчете на углерод по формуле

$$C = (h \cdot K_c \cdot 1000) / V,$$

где C — содержание органических веществ в пересчете на углерод, $\text{мг}/\text{м}^3$; h — высота пика диоксида углерода, мм; K_c — градуировочный коэффициент; V — объем воздуха для анализа, см^3 .

После каждого измерения пробоотборную трубку продували воздухом с нагревом адсорбента до 450...500 °С, при этом происходила регенерация адсорбента, после регенерации пробоотборную трубку можно использовать повторно. Время выполнения измерения, включая отбор проб, около 5 мин.

Нижний предел измерения в хроматографируемом объеме — 0,1 мкг (в пересчете на углерод). Нижний предел измерения в воздухе — 0,1 $\text{мг}/\text{м}^3$

при отборе 1 дм^3 воздуха. Диапазон измеряемых концентраций органических веществ в воздухе от 0,1 до 10⁴ $\text{мг}/\text{м}^3$. Измерению не мешают углеводороды алифатические C_1 — C_4 , оксиды углерода, аммиак, вода и другие неорганические соединения. Суммарная погрешность не превышает 15 %.

На основании результатов исследований разработана методика газохроматографического определения суммы органических веществ в воздухе, основанная на селективной адсорбции, каталитическом окислении адсорбированных веществ и последующем газохроматографическом определении органических веществ по углекислому газу в пересчете на углерод.

Список литературы

1. А.с. 816537 СССР, МКИ В01F19/04. Устройство термической очистки газовых смесей / А. Л. Шельгин, В. И. Зубко, Г. Ю. Бердичесевская (СССР). Заявлено 10.05.76. Опубл. 30.03.81. — Бюл. № 12 // Открытия, изобретения. — 1981. — № 12.

N. S. Churakova, Head of Laboratory, e-mail: lpe2007@mail.ru,
T. V. Batalova, Head of Analytical Group, **K. Y. Domrachev**, Senior Engineer, Research Institute of Labour Protection in the City of Yekaterinburg

Development Adsorption — Catalytic Method for Determining the Amount of Organic Substances in the Air

Designed adsorption - catalytic method for quantifying the amount of organic substances in the air, based on the concentration of organic compounds on the adsorbent, followed by oxidation to carbon dioxide and water and gas-chromatographic method determination of organic substances to carbon dioxide, based on carbon.

Keywords: organic matter, adsorption-catalytic method, adsorbent, concentration, gas chromatography

References

1. А. с. 816537 СССР, МКИ В01F19/04. Устройство термической очистки газовых смесей / А. Л. Шельгин, В. И. Зубко, Г. Ю. Бердичесевская (СССР). Заявлено 10.05.76. Опубл. 30.03.81. Бюл. No. 12. *Otkrytija, izobretenija*. 1981. No. 12.

УДК: 628.54

Б. С. Ксенофонов, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru,
Р. А. Таранов, канд. техн. наук, ст. преп., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц.,
А. А. Воропаева, инж., **М. С. Виноградов**, инж., **Е. В. Сеник**, асп.,
МГТУ им Н. Э. Баумана

Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: европейский опыт

В работе отмечено ожидаемое повышение интенсивности и частоты наводнений во многих регионах мира. Рассмотрен опыт европейского сообщества по вопросу управления рисками наводнений в трансграничном пространстве. Проанализировано европейское законодательство по проблемам водных ресурсов и изменению климата, особое внимание уделено Директиве 2007/60/ЕС об оценке и управлении рисками наводнений. Рассмотрены мероприятия по снижению риска наводнений, осуществляемые на территории Европы. Предложены мероприятия по защите существующих и новых селитебных территорий Российской Федерации от затоплений.

Ключевые слова: селитебная территория, подтопление, ливень, интенсивность осадков, риск, снижение риска, мероприятия по снижению риска, картирование наводнений, прогнозирование наводнений

Как видно из последних событий [1–4], изменения климата, как и ожидалось, повысят как интенсивность, так и частоту наводнений во многих регионах, и обострят, таким образом, многие проблемы, связанные с наводнениями.

Эти проблемы второе десятилетие пытаются решить в европейских странах, для которых особенно остро стоит вопрос управления рисками наводнений в трансграничном пространстве [5–8].

На территории Европейского союза (ЕС) действует следующее законодательство по водным ресурсам и подходы к проблеме водных ресурсов и изменения климата.

1. Водная рамочная директива.
2. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Конвенция по трансграничным водам).
3. Протокол по проблемам воды и здоровья.
4. Сообщение о дефиците водных ресурсов и засухах.
5. "Зеленая книга" по адаптации к воздействиям изменения климата.
6. "Белая книга" ЕС — Адаптация к изменению климата: на пути к Европейским рамкам действий.
7. Директива 2007/60/ЕС об оценке и управлении рисками наводнений (Директива ЕС о наводнениях).

В рамках исследования проблемы расчета и снижения риска наводнений вследствие выпадения

сильных ливней наиболее интересна для рассмотрения Директива ЕС о наводнениях [6].

Данная Директива вступила в силу 26 ноября 2007 года и была разработана с целью определения рамок для оценки рисков наводнений и управления ими, для сокращения неблагоприятных последствий наводнений для здоровья людей, окружающей среды, культурного наследия и экономической деятельности в ЕС. Директива определяет наводнение как временное затопление земель, которые в обычном состоянии не покрыты водой, а риски наводнений как совокупность вероятностей наводнений и потенциальных неблагоприятных последствий для здоровья человека, окружающей среды, культурного наследия и экономической деятельности, вызванных наводнениями.

Реализация Директивы должна проходить в три этапа.

На первом этапе государства — члены ЕС должны были до декабря 2011 года провести предварительную оценку рисков наводнений для каждого района речного бассейна или для каждой части международного речного бассейна, находящейся на их территории.

Предварительная оценка рисков наводнений, основанная на существующих сведениях или сведениях, которые вытекают из исторических справок и исследований долгосрочных явлений, в частности, влияния климатических изменений



на возможность наводнений, нацелена на оценку потенциальных рисков.

Оценка должна включать в себя как минимум следующие элементы [6]:

а) карты района речного бассейна, составленные должным образом, должны включать в себя границы речного бассейна, подбассейнов и, в случае необходимости, прибрежную зону, а также указывать топографию и назначение земель;

б) описание наводнений, произошедших в прошлом, и, нанесших значительный урон здоровью людей, окружающей среде, культурному наследию и экономической деятельности, которые реально могут повториться, включая описание размеров наводнения, направления отводов и оценку нанесенного наводнением ущерба;

с) описание произошедших наводнений, в том случае, если их повторение может повлечь значительные негативные последствия;

д) а также, в зависимости от специфических потребностей государств — членов ЕС: оценку потенциальных неблагоприятных последствий наводнений, которые могут произойти, для здоровья человека, окружающей среды, культурного наследия и экономической деятельности с учетом, при возможности, таких факторов, как топография, расположение водных течений и их основные гидрологические и геоморфологические характеристики, включая поймы, как естественные зоны удержания вод, эффективность существующих искусственных сооружений по защите от наводнений, расположение населенной местности, зон экономической деятельности и исследования долгосрочных явлений, в частности, влияния климатических изменений на возможность наводнений.

Если район речного бассейна контролируется несколькими государствами — членами ЕС, они организуют своевременный обмен информацией между своими компетентными органами.

По состоянию на июнь 2013 года, 26 государств — членов ЕС представили предварительные оценки риска наводнений, отмечено, что наиболее распространенным типом наводнения являются речные паводки.

Все государства — члены ЕС сообщили о последствиях наводнений на здоровье человека, окружающую среду, культурное наследие и экономическую деятельность.

На втором этапе к концу декабря 2013 г. государства — члены ЕС разрабатывали карты потенциально затопляемых зон и карты рисков наводнений, при особом внимании к зонам, которые определены, как подвергающиеся значительному риску наводнений [6].

На картах потенциально затопляемых зон указываются те географические зоны, которые могут

быть затоплены с высокой вероятностью, средней вероятностью (возможность повторения наводнения один раз в 100 лет или меньше), а также со слабой вероятностью или в случае чрезвычайных ситуаций.

Для каждого варианта вероятности затопления должны быть указаны размер наводнения; глубина или уровень воды, в зависимости от случая; по возможности скорость потока или соответствующая интенсивность наводнения.

Карты рисков наводнений отображают также потенциальные неблагоприятные последствия, вызванные наводнениями, и содержат примерное число затронутых наводнением жителей; виды экономической деятельности в потенциально затопляемой зоне; сооружения, которые могут вызвать загрязнение окружающей среды при затоплении, а также охраняемые зоны, которые могут быть затронуты наводнением.

На третьем этапе реализации Директивы ЕС по наводнениям, к концу 2015 года, на основе разработанных ранее карт должны были быть разработаны Планы управления рисками наводнений (FRMP), направленные на профилактику, защиту и обеспечение готовности к наводнениям [6].

В Планы FRMP предписано включать цели управления рисками наводнений и приоритетные меры по достижению этих целей. В этих планах учитывают следующие аспекты: убытки и преимущества, размер наводнения и путь потока, территории, способные задержать потоки воды, такие как поймы, природоохранные цели, управление почвами и водами, благоустройство территории (размещение), землепользование, сохранение окружающей среды, навигация и портовая инфраструктура.

Меры должны быть скоординированы на трансграничном уровне, чтобы не нанести ущерб странам, расположенным вверх или вниз по течению в этом же бассейне.

Оценки, карты и планы государств — членов ЕС должны основываться на соответствующей "лучшей практике" и "лучших доступных технологиях" в области управления рисками, связанными с наводнениями, не требующих при этом излишних затрат.

Согласно законодательству ЕС все шаги, направленные на обеспечение надлежащего управления рисками наводнений, должны повторяться раз в шесть лет.

Определение риска в странах ЕС несколько отличается от принятого в России [7].

Согласно International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) риск наводнений может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Risk = CP_h, \quad (1)$$

где C — потенциальное неблагоприятное последствие (принимая во внимание такие факторы, как воздействие и уязвимость); P_h — вероятность опасного процесса.

Риск выражается в виде потенциальной потери в той или иной области (например, га, км²) в течение определенного периода времени (в основном один год).

Потенциальное неблагоприятное последствие определяется по формуле:

$$C = VSE, \quad (2)$$

где V , S и E — параметры уязвимости: V — значение элемента риска (в денежном выражении или человеческой жизни); S — восприимчивость: повреждающее действие на элемент риска (как функции величины опасности; например, кривых глубины повреждения и продолжительности повреждения); величина S колеблется от 0 до 1; E — экспозиция: вероятность элемента риска присутствовать во время возникновения события; величина E изменяется от 0 до 1.

На накопление знаний и информации о рисках наводнений направлены две европейские инициативы: Европейский цикл обмена информацией по картированию наводнений (EXCIMAP) и Европейский цикл обмена информацией по прогнозированию наводнений (EXCIFF) [5, 6].

Результатом деятельности EXCIMAP стали два продукта:

- Пособие по передовой практике картирования наводнений в Европе (2007 г.), содержащее информацию о применении карт наводнений, карт опасности наводнений и карт рисков наводнений, а также о процессе картирования наводнений и распространении карт наводнений.
- Атлас карт наводнений (2007 г.), содержащий образцы национальной практики (19 стран Европы, Японии и Соединенных Штатов Америки) и главы, посвященные картированию трансграничных наводнений, а также составлению карт наводнений в целях страхования и работы в условиях чрезвычайных ситуаций.

Обмен опытом прогнозирования наводнений в Европе осуществляется, главным образом, на основе двусторонних контактов или через такие многосторонние органы, как международные речные комиссии (например, рек Рейн, Эльба, Одер, Дунай). Инициативы международных организаций тоже поощряют обмен опытом: это региональная ассоциация VI ВМО (Европа) — рабочая группа по гидрологии и прогнозированию наводнений, Европейская система оповещения о

наводнениях (EFAS) и проект CRUE ERA-NET, направленный на структурирование в сфере исследований наводнений в Европе путем улучшения координации между национальными программами.

Европейский цикл обмена информацией прогнозирования наводнений (EXCIFF), созданный в 2004—2007 гг., предназначен для обмена знаниями и опытом прогнозирования наводнений в сфере:

- Практики мониторинга и выявления наводнений.
- Процедур и организации прогнозирования наводнений.
- Информации для выдачи сигналов оповещения о наводнениях. Эта организация проводила изучение сложившейся в Европе практики прогнозирования наводнений. Кроме того, была проведена оценка основных потребностей в информации в указанных здесь сферах, по результатам которой был составлен обзор потребностей в данных и информации для различных видов и аспектов прогнозирования. В результате оценки был осуществлен ряд приоритетных мероприятий (обучение экспертов, составление доклада "Передовая практика предоставления информации о наводнениях широкой общественности"), а также обмен опытом в сфере организации прогнозирования наводнений.

Рассмотрим меры по снижению риска наводнений, осуществляемые на территории Европы и являющиеся важнейшими компонентами планов управления рисками наводнений [7].

К понятию "меры" относятся законодательные и регулирующие инструменты (например, законы, подзаконные акты, положения, стандарты, конституционные гарантии и гарантии, основанные на международных конвенциях соглашения); финансовые и рыночные инструменты (например, концессии, лицензии, разрешения, налоги, сборы, плата за услуги пользователями, налоговые льготы для инвестиционных фондов, гарантии выполнения обязательств, маркировка, политика закупок, сертификация продукции и требования об открытии информации); образовательные и информационные инструменты (например, информация для потребителей, кампании по повышению осведомленности общественности и профессиональное развитие); политические инструменты (например, системы экологического менеджмента, политика управления и т.д.). Эти меры могут также включать разработку новых мер, изменение текущей практики управления и прекращение действия существующих структур, повышающих уязвимость [7].



Существует следующая классификация мер по снижению риска наводнений [7]: структурные меры и неструктурные меры.

1. *Структурные меры* — действия, которые требуют физического строительства. К ним относятся:

- модернизация существующих дамб для защиты от наводнений и строительство новых дамб для затопляемых городских и сельских районов;
- защита берегов — для уменьшения эрозии;
- очистка водотоков: очистка русел малых и крупных рек от заиления.

— устройство противопаводковых водохранилищ для повышения резервной вместимости местности.

2. *Неструктурные меры* — действия, которые не требуют физического строительства. Они включают:

- строительные нормы и правила;
- законы планирования землепользования и их исполнение;
- исследования и оценки;
- информационные ресурсы и программы по повышению осведомленности населения;
- налаживание работы прогнозирования наводнений и систем раннего предупреждения.

Отдельно выделяются меры, перечисленные в табл. 1—4.

Отметим также меры в различных временных масштабах:

- *Долгосрочные меры* — относятся к решениям по реагированию на долгосрочные (в пределах десятилетий) изменения климата и основаны на долгосрочных проекциях. Они обычно выходят за рамки планирования в водохозяйственном секторе, поскольку влияют на

Таблица 1

Мероприятия по повышению устойчивости селитебных территорий к наводнениям [7]

Меры предотвращения/Повышение устойчивости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ограничение городской застройки в зонах, подверженных риску наводнения 2. Меры по поддержанию безопасности дамб, лесонасаждение и другие структурные мероприятия по предотвращению грязевых потоков (селей) 3. Строительство плотин 4. Изменения в режиме эксплуатации водохранилищ и озер 5. Управление землепользованием 6. Обустройство зон удержания стока 7. Расширение возможностей дренажа 8. Конструкционные (структурные) меры (временные дамбы, строительство устойчивого жилья, изменение транспортной инфраструктуры) 9. Переселение людей из зон, подверженных высокому риску
--	---

Таблица 2

Мероприятия по подготовке к наводнениям [7]

Меры по подготовке	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предупреждение о наводнениях (включая раннее предупреждение) 2. Планирование на случай чрезвычайных ситуаций (включая эвакуацию) 3. Риск внезапных наводнений (меры, принимаемые в порядке предотвращения, поскольку время для предупреждения слишком коротко для принятия нужных мер) 4. Картирование угроз и риска наводнений
--------------------	---

Таблица 3

Ответные мероприятия при возникновении наводнений [7]

Ответные меры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Медицинская помощь в чрезвычайных обстоятельствах 2. Распределение безопасной питьевой воды 3. Обеспечение санитарной безопасности 4. Определение приоритетности и типа распределения (вода в бутылках, пластиковые пакеты и т. д.)
---------------	---

модель развития и социально-экономические условия посредством осуществления изменений в институциональных механизмах и нормативно-правовой базе, например, планирование землепользования).

- *Среднесрочные меры* — относятся к решениям по реагированию на среднесрочные (в пределах одного или двух десятилетий) проекции изменения климата и предусматривающие необходимые корректировки в системе мер посредством мер гидрологического

Таблица 4

Восстановительные мероприятия [7]

Восстановительные меры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мероприятия по очистке 2. Варианты восстановления, например, реконструкция инфраструктуры 3. Аспекты управления, такие как законодательство, в частности, в области страхования, четкая политика восстановления, надлежащие институциональные механизмы, планы и потенциал, сбор и распространение информации 4. Специально разработанные проекты: новая инфраструктура, лучшие школы, госпитали 5. Все виды финансовой и экономической поддержки 6. Специальное налогообложение для инвестиций, компаний, населения 7. Страхование 8. Оценка
------------------------	---

планирования, таких как управление рисками (например, планы борьбы с засухой и наводнениями).

- *Краткосрочные меры* — относятся к реагированию на выявленные проблемы, обусловленные преимущественно текущим климатом, т. е. при существующей гидрологической изменчивости. Они соответствуют мерам, которые могут быть приняты на уровне действующих институциональных, правовых и инфраструктурных систем, и обычно касаются оценки рисков, обеспечения готовности и снижения уязвимости (например, пересмотр водораспределения в период засухи).

Общей проблемой является акцент на краткосрочные меры. Средне- и долгосрочное планирование должно поощряться, хотя часто это затруднительно вследствие ограниченности финансирования и высокой степени неопределенности, связанной со среднесрочными и долгосрочными прогнозами. Необходимо увязывать кратко-, средне- и долгосрочное планирование для гарантии того, чтобы краткосрочные меры не противоречили более долгосрочным мерам.

Экстремальные явления часто изменяют восприятие риска и уязвимости у политиков, лиц, ответственных за управление водными ресурсами, и у населения, обычно повышая осознание ими неотложности адаптации, по крайней мере, краткосрочной. Следовательно, экстремальные явления могут ускорить осуществление среднесрочных и долгосрочных стратегий адаптации и должны быть соответствующим образом использованы. Например, засухи могут стать поводом для сдвига региональной экономики от культивирования влаголюбивых сельскохозяйственных культур к культивированию других форм экономической деятельности и сельского хозяйства, которые менее чувствительны к климату.

Рассмотрим практическое применение перечисленных выше мероприятий [7, 8].

Например, Франко-Женевская программа действий по трансграничным водам была разработана с целью восстановления и улучшения водной среды с охватом всего бассейна рек. Соглашение помогло осуществить практическое управление трансграничными водами.

В бассейне рек Марке—Гобэ—Венжерон, в период с 2005 по 2008 г. были построены три аккумулирующих пруда, два из которых располагаются на территории Франции и один — в Швейцарии. Резервная вместимость водоемов, созданных на трех участках, равняется 60 тыс. м³. Эти сооружения помогли защитить городские территории ниже по течению рек от наводнений. Другим примером является защита швейцарской деревни

Эрманс, расположенной вдоль реки, которая служит государственной границей, при этом швейцарский берег сильно урбанизирован и подвергается затоплению, а французский берег более дикий. В контексте трансграничных соглашений можно было расширить французский берег, чтобы увеличить гидравлическую мощность и защитить швейцарские жилые районы от наводнений.

В дельте реки Рейн были приняты меры по расширению русла реки (пространство для реки). Это способствует снижению максимального подъема воды и риска наводнений. Кроме того, вдоль притоков и мелких водных потоков в бассейне реки были проведены работы по ренатурализации ландшафта. По причине последствий изменения климата и ожидаемого увеличения количества наводнений, а также учитывая возможность большей вероятности экстремальных явлений, именно меры межрегионального управления риском наводнений будут приобретать все большее значение.

В ряде случаев мероприятия могут быть гораздо эффективнее при их осуществлении в стране, находящейся ниже или выше по течению рек.

Такая ситуация сложилась, например, в бассейне реки Вуокси, куда в случае паводка Финляндия может сбрасывать дополнительный объем воды, выплачивая при этом компенсацию находящейся ниже по течению Российской Федерации за потерю гидроэнергии, вызванную дополнительным сбросом. В то же время такие механизмы зависят от конкретных условий на местах, и должны быть предметом переговоров и соглашений между прибрежными странами.

В последние годы наблюдается тенденция к преимущественному применению структурных мер, оказывающих меньшее воздействие на естественное поведение рек и их морфологию, т. е. экосистемных мер, таких как естественные меры по аккумулярованию паводковых вод. Создание природных мер аккумулярования паводковых вод также выделяется в ЕС, как первоочередная задача.

Аналогичные тенденции наблюдаются и в других регионах. Например, в период 2003—2012 гг. имело место получившее широкое одобрение изменение политики в сторону большей сбалансированности между структурными и неструктурными мерами по борьбе с наводнениями в бассейне реки Амур: до 60 % предлагаемого бюджета в рамках недавно разработанной "Комплексной схемы для управления и охраны водных объектов" (2014 г.) предназначались для устройства дамб и насыпей.

Нидерланды известны своим огромным опытом борьбы с наводнениями [9]. С конца XIX по конец XX века Нидерланды реализовали несколько проектов по защите от наводнений, и теперь



общая длина защитных дамб составляет 3500 км, из которых 1430 км — речные дамбы, 1017 км — дамбы вокруг озер, а 430 и 260 км — это береговые дамбы и дюны соответственно.

Наиболее известный проект — "Зейдерзее" (нидерл. *Zuiderzeewerken*) включает в себя систему плотин, а также работы по мелиорации земель и их дренажу. Одной из основных задач проекта было строительство плотины, ограждающей крупный мелководный залив Зейдерзее от Северного моря.

После завершения строительства основной плотины были осушены крупные участки суши — польдеры Вирингермер, Нордостпольдер и две части польдера Флеволанд. Пятый польдер решили не осушать, оставив озеро Маркермер для экологических и рекреационных целей.

Проект "Дельта" (*Deltawerken*) был построен на юго-западе Нидерландов, где расположена основная часть дельты реки Рейн. В ходе реализации проекта все рукава дельты реки кроме Западной Шельды были перегорожены дамбами или защитными щитами.

Одним из самых высокотехнологичных проектов последнего времени, связанных с защитой Нидерландов от наводнений, называют проект создания трехмерной компьютерной копии всей территории страны и моделирования на ее основе возможных наводнений. Этот проект реализуется институтом Deltares и Делфтским технологическим университетом с 2007 г.

Интерес вызывает проект под названием Flood Control-2015, заключающийся в создании так называемых умных дамб, оснащенных новой системой электронных датчиков. Данные со всех датчиков объединяются в информационную систему, которая способна не только анализировать состояние дамб, но и прогнозировать, а также имитировать различные сценарии возможного повреждения защитных объектов природной стихией.

Информационная система будет не только анализировать состояние дамб, но и получать информацию о прогнозе погоды и уровне воды в море, а также следить за силой ветра. Если все это превышает допустимые отметки, то система сама подготавливает плотину к закрытию, предварительно оповещая все необходимые службы, в том числе те, что руководят движением кораблей, работой порта и т. д.

Однако самые передовые защитные сооружения уже управляются компьютерными системами, опирающимися на данные о состоянии погоды и моря. Это относится в первую очередь к плотине на канале Ниуве Ваткрвех на юго-западе Голландии.

Мероприятия для снижения риска подтопления и затопления селитебных территорий

в России, по мнению авторов, должны разрабатываться применительно к условиям российских регионов и не иметь универсального характера. Например, на низменных территориях должны быть выполнены работы по созданию различных дамб, препятствующих затоплению этих территорий, а также созданы водоотводящие системы, на территориях с повышенным и равнинным рельефом должны быть созданы мощные водоотводящие системы [10—16].

В целом при разработке средств защиты от затопления селитебных территорий надо руководствоваться местными региональными условиями. Что касается европейского опыта, то отдельные мероприятия профилактического характера, которые предписываются к использованию в ЕС, видимо, в отдельных случаях можно применять и на территории России.

В общем виде последовательность разработки мероприятий для снижения риска затопления селитебных территорий может быть представлена следующим образом:

- Выдача исходных данных.
- Программный комплекс.
- Выдача рекомендаций.

Исходными данными должны быть следующие группы информации: наблюдаемые отметки уровня подъема воды на гидропостах; результаты дешифрирования космических снимков.

Программный комплекс должен выполнять оперативный расчет возможных зон подтопления населенных пунктов и объектов экономики на всей территории Российской Федерации с использованием данных дистанционного зондирования Земли; определять границы пострадавшего района; уточнять возможные последствия с учетом результатов дешифрирования космических снимков.

Выходными данными являются: границы зон затопления, ущерб по населенным пунктам и в целом по региону, количество сил и средств, необходимых для проведения поисково-спасательных работ.

С учетом изложенных выше положений предлагаются следующие мероприятия по защите существующих селитебных территорий от затопления:

- Усиление водоотведения.
- Строительство защитных дамб.
- Создание специальных водоотводных систем от отдельных жилых комплексов, находящихся в пониженных частях рельефа.

На новых (вновь застраиваемых) селитебных территориях предлагается проводить следующие мероприятия по защите территорий от затопления:

- Строительство жилых зданий преимущественно на возвышенных частях рельефа.

- Создание мощных водоотводящих систем, в том числе гарантирующих максимальное водоотведение с застраиваемых территорий.
- Строительство зданий на сваях в пониженных частях рельефа.

Предлагаемые мероприятия предполагается заложить в практические рекомендации.

Список литературы

1. **Из-за сильного ливня** в Ростове-на-Дону погибла девочка, 2016. URL: <http://ria.ru/incidents/20160630/1455437309.html> (дата обращения 01.07.2016).
2. **Наводнение** в Румынии, 2016. URL: <http://earth-chronicles.ru/news/2016-06-03-92822> (дата обращения 01.07.2016).
3. **В Париже** закрыты несколько линий метро из-за критического уровня воды в Сене, в Германии затоплены целые города, 2016. URL: https://www.itv.ru/news/2016/06/02/303347-v_parizhe_zakryty_neskolko_linij_metro_iz_za_kriticheskogo_urovnja_vody_v_sene_v_germanii_zatopleny_tselye_goroda (дата обращения 03.06.2016).
4. **Сильный ливень** в Краснодаре привел к подтоплениям улиц и дворов, 2016. URL: <http://www.rbc.ru/krasnodar/01/06/2016/574f318e9a794704e987c44b?from=main> (дата обращения 03.06.2016).
5. **Конвенция** по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Управление риском трансграничных наводнений. Опыт региона ЕЭК ООН. — Нью-Йорк, Женева, 2009. — 82 с.
6. **Directive 2007/60/EC** on the assessment and management of flood risks. European Parliament. October 23, 2007.
7. **Второй семинар** по управлению рисками трансграничных наводнений. Женева, 19—20 марта 2015 г. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2015/WAT/03Mar_19-20_Geneva/UNECE-Floods-discussion_paper_9-3-2015_ru.pdf (дата обращения 10.06.2016).
8. **Абхас К. Джха, Робин Блок, Джессика Ламон.** Города и затопление. Руководство по комплексному управлению

рисками, связанными с наводнениями в городской среде, для XXI века. Резюме для директивных органов. — Вашингтон, 2012. — 62 с.

9. **Технологическая защита**, 2011. URL: <http://expert.ru/countries/2011/04/tehnologicheskaya-zaschita/> (дата обращения 24.06.2016).
10. **Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А.** Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть I // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 6 — Приложение. — С. 1—24.
11. **Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А.** Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть II // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 7 — Приложение. — С. 1—24.
12. **Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В.** Сравнение методов расчета поверхностного стока селитебных территорий // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 2. — С. 49—57.
13. **Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В.** Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: возможные пути решения // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. С. 23—27.
14. **Быстровозводимая дамба:** патент 154781 Рос. Федерация: МПК Е 02 В 3/04 / Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В.; патентообладатель ООО "ВТПБ". — № 2014152545/13; заявл. 25.12.2014; опубл. 10.09.2015.
15. **Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В.** Проблемы подтопления селитебных территорий // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 2. — С. 42—46.
16. **Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сенник Е. В.** Возможности использования различных мероприятий для снижения подтопления селитебных территорий // Научная мысль. — 2015. — № 1. — С. 10—16.

B. S. Ksenofontov, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru, **R. A. Taranov**, Senior Lecturer, **A. S. Kozodaev**, Associate Professor, **A. A. Voropaeva**, Engineer, **M. S. Vinogradov**, Engineer, **E. V. Senik**, Postgraduate, Bauman Moscow State Technical University

The Problems of Flooding of Residential Areas: European Experience

The paper noted the expected increase in the intensity and frequency of flooding in many parts of the world. The experience of the European Community on the issue of flood risk management in the cross-border area. Analyzed European legislation on water resources and climate change, it focuses on Directive 2007/60/EC on the assessment and management of flood risks. Considered measures to reduce the risk of floods in Europe. The measures for the protection of existing and new residential areas of the Russian Federation from the flooding.

Keywords: residential area, flooding, rainfall, precipitation intensity, risk, risk reduction, risk reduction measures, flood mapping, flood forecasting

References

1. **Из-за сильного ливня** в Ростове-на-Дону погибла девочка, 2016. URL: <http://ria.ru/incidents/20160630/1455437309.html> (date of access 01.07.2016).

2. **Navodnenie** v Rumynii, 2016. URL: <http://earth-chronicles.ru/news/2016-06-03-92822> (date of access 01.07.2016).
3. **V Parizhe** zakryty neskol'ko linij metro iz za kriticheskogo urovnja vody v Sene, v Germanii zatopleny celye goroda, 2016. URL: https://www.itv.ru/news/2016/06/02/303347-v_parizhe_zakryty_neskolko_linij_metro_iz_za_kriticheskogo_urovnja_vody_v_sene_v_germanii_zatopleny_tselye_goroda



- eskogo_urovnya_vody_v_sene_v_germanii_zatopleny_tse-lye_goroda (date of access 03.06.2016).
4. **Sil'nyj liven'** v Krasnodare privel k podtoplenijam ulic i dvorov, 2016. URL: <http://www.rbc.ru/krasnodar/01/06/2016/574f318e9a794704e987c44b?from=main> (date of access 03.06.2016).
 5. **Konvencija** po ohrane i ispol'zovaniju transgranichnyh vodotokov i mezhdunarodnyh ozjor. Upravlenie riskom transgranichnyh navodnenij. Opyt regiona EJeK OON. N'ju-Jork, Zheneva, 2009. 82 p.
 6. **Directive 2007/60/EC** on the assessment and management of flood risks. European Parliament. October 23, 2007.
 7. **Vtoroj seminar** po upravleniju riskami transgranichnyh navodnenij. Zheneva, 19–20 marta 2015 g. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2015/WAT/03Mar_19-20_Geneva/UNECE-Floods-discussion_paper_9-3-2015_ru.pdf (date of access 10.06.2016).
 8. **Abhas K. Dzhha, Robin Blok, Dzhessika Lamom.** Goroda i zatoplenie. Rukovodstvo po kompleksnomu upravleniju riskami, svjazannymi s navodnenijami v gorodskoj srede, dlja XXI veka. Rezhume dlja direktivnyh organov. Vashington, 2012. 62 p.
 9. **Tehnologicheskaja zashhita**, 2011. URL: <http://expert.ru/countries/2011/04/tehnologicheskaya-zaschita/> (date of access 24.06.2016).
 10. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Balina A. A.** Analiz riska podtoplenija i zatoplenija selitebnyh territorij v sluchajah vypadenija sil'nyh livnej. Chast' I. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2013. No. S6. P. 1–24.
 11. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Balina A. A.** Analiz riska podtoplenija i zatoplenija selitebnyh territorij v sluchajah vypadenija sil'nyh livnej. Chast' II. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2013. No. S7. P. 1–24.
 12. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Cravnenie metodov rascheta poverhnostnogo stoka selitebnyh territorij. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2015. No. 2. P. 49–57.
 13. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Problemy podtoplenija i zatoplenija selitebnyh territorij: vozmozhnye puti reshenija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2015. No. 7. P. 23–27.
 14. **Bystrovovzvodimaja damba**: pat. 154781 Ros. Federacija: MPK E 02 B 3/04 / Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.; patentoobladatel' OOO "VTPB". — No. 2014152545/13; zajavl. 25.12.2014; opubl. 10.09.2015.
 15. **Ksenofontov B. S., Taranov P. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Problemy podtoplenija selitebnyh territorij. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2016. No. 2. P. 42–46.
 16. **Ksenofontov B. S., Taranov P. A., Kozodaev A. S., Voropaeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Vozmozhnosti ispol'zovanija razlichnyh meroprijatij dlja snizhenija podtoplenija selitebnyh territorij. *Nauchnaja mysl'*. 2015. No. 1. P. 10–16.

УДК 614.8.084:371.398

А. В. Лукьянович, зам. начальника отдела, e-mail: center_kbg@mail.ru,
А. А. Пашков, науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий)

Многопользовательские ролевые онлайн-игры как инструмент организации подготовки населения в области безопасности жизнедеятельности

В статье рассмотрена идея создания многопользовательской ролевой онлайн-игры по тематике деятельности МЧС России. Проанализированы возможности ее применения в процессе обучения и информирования различных групп населения в области защиты населения и территорий от ЧС различного характера, а также в целях повышения имиджа государства и государственных служб, обеспечивающих безопасность населения.

Ключевые слова: многопользовательская ролевая онлайн-игра, культура безопасности жизнедеятельности, обучение, информирование, оповещение, защита населения, ЧС

Культура безопасности жизнедеятельности — составная часть общей культуры, характеризующая уровень подготовки в области безопасности жизнедеятельности и осознанную потребность в соблюдении норм и правил безопасного поведения [1].

Наряду с образованием, являющимся наиболее эффективным методом формирования культуры безопасности жизнедеятельности, в настоящее время огромное значение с позиций формирования общей культуры и культуры безопасности

жизнедеятельности играют современные средства массовой коммуникации. Оказывая ежедневное мощнейшее воздействие на население, они способствуют формированию идеалов и ценностей, отношений к окружающей действительности, знаний и эмоциональных состояний, влияют на жизненную позицию людей и их поведение в различных ситуациях.

Высокой эффективностью с точки зрения формирования качеств личности в области

безопасности жизнедеятельности обладают современные информационно-телекоммуникационные технологии — сайты и порталы, виртуальные семинары, обсуждения, переписка по электронной почте со специалистами и т. д. С использованием данных средств массовой информации возможно информирование населения о прогнозируемых и возникших ЧС, о пожарах и ходе их ликвидации, по вопросам деятельности МЧС России и Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), о профессиях пожарного и спасателя [2].

Динамика развития Интернета приводит к постоянному совершенствованию сетевых сервисов, в том числе и в развлекательном секторе. Все большую роль начинают играть мультимедийность и интерактивность. В последние годы посещаемость ресурсов, ориентированных на простые текстовые развлечения, неуклонно снижается, в то время как растет аудитория сайтов интерактивных игр. Интернет завоевал значимую роль во всех видах человеческих знаний. Он удовлетворяет большое количество потребностей человека, включая профессиональную деятельность, обучение, ну и, без сомнения, открывает богатейшее развлекательное поле, которое сейчас представлено огромным выбором кардинально отличающихся по трудности и направленности онлайн-игр (компьютерных игр, использующих постоянное соединение с Интернетом).

Одним из наиболее распространенных и привлекательных жанров онлайн-игр являются

многопользовательские ролевые онлайн-игры (Massive(ly) multiplayer online role-playing game) (далее — ММО). К сожалению, точного определения понятия ММО пока не существует, поэтому в рамках статьи используется следующая наиболее общая формулировка: ММО — развлекательная компьютерная игра, использующая постоянное соединение с глобальной сетью Интернет, участники которой взаимодействуют друг с другом в виртуальной компьютерной среде в рамках выбранных ими ролей, руководствуясь характером своей роли и внутренней логикой среды действия, вместе создают или следуют уже созданному сюжету.

О популярности и распространенности ММО свидетельствует статистика [3], представленная экспертами Mail.Ru Group. По итогам 2015 г. месячная аудитория геймеров в России составила более 43 млн человек. Результаты исследования показали, что с той или иной регулярностью в онлайн-игры играет почти каждый второй пользователь Рунета.

Большинство российских геймеров используют для игр компьютеры и ноутбуки (61 %), а также смартфоны и планшеты (57 %) (рис. 1). Игровые приставки стремительно теряют свою популярность — на них сегодня играют лишь 12 % геймеров.

Среди российских игроков практически одинаковое количество мужчин и женщин (52 % и 48 % соответственно). При этом компьютерные игры больше привлекают мужчин. Среди игроков

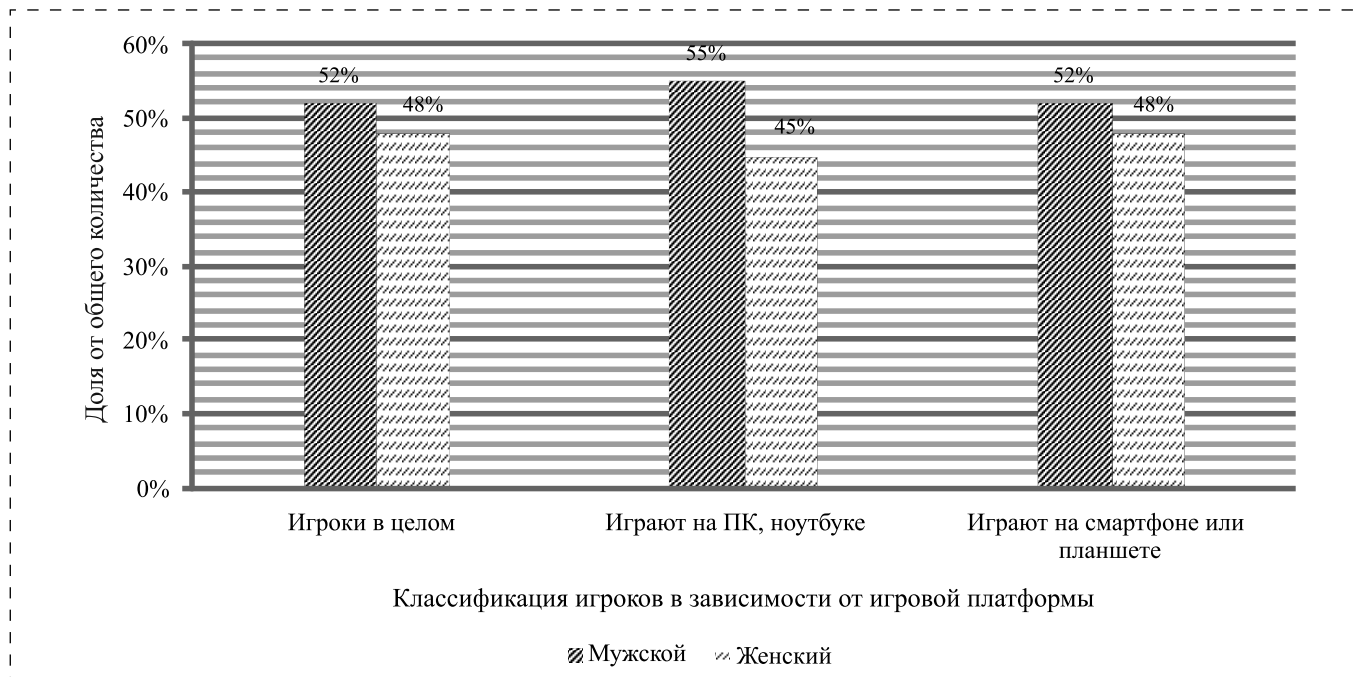


Рис. 1. Гендерное распределение месячной аудитории игроков (данные исследования Mail.ru Group, 2016)

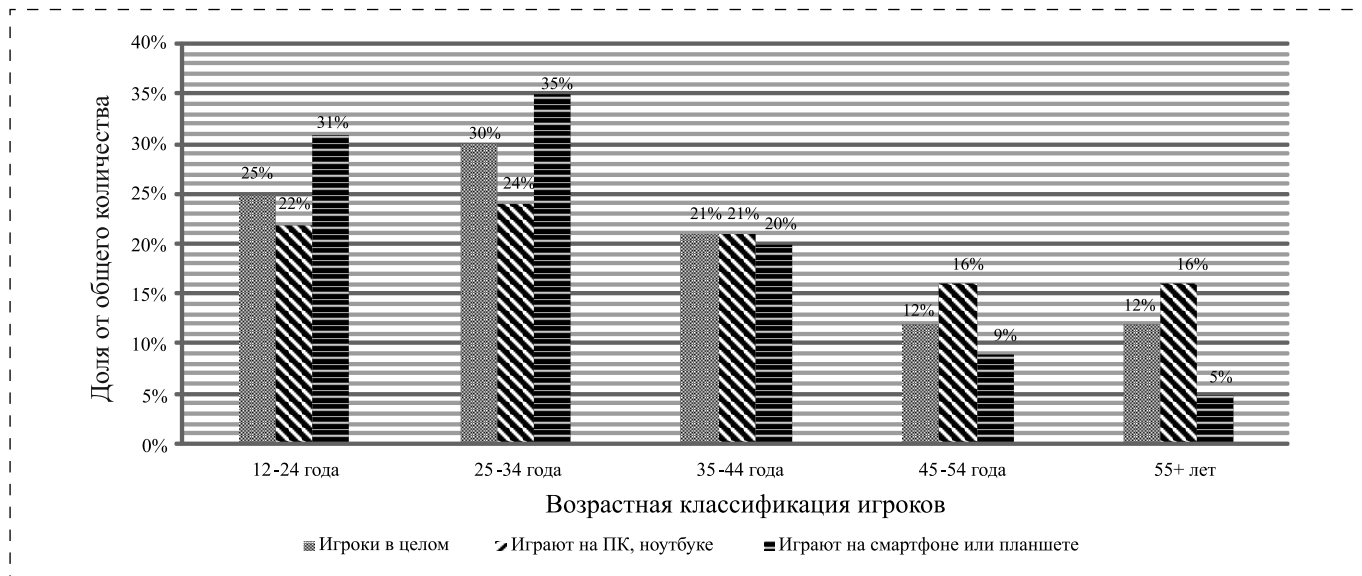


Рис. 2. Возрастное распределение месячной аудитории игроков (данные исследования Mail.ru Group, 2016)

на персональных компьютерах (ПК) представителей сильного пола более половины — 55 %.

Результаты исследования показали, что онлайн-игры в России любят люди всех возрастов, но самую большую группу составляют пользователи в возрасте от 25 до 34 лет (30 %), они же чаще выбирают для игр смартфоны и планшеты (рис. 2). Это объясняется высоким интересом

молодых людей к новым технологиям и, конечно, их тягой к мобильности: на смартфоне и планшете можно играть где угодно, чего не скажешь о стационарном ПК.

42 % российских игроков имеют высшее образование. Таковых немного больше среди мобильных геймеров, чем среди игроков на стационарных ПК (44 % против 42 %) (рис. 3).



Рис. 3. Распределение месячной аудитории игроков по типу образования (данные исследования Mail.ru Group, 2016)

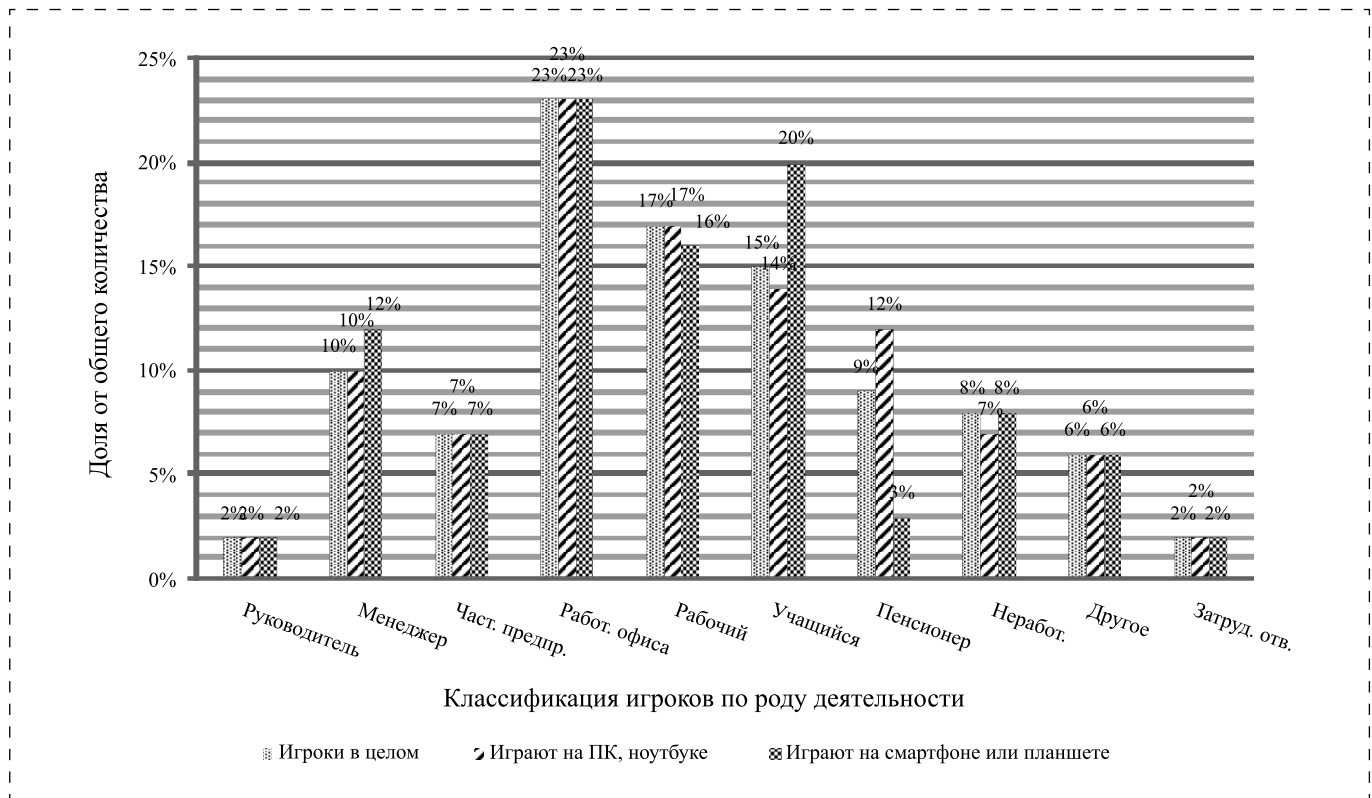


Рис. 4. Распределение месячной аудитории игроков по роду деятельности (данные исследования Mail.ru Group, 2016)

Четверть геймеров в России — служащие и офисные работники, 17 % — рабочие, 15 % — школьники и студенты. При этом наиболее значительная доля студентов (20 %) наблюдается среди мобильных геймеров. Также активно играют менеджеры и руководители отделов (каждый десятый геймер), пенсионеры (каждый одиннадцатый). Среди геймеров, использующих стационарные ПК, доля людей преклонного возраста в 4 раза больше, чем среди мобильных игроков, использующих смартфоны и планшеты. Безработных российских игроков относительно немного — всего 8 % (рис. 4).

Более того, исследование российского игрового рынка в 2014 г. экспертами Mail.Ru Group [4] показало, что по итогам данного года объем российского рынка онлайн-игр составил 50,8 млрд руб., показав прирост более чем в 4 раза по сравнению с 2012 г. ММО по-прежнему остаются самым крупным сегментом, который показал прирост 24 % и составил 28 млрд руб. (рис. 5).

Таким образом, аудитория ММО активно растет и расширяется: играют люди разных возрастов, пола и профессий.

ММО — это постоянно действующая и развивающаяся среда, в которой одновременно существует и действует множество персонажей, управляемых живыми людьми, а не компьютером.

Как правило, такие игровые миры изначально разрабатываются и программируются командой разработчиков с возможностью дальнейшего качественного развития и расширения, и физически размещаются на удаленных серверах, доступ к которым осуществляется через интернет-соединение. ММО предлагает участникам следующие возможности:

- выбор или создание уникального персонажа и его дальнейшее развитие;
- общение игроков друг с другом в реальном времени;
- объединение в команды (отряды) различных категорий (по интересам, по функциональным задачам и т. д.) и оттачивание искусства командной игры;
- назначение руководящих и исполнительных должностей с соответствующими обязанностями внутри команд;
- выполнение заданий (квестов), решение задач и головоломок, планирование деятельности и обсуждение ее в режиме реального времени с другими участниками игры;
- взаимодействие с другими командами, заключение договоров о сотрудничестве и противостоянии;
- организация строительства, торговли и накопления материальных и финансовых средств;

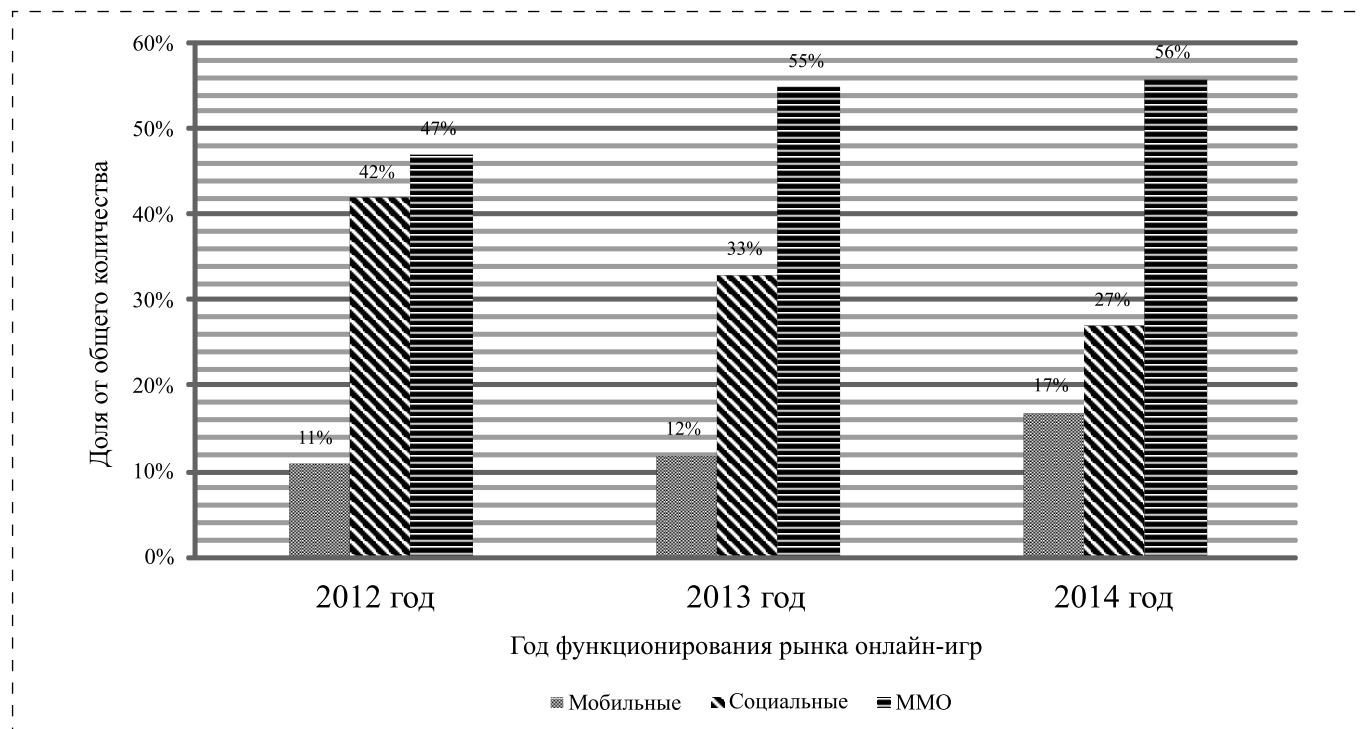


Рис. 5. Динамика изменения структуры роста рынка онлайн-игр (по данным Mail.ru Group, 2016)

— завоевание популярности, повышение уровня игрового мастерства и профессионализма игровых персонажей.

Возможности применения ММО в области формирования культуры безопасности жизнедеятельности достаточно интересны. Рассмотрим перспективы создания ММО по тематике деятельности МЧС России и РСЧС в целом.

К основным принципам онлайн-ролевых игр можно отнести:

- наличие постоянно действующей и развивающейся игровой среды;
- уникальность игровых персонажей;
- возможность накопления опыта и выполнения заданий (квестов);
- наличие экономических отношений;
- возможность объединения в команды, группы или отряды.

Все эти принципы с точки зрения планирования и создания игрового сценария, легко реализуемы в онлайн-игре по тематике деятельности МЧС России. Например, уникальность игровых персонажей во многом сочетается с возможностью создания и развития индивидуального персонажа "спасатель", "пожарный", "руководитель спасательного подразделения", "руководитель или специалист территориального органа МЧС России" или иного органа государственной власти, входящего в состав РСЧС.

В качестве заданий могут выступать игровые модели различных реальных ЧС природного и техногенного характера, произошедших в предыдущие годы, или вымышленных, смоделированных разработчиками игры, участие в ликвидации которых дают опыт персонажам игры.

Внедрение в игру эквивалента денежной единицы и понятия "вознаграждение за выполненную работу", возможностей развития технологий и средств спасения, операций покупки и обмена товаров позволит реализовать экономические отношения. А объединение в команды и группы изначально необходимо для создания аварийно-спасательных формирований и иных подразделений, обеспечивающих выполнение заданий по ликвидации ЧС и планированию будущей деятельности.

В процесс игры возможно внедрение высококачественного видеоряда, динамичных анимационных фрагментов, профессионального дикторского сопровождения, развернутых контекстных справок и другого интерактивного мультимедийного контента, которые, в свою очередь, комплексно воздействуют на органы чувств человека, вызывают интерес, влияют на его эмоциональную сферу, развивают устойчивые эмоциональные отношения к окружающему миру, подсознательно воздействуют на мотивацию поступков [2].

Процессы повышения мастерства и создания уникальных персонажей могут сопровождаться игровыми

курсами обучения, в рамках которых возможно доведение информации, соответствующей примерным программам подготовки различных групп населения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС различного характера.

Развитие, популярность, простота участия и большой охват целевой аудитории — это лишь немногие характеристики ММО, которые позволят обеспечить высокую эффективность реализации процесса обучения различных групп населения в области безопасности жизнедеятельности, информирования о ЧС и о пожарах, порядке действий при их возникновении, по вопросам деятельности МЧС России и РСЧС, о профессиях пожарного и спасателя. Многоплатформенность, возможность групповых скоординированных действий и бесконечная расширяемость виртуальных игровых сред создают условия для разностороннего и многоуровневого развития игроков, независимо от их территориального распределения и возрастных показателей.

Кроме того, в условиях мощного деструктивного информационного воздействия на человека огромного потока негативной информации о неотвратимых ужасах современного мира с использованием ММО возможно сформировать у людей способность объективно оценивать уровень и характер угроз и опасностей, анализировать возможные последствия их реализации, повысить готовность противостояния им.

В рамках игры участники в процессе создания персонажа, совершенствования его навыков и выполнения своих функциональных задач получают возможность в удобной и интуитивно понятной форме пройти обучение и ознакомиться с материалами по тематикам, напрямую пересекающимся с программами предмета "Основы безопасности жизнедеятельности", дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", а также примерными программами подготовки различных групп населения в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от ЧС различного характера:

- причины аварий и катастроф на объектах экономики, классификация и фазы развития ЧС, первичные и вторичные негативные воздействия в ЧС;

- классификация потенциально опасных объектов, основные опасности при авариях на них и их последствия;

- классификация пожаров, опасные факторы пожара, огнетушащие вещества и способы тушения пожаров;

- взрывчатые вещества, их классификация и характеристики, взрывы различной природы и их основные характеристики;

- безопасное поведение и навыки действия человека при ЧС природного, техногенного и социального характера;

- аварийно-спасательные и другие неотложные работы (далее — АСДНР) в очагах поражения, характеристика основных видов аварийных работ на объектах экономики в связи с повреждением их в результате ЧС;

- особенности аварийно-спасательных, других неотложных работ в условиях радиоактивного и химического заражения, при взрывах, пожарах и других ЧС;

- основные функциональные обязанности пожарного и спасателя, а также других должностных лиц, участвующих в организации и проведении АСДНР;

- эвакуация из опасных районов, эвакуационные мероприятия и порядок их выполнения, силы и средства, привлекаемые к работам, основное содержание работ по организации эвакуации и порядок их выполнения в условиях ЧС;

- порядок организации межведомственного взаимодействия различных органов государственной власти при ликвидации ЧС различного характера;

- состав, структура, основные задачи и порядок функционирования РСЧС и МЧС России;

- состояние нормативной правовой базы и уровня научно-технического прогресса в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера.

Следует отметить возможности информирования и оповещения населения в случае возникновения ЧС или их угрозе. В более общем смысле ММО является одним из средств массовой коммуникации, обеспечивающим взаимодействие одновременно десятков, а может и сотен тысяч человек. С их использованием может доводиться социально значимая реклама, ролики, электронные плакаты, имеющие определенное воспитательное, информирующее или предписывающее воздействие на всех подписчиков ММО.

Онлайновая игра во многом будет являться отражением обычного мира и изменения в ней станут откликом на тенденции и события реальной жизни. Персонажи игры получают возможность влиять на глобальные процессы и смогут ощущать масштабы происходящего в стране, узнают много нового и интересного об экономическом, политическом и социальном устройстве нашей страны и РСЧС в частности. ММО по тематике деятельности МЧС России по сути это стратегическая онлайновая игра, где важную роль, помимо реакции игрока, имеет умение правильно создать персонаж, разумно воспитывать и вести его по виртуальному миру, сделать его способным выжить в любых ситуациях, развить организаторские способности и умение руководить командой при решении возникающих задач.



Собственно социальный эффект от внедрения ММО в процесс развития культуры безопасности жизнедеятельности будет обусловлен:

— повышением уровня образованности людей не только в области безопасности жизнедеятельности, но и в других смежных областях знаний;

— усилением сплоченности общества перед природными, техногенными и иными опасностями, стиранием социальных различий между различными группами населения;

— повышением уровня духовно-нравственного и патриотического воспитания подрастающего поколения, а также ряда других возрастных групп населения;

— повышение имиджа государства, государственных служб, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности населения.

Экономическую эффективность от внедрения ММО можно оценить с использованием методического подхода к оценке структурных элементов системы информирования и оповещения населения [5] на основании финансового выигрыша от игры, полученного в результате дополнительно спасенных пострадавших при ЧС и учета

коэффициентов воздействия на игроков таких функций ММО, как информирование и обучение.

Список литературы

1. **ГОСТ 22.3.07—2014** Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Культура безопасности жизнедеятельности. Общие положения. 2014-03-11 — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; Москва: Стандартинформ, 2014. — 5 с.
2. **Лукьянович А. В., Пашков А. А.** Перспективы внедрения многопользовательских ролевых онлайн-игр по проблемам формирования культуры безопасности жизнедеятельности // Технологии техносферной безопасности. — 2011. — Вып. 4. С. 14.
3. **Профиль** российского геймера [https://gamestats.mail.ru/article/profil_rossijskogo_geymera/]: Игровая индустрия в России и мире. Исследование Mail.Ru Group. URL: https://gamestats.mail.ru/, свободный (дата обращения 25.06.2016).
4. **Российский игровой рынок** в 2014 году: 50,8 млрд рублей [https://gamestats.mail.ru/article/rossijskij_igrovoj_rynok_v_2014_godu_50_8_mln_rublej/]: Игровая индустрия в России и мире. Исследование Mail.Ru Group. URL: https://gamestats.mail.ru/, свободный (дата обращения 25.06.2016).
5. **Аюбов Э. Н.** Метод технико-экономической оценки системы информирования и оповещения населения. Дис. ... канд. техн. наук: 05.26.02. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2008.

A. V. Lykhanovich, Deputy Head of Research Department, e-mail: center_kbg@mail.ru, **A. A. Pashkov**, Researcher, All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defence and Emergencies of Emergency Control Ministry of Russia (Federal Centre of a Science and High Technologies)

Massively Multiplayer Online Role-Playing Games as a Tool of Training of the Population in the Area of Life Safety

The idea of massive multiplayer online role-playing game on the EMERCOM of Russia area of activity creation is regarded in this article. Possibilities of its application in the process of different population training and informing in the area of people and territory defense from emergency situations and in the aim of state and state organizations, connected with the problem of populations defense, image increasing are analyzed here.

Keywords: massive multiplayer online role-playing game, culture of safety of life activity, education, informing, warning, defense of population, emergency situation

References

1. **ГОСТ 22.3.07—2014** Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Kul'tura bezopasnosti zhiznedejatel'nosti. Obshhie polozhenija. 2014-03-11 — Federal'noe agentstvo po tehničeskomu regulirovaniju i metrologii; Moskva: Standartinform, 2014. 5 p.
2. **Luk'janovich A. V., Pashkov A. A.** Perspektivy vnedrenija mnogopol'zovatel'skih rolevyh onlajnovyh igr po problemam formirovanija kul'tury bezopasnosti zhiznedejatel'nosti. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti*. 2011. Vyp. 4. P. 14.
3. **Профиль** russijskogo gejmera [https://gamestats.mail.ru/article/profil_rossijskogo_geymera/]: Igrovaja industrija v Rossii i mire. Issledovanie Mail.Ru Group. URL: https://gamestats.mail.ru (date of access 25.06.2016).
4. **Rossiiskij igrovoj rynek** v 2014 godu: 50,8 mlrd rublej [https://gamestats.mail.ru/article/rossijskij_igrovoj_rynok_v_2014_godu_50_8_mln_rublej/]: Igrovaja industrija v Rossii i mire. Issledovanie Mail.Ru Group. URL: https://gamestats.mail.ru/ (date of access 25.06.2016).
5. **Ajubov Je. N.** Metod tehniko-jekonomičeskoj ocenki sistemy informirovanija i opoveshhenija naselenija. Dis. ... kand. tehn. nauk: 05.26.02. — М.: FGU VNII GOChS (FC), 2008.

УДК 697.921.47

А. П. Свинцов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: svintsovar@rambler.ru,
Алравашде Марван Раед Яхья, магистрант, Российский университет дружбы
народов, Москва

Проверка работоспособности системы дымоудаления как элемент обеспечения пожарной безопасности зданий

Представлены результаты исследования системы противодымной вентиляции в многоэтажных жилых зданиях. Установлено, что при надлежащей эксплуатации системы дымоудаления многоэтажных жилых зданий готовы к работе в штатном режиме. Показано, что регулярная проверка их технического состояния и приборные измерения расходов и давлений воздуха позволяют своевременно выявить возможные повреждения и отклонения от проектных режимов функционирования. В рамках исследования акцентировано внимание на известном эффекте прижатия эвакуационной двери в коридоре, где открыт клапан при включенном вентиляторе дымоудаления. Это служит существенным сдерживающим фактором обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

Ключевые слова: удаление дыма, вентиляция, расход воздуха, избыточное давление, противодымный клапан, пожар

Введение

Система дымоудаления в здании является одной из важнейших в комплексе жизнеобеспечения людей при пожаре. В связи с этим проверка готовности системы к работе в любое время является обязательной для службы эксплуатации здания.

В рамках плановой проверки работоспособности систем дымоудаления в 12—16-этажных зданиях одного из жилых микрорайонов г. Москвы выполнены измерения расходов и давлений воздуха. В результате исследования установлено, что системы дымоудаления в обследованных зданиях в целом к работе готовы. В результате исследования также выявлены особенности работы системы дымоудаления в одном из зданий и установлены причинно-следственные связи отклонения от норм.

В рамках выполненного исследования отмечено, что при работающем вентиляторе системы дымоудаления эвакуационную дверь на этаже, где открыт клапан, взрослому нормально здоровому человеку открыть весьма трудно. Для решения указанной проблемы разработан клапан, предназначенный для снижения перепада давлений на дверь, что позволит открывать ее и обеспечивать возможность эвакуации людей.

Анализ состояния вопроса

Проблема дымоудаления системами вентиляции является весьма актуальной для обеспечения

безопасной эвакуации людей из здания при пожаре. Это связано с необходимостью предотвращения негативного воздействия опасных продуктов пожара на человека, а также с необходимостью ограничения материального ущерба от него. Одной из важнейших систем противопожарной защиты здания является система противодымной вытяжной вентиляции [1].

Эффективная работа системы дымоудаления начинается с ее проектирования, базирующегося на современных достижениях науки и нормативно-правовых документах [2—5]. При проектировании вытяжных вентиляционных систем дымоудаления определяют параметры их элементов на основе расчета расходов удаляемого воздуха и его давления на расчетных участках сети и в контрольных точках здания. Особое внимание уделяют проектированию указанных систем в многоэтажных и высотных зданиях [6, 7]. В разных странах специалисты используют разные методы расчета, которые для одних и тех же объектов и условий дают различные результаты. Выполненное моделирование расходов удаляемого воздуха, рассчитанных по бельгийским, английским, голландским, французским стандартам, показало существенные различия расчетных данных [8]. Применение математических моделей позволяет проектировать системы противодымной вентиляции различного назначения. В рамках численного моделирования систем дымоудаления представляется возможность выявить некоторые

закономерности работы систем, которые не очевидны при их проектировании и эксплуатации. Например, в многоэтажном доме выявлена взаимосвязь высоты расположения вытяжного клапана и температуры дыма, расстояния между клапаном и очагом пожара и др. [9–13]. Численные методы динамики опасных факторов пожара позволяют существенно повысить точность оценки работы системы дымоудаления [14, 15]. Важным элементом системы противодымной вентиляции является организация дымоудаления, в том числе из лестничных клеток [15].

Проверка готовности противодымных клапанов к работе является ключевым элементом контроля технического состояния системы дымоудаления [16]. Особенности работы системы дымоудаления зависят от типа дыма и интенсивности его распространения [17, 18].

Одним из важнейших элементов обеспечения противодымной защиты зданий является надлежащее выполнение приемно-сдаточных и контрольных испытаний систем дымоудаления. Условия проведения таких испытаний и полученные результаты практически всегда отличаются от проектных [3]. При натурном исследовании клапанов дымоудаления выявляют возможности усовершенствования их конструкции для повышения эффективности отсоса дыма [19, 20]. Натурные приборные измерения расходов удаляемого дыма позволяют выявить подсос свежего воздуха, что приводит к снижению количества удаляемого дыма [21].

Анализ источников научно-технической информации, посвященных системам дымоудаления, показывает, что контрольные испытания систем противодымной защиты являются одной из важнейших составных частей обеспечения безопасности людей в зданиях. Исследование фактических расходов и давлений воздуха позволяет поддерживать систему дымоудаления в работоспособном состоянии.

Методика исследования и измерительные приборы

Испытания систем приточно-вытяжной противодымной защиты проведены в соответствии с ГОСТ Р 53300—2009 "Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемосдаточных и периодических испытаний". Допустимая величина невязки фактических параметров по отношению к значениям, указанным в проекте, для систем вытяжной противодымной вентиляции должна составлять не более 15 %.

Для проведения испытания систем противодымной вытяжной вентиляции применяются

следующие приборы: термоанемометр цифровой Testo 417, дифференциальный манометр цифровой Testo 510.

В рамках выполнения плановых периодических испытаний определены следующие параметры системы дымоудаления: фактические расходы воздуха, удаляемого из коридоров, расположенных на путях эвакуации, фактические значения избыточных давлений в незадымляемых лестничных клетках, в тамбур-шлюзах.

Количество измерений скорости движения воздуха принято $n = 10$ на каждом клапане. Площадь открытого противодымного клапана разделена на десять равных прямоугольников, образованных съемной координатной сеткой. Указанная сетка выполнена из полиэтиленовой нити с возможностью закрепления в плоскости проема клапана.

Статистическая обработка результатов измерений выполнена по известным методикам математической статистики, а также в соответствии с ГОСТ Р 53300—2009.

Использование указанных измерительных приборов, методики исследования и обработки данных позволили получить результаты с надежностью не ниже 0,95.

Результаты и их обсуждение

В результате приборных измерений установлено, что системы дымоудаления в многоэтажных зданиях одного из жилых микрорайонов г. Москвы в целом находятся в исправном состоянии и к работе готовы. На рис. 1 представлена диаграмма изменения расхода воздуха через противодымные клапаны на различных этажах, построенная в соответствии с планом эксперимента.

Анализ диаграммы показывает, что для измеренных расходов воздуха характерен разброс

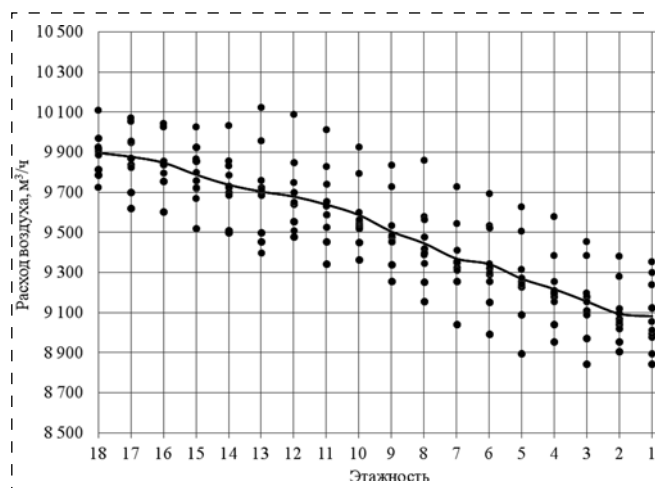


Рис. 1. Изменение расхода воздуха по этажам

значений на каждом обследованном клапане. Приборными измерениями установлено, что в центральной части воздушного потока через клапан расходы воздуха больше, а по мере смещения измерения к периферии расходы воздуха уменьшаются из-за увеличения местного сопротивления. Установлено, что по мере увеличения расстояния от вентилятора, размещенного на чердаке, расход удаляемого воздуха снижается. Это происходит из-за его подсоса через неплотности прилегания противодымных клапанов в их нормально закрытом состоянии. Общее снижение расхода воздуха не превышает 15 %, а от этажа к этажу снижение не превышает 1 %. Такая величина подсоса свежего воздуха может быть приемлема в технико-экономическом аспекте. В практике эксплуатации систем дымоудаления известны подсосы, составляющие 48 % [21]. Анализ диаграммы (см. рис. 1) показывает, что изменение расхода воздуха происходит линейно без отклонений от известных закономерностей.

В одном из зданий выявлено резкое снижение расхода воздуха на уровнях 8—9 этажей. Для предотвращения ошибки измерения были выполнены вторыми экземплярами приборов. Полученные данные не превышали погрешности измерений по паспорту приборов. При этом результаты дополнительного испытания показали аналогичный результат. Это позволило исключить влияние фактора систематической ошибки измерения. Диаграмма измерения расхода воздуха с указанным отклонением представлена на рис. 2.

На этой диаграмме показано резкое падение значения расхода на восьмом этаже. Такое аномальное изменение не может быть обусловлено только обычными неплотностями клапанов. В результате анализа и дополнительного обследования шахты дымоудаления установлено, что в процессе работ, не относящихся к эксплуатации данной

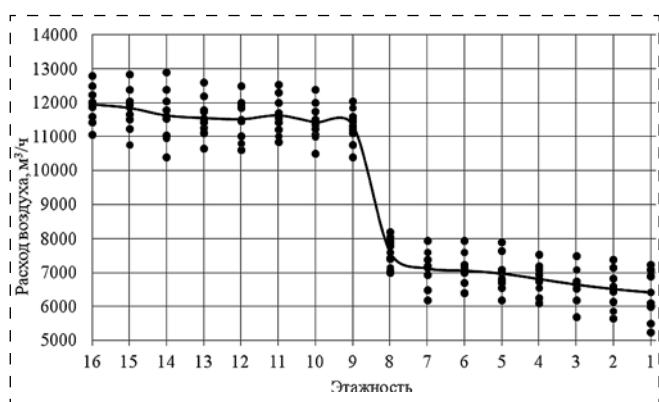


Рис. 2. Изменение расхода воздуха с резким перепадом значений

системы, в трех местах стена шахты оказалась поврежденной. Образовавшиеся отверстия площадью от 0,03 до 0,05 м² в стене шахты явились местами подсоса воздуха.

По материалам обследования шахты дымоудаления разработаны рекомендации по обеспечению безотказности ее работы. После ее ремонта проведена дополнительная проверка работоспособности системы дымоудаления в данном здании. В результате повторных измерений расхода и давления воздуха в указанном здании установлено, что система дымоудаления функционирует в штатном режиме и готова к работе.

В рамках выполненного контрольно-измерительного исследования выявлена известная особенность работы двери из поэтажного коридора, которую из-за перепада давлений во время работы вентиляторов противодымной защиты взрослому нормально здоровому человеку открыть весьма трудно. В работе [22] показано, что снижение перепада давлений на эвакуационную дверь возможно посредством устройства щелей в нижней части дверей. На обследованных объектах в одном и том же доме одинаковые двери на разных этажах имели разные размеры щелей. Непосредственными измерениями линейных параметров щелей в нижней части эвакуационных дверей установлено, что их площадь колеблется от 0,012 до 0,067 м² при среднем значении 0,051 м². Практически на всех этажах для открывания эвакуационных дверей требовалось приложить значительную силу. В процессе обследования авторами не выявлены закономерности распределения размеров щелей по этажам. Это позволяет полагать, что эвакуационные двери на указанных объектах установлены без учета особенностей их работы в условиях функционирования системы дымоудаления. Невозможность относительно легко открыть эвакуационную дверь является существенным препятствием на пути эвакуации людей при пожаре.

Для обеспечения открывания эвакуационной двери с этажа, на котором открыт клапан при работающем вентиляторе системы дымоудаления, авторами разработано и испытано техническое решение дверного клапана. Клапан предназначен для установки в полотно эвакуационной двери. Площадь живого сечения клапана определяют расчетом. Предложенный клапан состоит из корпуса с входным и выходным отверстиями, заслонки на поворотной горизонтальной оси, закрепленной на капроновых втулках. Корпус клапана выполнен двухкамерным с выходными отверстиями, расположенными в одной плоскости, а камеры расположены одна на другой и соединены между собой переходным отверстием. Заслонка своим



верхним краем закреплена на горизонтальной поворотной оси и установлена в нижней камере в плоскости входного отверстия. Размер заслонки от поворотной оси до свободного края меньше расстояния между плоскостями входного и выходного отверстий. Применение разработанного клапана позволит повысить эффективность системы дымоудаления и защиты людей при пожаре в части обеспечения их эвакуации.

Заключение

Основной задачей системы противодымной вентиляции является обеспечение незадымляемости путей эвакуации людей из помещений на этажах при пожаре. Проверка готовности системы дымоудаления к работе является одним из важнейших элементов работы службы эксплуатации зданий. В результате исследования систем дымоудаления в многоэтажных жилых зданиях установлено:

1. Приборные измерения фактических расходов воздуха и избыточных давлений позволяют не только проверить готовность системы дымоудаления к работе, но и выявить особенности или дефекты в ее функционировании.

2. В процессе эксплуатации жилых зданий возможны повреждения целостности шахт дымоудаления, например, при прокладке внутридомовых сетей Интернет или кабельного телевидения. Образовавшиеся нештатные проемы в стенах шахт дымоудаления могут привести всю систему в неработоспособное состояние.

3. Фактические расходы удаляемого воздуха отличаются от расчетных значений и уменьшаются по мере удаления от вентилятора. Уменьшение фактического расхода удаляемого воздуха обусловлено неплотностями клапанов дымоудаления.

4. Несмотря на наличие щелей в нижней части дверей при работающем вентиляторе дымоудаления и открытом клапане взрослый нормально здоровый человек не может открыть эвакуационную дверь.

5. Разработанный авторами клапан, обеспечивающий в автоматическом режиме снижение перепада давлений на эвакуационную дверь при открытом клапане дымоудаления и работающем вентиляторе, позволяет повысить безопасность людей при возникновении пожара.

Список литературы

1. Klote J. H., Milke J. A., Turnbull P. G., Kashef A., Ferreira M. J. Handbook of Smoke Control Engineering. — Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2012. — 512 p.

2. **Kozioł S., Zbrowski A.** The method for increasing the safety of the buildings by application of heat recuperation in the firefighting ventilation systems // *Bezpieczenstwo Technika Pożarnicza*. — 2012. — Vol. 27. — P. 39–45.
3. **Игольников А. В.** Некоторые устройства систем противодымной защиты зданий повышенной этажности // *Технологии технологической безопасности*. — 2008. — № 6. — С. 2.
4. **Пузач С. В., Фролов И. Е., Лебедченко О. С., Абакумов Е. С., Нгуен Тхань Хай.** Сравнительный анализ методов расчета массовых расходов дымоудаления при пожаре в помещении // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2008. — Т. 17. — № 4. — С. 34–41.
5. **Новиков В. В., Цопов С. В.** Пожары в жилом секторе: проблемы и пути их решения // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2014. — № 1. — С. 25–31.
6. **Есин В. М., Колмыков С. П.** Сравнение методик расчета требуемых параметров вентиляционных систем противодымной защиты многоэтажных зданий // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2014. — Т. 23. — № 6. — С. 47–52.
7. **Yuan Yu, Yan-yan Chu, Dong Liang.** Study on Smoke Control Strategy in a High-rise Building Fire // *Procedia Engineering*. — 2014. — Vol. 71. — P. 145–152.
8. **Laverge J., Pattyn X., Janssens A.** Performance assessment of residential mechanical exhaust ventilation systems dimensioned in accordance with Belgian, British, Dutch, French and ASHRAE standards // *Building and Environment*. — 2013. — Vol. 59. — P. 177–186.
9. **Qing Li, Si-cheng Li, Zi-heng Wang.** Research on Smoke Exhaust Effect at Different Installation Height of Mechanical Exhaust Port in Ring Corridor of High-rise Building. International Conference on Performance-based Fire and Fire Protection Engineering 2015 (ICPFPE 2015) // *Procedia Engineering*. — 2016. — Vol. 135. — P. 327–335.
10. **Sheng Dai.** Numerical simulation study on smoke control way in high-rise building // *Anhui University of Technology*. — 2011. — Vol. 06. — P. 25–31.
11. **Xu-dong Qiu, Fu-sheng Gao, Yan-ling Wang.** Numerical simulation research of mechanical smoke extraction in high-rise building corridor // *Heat ventilation and air-conditioning*. — 2004. — Vol. 06. P. 9–13.
12. **Xiao-lei Xu, Jia-peng He, Ru Zhou, Cheng-yin Jing.** Influence of arrangement of exhaust port on smoke exhaust effect in high-rise building fire // *Journal of safety science and technology*. — 2009. — Vol. 05. — P. 18–22.
13. **Jie Ji, Ran Huo, Long-hua Hu, Hao-bo Wang.** Influence of relative position of fire and mechanical smoke exhaust port on smoke exhaust effect in long channels // *Journal of engineering mechanics*. — 2009. — Vol. 26 (5). P. 34–43.
14. **Пузач С. В., Тимофеев А. Б.** К определению массового критического расхода системы дымоудаления // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*. — 2010. — № 3. — С. 22–28.
15. **Кузнецов С. Н.** Расчет распространения дымовых газов в лестничной клетке с использованием математической модели // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета: Строительство и архитектура*. — 2013. — № 3 (31). — С. 128–134.
16. **Ji-bin Chen, Xiang-hong Cao, Chao Yang.** Linkage Control Security Research of the Mechanical Smoke Exhaust System in Large Space Buildings. International Conference on Performance-based Fire and Fire Protection Engineering 2012 // *Procedia Engineering*. — 2013. — Vol. 52. — P. 37–41.
17. **Yu-jian Wu, Xiao-lei Xu.** Simulation studies about influence factors on smoke control in corridor type high-rise buildings // *Journal of safety science and technology*. — 2013. — Vol. 09. — P. 36–42.
18. **Xiao-lei Xu, Jia-peng He, Ru Zhou, Jing-xian Li.** Research on arrangement mode of smoke vent in bar-type corridor of high-rise building // *Journal of safety and environment*. — 2011. — Vol. 01. — P. 172–175.

19. **Тертычный О. В.** Повышение безопасности зданий средствами противодымной вытяжной вентиляции // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. — 2010. — № 1. — С. 42–45.
20. **Ульев Д. А., Животягина С. Н.** Повышение эффективности динамических систем дымоудаления с воздуховодными вставками // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2015. — № 6—1. — С. 107–112.
21. **Ji Jie, Li Kaiyuan, Zhong Wei, Huo Ran.** Experimental investigation on influence of smoke venting velocity and vent height on mechanical smoke exhaust efficiency // Journal of Hazardous Materials — 2010. — Vol. 177 (1–3). — P. 209–215.
22. **Есин В. М., Перцев Ю. И.** Усилие открывания двери при нерасчетных режимах работы вентиляционных систем противодымной защиты // Пожаровзрывобезопасность. — 2003. — Т. 12. — № 1. — С. 54–56.

A. P. Svintsov, Professor, Head of Chair, e-mail: svintsovap@rambler.ru,
Alrawashdeh Marwan Raed Yahya, Undergraduate, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

Checking the Work Capability of Smoke Removal System, as an Element of Ensuring Fire Safety of Buildings

Equipping buildings with smoke extraction systems and ensuring their work capability during fire, has the most important element of ensuring the peoples safety. Checking the work capability of the smoke removal system should be done not rarely than once every two years. This helps understanding the quality of the technician condition of the system.

The failsafe of the smoke extraction system is the subject of study and research for Russian and foreign specialists. The main parameters for effective work of the smoke extraction system are pawned during the projecting stage. In each country specialists use their own methods of calculations for the consumption and the pressure of the extracted air.

In a number of publications, the attention attracted to that the actual amounts of the consumption and the overpressure of air values are always different from the project values. Therefore, regular tests of the smoke extraction system are very important to ensure its work capability.

In Peoples' Friendship University of Russia, were made researches of the supply and exhaust antismoke system multistory civilian buildings in one of the micro districts of Moscow. The results of measuring of the speed and the overpressure of the air in several checkpoints showed that the anti-smoke systems in these buildings are ready to work in regular mode. In one of the tested buildings were found deviations in values of speed and pressure of the air.

In this study the attention was focused on a known effect of pressing the evacuation door in the hallway where the smoke exhausting valve is open while the smoke extracting system is working. To solve this problem, the authors created a valve that automatically reduces the pressure drop on the evacuation door and which allows to open the door while the smoke extracting system is working.

Keywords: smoke extraction, ventilation, air consumption, overpressure, anti-smoke valve, fire

References

1. **Klote J. H., Milke J. A., Turnbull P. G., Kashef A., Ferreira M. J.** Handbook of Smoke Control Engineering. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2012. 512 p.
2. **Kozioł S., Zbrowski A.** The method for increasing the safety of the buildings by application of heat recuperation in the firefighting ventilation systems. *Bezpieczenstwo Technika Pożarnicza*. 2012. Vol. 27. P. 39–45.
3. **Igol'nikov A. V.** Nekotorye ustrojstva sistem protivodymnoj zashhity zdaniy povyshennoj jetazhnosti. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti*. 2008. No. 6. P. 2.
4. **Puzach S. V., Frolov I. E., Lebedchenko O. S., Abakumov E. S., Nguen Than' Haj.** Sravnitel'nyj analiz metodov rascheta massovyh rashodov dymoudalenija pri pozhare v pomeshhenii. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2008. Vol. 17. No. 4. P. 34–41.
5. **Novikov V. V., Copov S. V.** Pozhary v zhilom sektore: problemy i puti ih reshenija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. No. 1. P. 25–31.
6. **Esin V. M., Kolmykov S. P.** Sravnenie metodik rascheta trebuemyh parametrov ventiljacionnyh sistem protivodymnoj zashhity mnogojetazhnyh zdaniy. *Pozharovzryvobezopasnost'*. 2014. Vol. 23. No. 6. P. 47–52.
7. **Yuan Yu, Yan-yan Chu, Dong Liang.** Study on Smoke Control Strategy in a High-rise Building Fire. *Procedia Engineering*. 2014. Vol. 71. P. 145–152.
8. **Laverge J., Pattyn X., Janssens A.** Performance assessment of residential mechanical exhaust ventilation systems dimensioned in accordance with Belgian, British, Dutch, French and ASHRAE standards. *Building and Environment*. 2013. Vol. 59. P. 177–186.
9. **Qing Li, Si-cheng Li, Zi-heng Wang.** Research on Smoke Exhaust Effect at Different Installation Height of Mechanical Exhaust Port in Ring Corridor of High-rise Building. International Conference on Performance-based



- Fire and Fire Protection Engineering 2015 (ICPFPE 2015). *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 135. P. 327–335.
10. **Sheng Dai**. Numerical simulation study on smoke control way in high-rise building. *Anhui University of Technology*. 2011. Vol. 06. P. 25–31.
 11. **Xu-dong Qiu, Fu-sheng Gao, Yan-ling Wang**. Numerical simulation research of mechanical smoke extraction in high-rise building corridor. *Heat ventilation and air-conditioning*. 2004. Vol. 06. P. 9–13.
 12. **Xiao-lei Xu, Jia-peng He, Ru Zhou, Cheng-yin Jing**. Influence of arrangement of exhaust port on smoke exhaust effect in high-rise building fire. *Journal of safety science and technology*. 2009. Vol. 05. 2009. P. 18–22.
 13. **Jie Ji, Ran Huo, Long-hua Hu, Hao-bo Wang**. Influence of relative position of fire and mechanical smoke exhaust port on smoke exhaust effect in long channels. *Journal of engineering mechanics*. 2009. Vol. 26 (5). P. 34–43.
 14. **Puzach S. V., Timofeev A. B.** К определению массового критического рашода системы дымовыведения. *Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashhenie, likvidacija*. 2010. No. 3. P. 22–28.
 15. **Kuznecov S. N.** Raschet rasprostraneniya dymovyyh gazov v lestnichnoy kletke s ispol'zovaniem matematicheskoy modeli. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta: Stroitel'stvo i arhitektura*. 2013. No 3 (31). P. 128–134.
 16. **Ji-bin Chen, Xiang-hong Cao, Chao Yang**. Linkage Control Security Research of the Mechanical Smoke Exhaust System in Large Space Buildings. International Conference on Performance-based Fire and Fire Protection Engineering 2012. *Procedia Engineering*. 2013. Vol. 52. P. 37–41.
 17. **Yu-jian Wu, Xiao-lei Xu**. Simulation studies about influence factors on smoke control in corridor type high-rise buildings. *Journal of safety science and technology*. 2013. Vol. 09. P. 36–42.
 18. **Xiao-lei Xu, Jia-peng He, Ru Zhou, Jing-xian Li**. Research on arrangement mode of smoke vent in bar-type corridor of high-rise building. *Journal of safety and environment*. 2011. Vol. 01. P. 172–175.
 19. **Tertychnyj O. V.** Povyshenie bezopasnosti zdaniy sredstvami protivodymnoy vytyazhnoy ventiljacii. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Serija: Vysokie tehnologii. Jekologija*. 2010. No. 1. P. 42–45.
 20. **Ul'ev D. A., Zhivotjagina S. N.** Povyshenie jeffektivnosti dinamicheskikh sistem dymovыведения s vozduhovodnymi vstavkami. *Aktual'nye problemy gumanitarnyyh i estestvennyh nauk*. 2015. No 6–1. P. 107–112.
 21. **Ji Jie, Li Kaiyuan, Zhong Wei, Huo Ran**. Experimental investigation on influence of smoke venting velocity and vent height on mechanical smoke exhaust efficiency. *Journal of Hazardous Materials*. 2010. Vol. 177 (1–3). P. 209–215.
 22. **Esin V. M., Percev Ju.I.** Usilie otkryvaniya dveri pri neraschetnyh rezhimah raboty ventiljacionnyh sistem protivodymnoy zashhity. *Pozharovzryvbezopasnost'*. 2003. Vol. 12. No. 1. P. 54–56.

УДК 614.841

С. В. Пузач, д-р техн. наук, проф., начальник кафедры, e-mail: puzachsv@mail.ru,
Нгуен Тат Дат, адъюнкт кафедры, Академия государственной противопожарной службы МЧС России, Москва

Новый подход к расчету критических времен воздействия монооксида углерода на человека при пожаре в помещении

Предложена математическая модель расчета содержания карбоксигемоглобина в крови человека при воздействии СО. Проведено сопоставление результатов расчета содержания карбоксигемоглобина с экспериментальными данными, полученными при воздействии на человека СО постоянной концентрации при спокойном дыхании. Представлены результаты численных экспериментов по определению концентрации карбоксигемоглобина при повышенной скорости легочной вентиляции, характерной для условий пожара в помещении. Получены с использованием аналитического решения интегральной модели расчета термодинамики пожара оценочные величины промежутков времени воздействия СО до различных степеней поражения организма человека. Выполнено сравнение критических продолжительностей пожара, полученных с использованием предложенной модели и традиционного подхода. Показано, что существующая в научной и нормативной литературе по пожарной безопасности методика расчета критической продолжительности пожара по СО может приводить к качественно и количественно неправильным результатам.

Ключевые слова: пожар, монооксид углерода, токсичность, критическое время, карбоксигемоглобин, интоксикация человека, внешнее дыхание, вентиляция легких, время экспозиции, термодинамика пожара

Введение

Основной причиной гибели людей на пожарах более чем в 80 % случаев является отравление

продуктами горения [1]. Поэтому математическое моделирование распространения токсичных продуктов горения и их воздействия на организм человека при пожаре является актуальной задачей [2].

Зависимость состояния человека от содержания карбоксигемоглобина в крови [10]

НЬСО, %	Симптоматика
0...2	Нормальный уровень среди некурящих
5...6	Нормальный уровень для курильщиков. Возможно нарушение навыков вождения автомобиля и снижение толерантности к физической нагрузке у некурящих
10...20	Головная боль, слабость
20...30	Сильная головная боль, тошнота, рвота, головокружение, нарушение зрения
30...40	Тошнота, рвота, обморок, тахикардия и тахипноэ, неврологическая симптоматика
40...50	Кома, судороги, нарушения дыхания и сердечно-сосудистой деятельности
50...60	Кома, судороги, глубокое угнетение дыхания и сердечной деятельности
60...70	Кома, судороги, артериальная гипотензия, брадикардия, угнетение дыхания
>70	Дыхательная недостаточность. Смерть

Современные математические модели расчета динамики опасных факторов пожара (в том числе и концентраций токсичных продуктов горения) в помещении достаточно развиты для решения практических задач пожарной безопасности, в частности, расчета пожарных рисков (например, нормативный документ [3] и работа [4]).

Время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара определяется из условия достижения величиной рассматриваемого фактора (например, плотности токсичного газа) ее критического значения.

В соответствии с СП 11.13130.2009 [5] критические плотности токсичных продуктов горения принимаются по литературным данным для условий однократного воздействия на эвакуирующихся в течение нескольких минут при средних физических нагрузках и по критерию сохранения ими способности реально оценивать окружающую обстановку, уверенно принимать и выполнять соответствующие решения.

Для монооксида углерода критическая плотность принята равной $\rho_{\text{СО,кр}} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ [3, 6].

В работе [7] на основании анализа экспериментальных данных по воздействию СО на человека сделан вывод о том, что непрерывное воздействие монооксида углерода с плотностью $\rho_{\text{СО,кр}}$ в течение 25 мин безопасно для человека. Это утверждение, на первый взгляд, подтверждает обоснованность принятой величины $\rho_{\text{СО,кр}}$.

Однако экспериментальные исследования влияния СО на человека, как правило, проводились в условиях, когда не было других опасных факторов пожара. В этом случае дыхание человека было спокойным с объемной скоростью легочной вентиляции порядка $W = 5...9 \text{ л/мин}$ [8]. При повышенной концентрации углекислого газа, пониженной концентрации кислорода и интенсивной работе — факторах, воздействующих на нейроны дыхательного центра человека, глубина и частота дыхания существенно изменяются [8, 9] и объемная скорость легочной вентиляции может достигать $W = 100...150 \text{ л/мин}$ [8, 9]. Вследствие этого происходит существенное увеличение поглощения СО организмом человека.

Таким образом, необходима разработка математической модели расчета влияния концентрации и времени экспозиции (продолжительности действия на организм человека) СО на степень интоксикации организма человека при повышенной объемной скорости легочной вентиляции.

Некоторые особенности поражения организма человека монооксидом углерода

Токсическое действие СО на организм человека основано на взаимодействии его с гемоглобином крови и образовании карбоксигемоглобина

(НЬСО), который не способен переносить кислород [10].

Одна молекула гемоглобина способна присоединить 4 молекулы O_2 или СО [11]. Образующаяся молекула карбоксигемоглобина даже при одной присоединенной молекуле СО увеличивает сродство с кислородом остальных трех участков его связывания, в результате чего кислород труднее отдается тканям [12].

Степень поражения организма человека монооксидом углерода определяется содержанием карбоксигемоглобина (табл. 1). В соответствии с работой [10] легким считается отравление, при котором содержание карбоксигемоглобина в крови не превышает 20 %, среднетяжелым — до 50 %, тяжелым — до 60...70 %. При содержании карбоксигемоглобина больше 70 % наступает быстрая смерть.

Газообмен между воздухом внешней среды и кровью человека на его заключительном этапе состоит из поступления воздуха в альвеолы легких и последующей диффузией газов через альвеолярно-капиллярную мембрану в кровь [8].

Математическая модель расчета содержания карбоксигемоглобина

Рассматриваем внешнее дыхание, состоящее из обмена воздуха между внешней средой и альвеолами легких и диффузией газов в легких (обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью через альвеолярно-капиллярную мембрану) [12].

Воздух, находящийся в воздухоносных путях (полость рта, носа, глотки, трахеи, бронхов и



бронхиол), не участвует в газообмене [12]. Поэтому только часть объема воздуха, поступающего в организм человека, передает монооксид углерода.

Принимаем следующие допущения условий процесса поступления монооксида углерода в кровь человека:

— вся масса монооксида углерода, поступающего в альвеолы легких, диффундирует через альвеолярно-капиллярную мембрану в кровь при количестве CO , меньшем диффузионной способности легких [8];

— диффузионная способность легких по CO ($D_{\text{л.СО}}$, мл/(мм рт. ст.·мин.), количество монооксида углерода, проходящее через альвеолярно-капиллярную мембрану за минуту из расчета на 1 мм рт. ст. разницы парциального давления газа по обе стороны мембраны [8]) определяет максимально возможное количество попадающего в кровь монооксида углерода за минуту;

— вся масса CO , проходящего через альвеолярно-капиллярную мембрану в кровь, участвует в образовании карбоксигемоглобина, так как из-за высокой аффинности гемоглобина к CO даже очень низкие парциальные давления CO приводят к связыванию значительного количества гемоглобина с CO с образованием HbCO [8];

— парциальное давление CO в крови после перехода CO через альвеолярно-капиллярную мембрану пренебрежимо мало по сравнению с парциальным давлением CO в альвеолах перед альвеолярно-капиллярной мембраной [8].

Массовая доля карбоксигемоглобина в крови определяется по формуле

$$\bar{M}_{\text{HbCO}} = \frac{M_{\text{HbCO}}}{M_{\text{Hb}}}, \quad (1)$$

где \bar{M}_{HbCO} — массовая доля гемоглобина, перешедшего в карбоксигемоглобин; M_{HbCO} — масса карбоксигемоглобина, г; M_{Hb} — масса гемоглобина, г.

Массу гемоглобина в крови человека (л) определяют следующим образом [12]:

$$M_{\text{Hb}} = M_{\text{Hb.o}} V_{\text{к}}, \quad (2)$$

где $M_{\text{Hb.o}}$ — удельная масса гемоглобина, г/л; $V_{\text{к}}$ — объем крови в организме человека, л.

Принимаем концентрацию CO в окружающем воздухе постоянной по времени. Тогда масса монооксида углерода, участвующая в образовании карбоксигемоглобина за время экспозиции, г, равна:

при $W < W_{\text{max}}$:

$$M_{\text{CO}} = k_W \rho_{\text{CO}} W \tau_{\text{э}}, \quad (3)$$

при $W \geq W_{\text{max}}$:

$$M_{\text{CO}} = k_W \rho_{\text{CO}} W_{\text{max}} \tau_{\text{э}}, \quad (4)$$

где $\tau_{\text{э}}$ — время экспозиции, мин; $W_{\text{max}} = k_{\text{п}} \times D_{\text{л.СО}} / k_W$ — объемная скорость вентиляции легких, соответствующая диффузионной способности легких по CO , л/мин; k_W — коэффициент, равный отношению объемного расхода воздуха, поступающего в альвеолы легких, к объемной скорости вентиляции легких; ρ_{CO} — плотность CO в воздухе, кг/м³; $k_{\text{п}}$ — размерный коэффициент перевода физических размерностей параметров, мм рт. ст./Па; $D_{\text{л.СО}}$ — диффузионная способность легких по CO , мл/(мм рт. ст.·мин).

Масса карбоксигемоглобина, образующегося в крови за время экспозиции, составляет:

$$M_{\text{HbCO}} = M_{\text{CO}} \left(\frac{\mu_{\text{Hb}}}{n \mu_{\text{CO}}} + 1 \right), \quad (5)$$

где μ_{Hb} — молекулярная масса гемоглобина, кг/кмоль; μ_{CO} — молекулярная масса CO , кг/кмоль; n — число молекул CO в одной молекуле карбоксигемоглобина.

При постоянной плотности CO массовую долю карбоксигемоглобина в крови, применяя выражения (1)–(5), определяют по формуле

$$\bar{M}_{\text{HbCO}} = \frac{k_W \rho_{\text{CO}} W \tau_{\text{э}}}{M_{\text{Hb}}} \left(\frac{\mu_{\text{Hb}}}{n \mu_{\text{CO}}} + 1 \right). \quad (6)$$

В уравнении (6) при $W \geq W_{\text{max}}$ значение $W = W_{\text{max}}$.

Объемная скорость вентиляции легких при спокойном дыхании [12]

$$W = f (V_{\text{д}} - V_{\text{м}}), \quad (7)$$

где f — частота дыхания, 1/мин; $V_{\text{д}}$ — дыхательный объем, л; $V_{\text{м}}$ — объем мертвого пространства, л.

Массовая доля карбоксигемоглобина в крови при изменяемой по времени плотности CO составляет:

$$\bar{M}_{\text{HbCO}} = \frac{k_W W}{M_{\text{Hb}}} \left(\frac{\mu_{\text{Hb}}}{n \mu_{\text{CO}}} + 1 \right) \int_0^{\tau} \rho_{\text{CO}} d\tau, \quad (8)$$

где τ — время от начала пожара, с.

При оценке степени интоксикации по формуле (8) в условиях пожара используем аналитическое решение интегральной модели расчета термодинамики пожара [3, 6]:

$$\rho_{\text{CO}} = \rho_{\text{п}} \left[1 - \exp \left(- \frac{A}{B} \tau^m \right) \right], \quad (9)$$

где $\rho_{\text{п}} = \frac{c_p T_{\text{в}} L_{\text{CO}}}{(1 - \varphi) Q_{\text{п}}^{\text{п}}} \rho_{\text{в}}$ — пороговая плотность, кг/м³;

c_p — удельная изобарная теплоемкость, Дж/(кг·К);

T_B — температура воздуха в помещении перед пожаром, К; ρ_B — плотность воздуха в помещении перед пожаром, кг/м³; L_{CO} — удельный коэффициент выделения CO; φ — коэффициент теплопотерь; Q_H^p — низшая рабочая теплота сгорания,

Дж/кг; $B = \frac{353c_p V}{(1-\varphi)\eta Q_H^p}$ — размерный комплекс, кг;

η — коэффициент полноты горения; V — свободный объем помещения, м³; A — размерный параметр, кг/с^m.

При круговом распространении пожара по твердому горючему материалу: $A = \frac{\pi}{3} \psi_{уд} w$; $m = 3$, где

$\psi_{уд}$ — удельная массовая скорость выгорания, кг/(м²·с); w — линейная скорость распространения пламени, м/с.

В случае неустановившегося горения жидкости:

$$A = \frac{2}{3} F_{\Gamma} \psi_{уд} \frac{1}{\sqrt{\tau_{ст}}}; m = 2/3,$$

где F_{Γ} — площадь открытой поверхности горючей жидкости, м²; $\tau_{ст}$ — время стабилизации горения, с.

Исходные данные для численных экспериментов

При спокойном дыхании, когда нет дополнительных воздействий на дыхательный центр, принимаем для взрослого человека весом 75 кг [12]: $f = 15$ 1/мин; $V_d = 0,5$ л; $V_m = 0,15$ л.

Тогда по формуле (7) при спокойном дыхании $W = 5,25$ л/мин.

Принимаем в формулах (3), (4), (6), (8) коэффициент $k_W = (V_d - V_m)/V_d = 0,7$.

Диффузионная способность легких по CO [8]:
— при спокойном дыхании: $D_{л.CO} = 20$ мл/(мм рт. ст.·мин);

— при физической нагрузке: $D_{л.CO} = 60$ мл/(мм рт. ст.·мин).

Удельная масса гемоглобина в крови изменяется от 120 до 160 г/л у мужчин и от 110 до 140 г/л у женщин [12].

Принимаем, что $(M_{Hb.o})_{cp} = 135$ г/л и $(M_{Hb.o})_{min} = 110$ г/л, где $(M_{Hb.o})_{cp}$, $(M_{Hb.o})_{min}$ — соответственно средняя и минимальная удельная масса гемоглобина в организме взрослого человека, г/л.

Объем крови взрослого человека изменяется от 4,5 до 6 л [12]. Выбираем среднее значение $V_k = 5,25$ л. Тогда средняя масса гемоглобина в крови человека по формуле (2) $(M_{Hb})_{cp} = 708,75$ г.

При минимальном объеме крови $V_k = 4,5$ л и $(M_{Hb.o})_{min} = 110$ г/л минимальная масса гемоглобина в крови человека в соответствии с формулой (2) составляет $(M_{Hb})_{min} = 495$ г.

Молекулярные массы гемоглобина: $\mu_{Hb} = 68\,800$ кг/кмоль [12]; монооксида углерода $\mu_{CO} = 28$ кг/кмоль.

Принимаем, что критическое значение массовой доли карбоксигемоглобина в крови, при которой еще возможна безопасная эвакуация людей, равно $(\bar{M}_{HbCO})_{кр} = 0,2$.

Рассматриваем критические времена воздействия CO, которые соответствуют следующим степеням тяжести отравления [10]: легкое отравление $\tau_{кр.1}$ ($\bar{M}_{HbCO} = 0,2$); среднетяжелое отравление $\tau_{кр.2}$ ($\bar{M}_{HbCO} = 0,5$).

Критическое время $\tau_{кр.1}$ будет определять время безопасной эвакуации людей по воздействию CO при пожаре. Критическое время $\tau_{кр.2}$ характеризует промежуток времени от начала пожара, после которого люди, находящиеся в помещении без средств защиты от CO (самоспасателей и т.п.), с большой вероятностью неспособны самостоятельно покинуть помещение.

По традиционной методике [3, 6] определяют критическое время $\tau_{кр.3}$ — это время безопасной эвакуации людей по воздействию CO при пожаре и равно промежутку времени от начала пожара до момента достижения плотности CO ее критического значения $\rho_{CO.кр}$ на высоте рабочей зоны помещения.

Модельные помещения принимаем в виде параллелепипеда с размерами $4 \times 5 \times 3$, $4 \times 5 \times 6$ и $24 \times 12 \times 3$ м (длина×ширина×высота).

Рассматриваем следующие горючие материалы [6]:

— хвойные древесные стройматериалы: $Q_H^p = 13,8$ МДж/кг, $\psi_{уд} = 0,0063$ кг/(м²·с), $L_{CO} = 0,024$, $w = 0,0585$ м/с;

— оболочка кабелей ПВХ: $Q_H^p = 25$ МДж/кг, $\psi_{уд} = 0,0244$ кг/(м²·с), $L_{CO} = 0,109$, $w = 0,0071$ м/с;

— масло трансформаторное: $Q_H^p = 41,9$ МДж/кг, $\psi_{уд} = 0,03$ кг/(м²·с), $L_{CO} = 0,122$, $\tau_{ст} = 5$ мин.

Принимаем согласно методикам [3, 6]: $c_p = 1000$ Дж/(кг·К); $\varphi = 0,6$.

Атмосферное давление $p_B = 1,013 \cdot 10^5$ Па, температура воздуха $T_B = 20^\circ\text{C}$.

Результаты численных и натуральных экспериментов при спокойном дыхании

Сопоставление расчета количества карбоксигемоглобина в крови с экспериментальными данными является оценочным, так как в публикациях, содержащих результаты экспериментов по воздействию CO на людей, нет точных данных по возрасту, весу, полу участников экспериментов.

Результаты сопоставления расчетного (формула (6)) процентного содержания карбоксигемоглобина

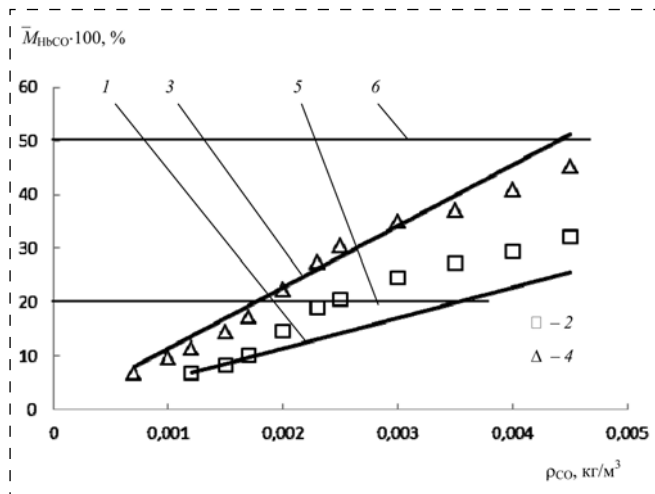


Рис. 1. Зависимости процентного содержания карбоксигемоглобина от плотности CO во вдыхаемом воздухе при спокойном дыхании:
 при $\tau_3 = 5$ мин: 1 — расчет по формуле (6); 2 — эксперимент [7];
 при $\tau_3 = 10$ мин: 3 — расчет по формуле (6); 4 — эксперимент [7];
 5 — легкое отравление; 6 — среднетяжелое отравление

с экспериментальными значениями [7], полученными при воздействии CO на людей при спокойном дыхании, для $\tau_3 = 5$ мин и $\tau_3 = 10$ мин представлены на рис. 1. В расчетах принимались средняя масса гемоглобина в организме взрослого человека и $n = 1$.

Анализ рис. 1 показывает, что расчетные величины \bar{M}_{HbCO} совпадают с экспериментальными значениями с погрешностью, не превышающей 27%. Из рис. 1 видно, что:

- $\tau_3 = 5$ мин: легкое отравление наступает при $\rho_{CO} = 0,0035 \text{ кг/м}^3$;
- среднетяжелое отравление — $\rho_{CO} > 0,005 \text{ кг/м}^3$;
- $\tau_3 = 10$ мин: легкое отравление — $\rho_{CO} = 0,0018 \text{ кг/м}^3$;
- среднетяжелое отравление — $\rho_{CO} = 0,0045 \text{ кг/м}^3$.

Результаты и анализ численных экспериментов при повышенной объемной скорости вентиляции легких при постоянной концентрации монооксида углерода

Исследуем влияние повышенной скорости легочной вентиляции на степень интоксикации организма человека.

Рассмотрим две постоянных по времени величины плотности CO, при воздействии которых есть экспериментальные значения в случае свободного дыхания и эти величины близки к критическому значению $\rho_{CO,кр}$: $\rho_{CO} = 0,0007 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_{CO} = 0,0012 \text{ кг/м}^3$.

Объемная скорость вентиляции легких, соответствующая диффузионной способности

легких по CO, при принятых исходных данных равна:

- при спокойном дыхании: $W_{max} = 21,6 \text{ л/мин.}$;
 - при физической нагрузке: $W_{max} = 64,9 \text{ л/мин.}$
- Принимаем $W_{max} = 64,9 \text{ л/мин.}$

Расчетные зависимости (по формуле (6)) времени экспозиции τ_3 , при которой происходит легкое и среднетяжелое отравление организма, от объемной скорости легочной вентиляции W представлены на рис. 2 для $\rho_{CO} = 0,0007 \text{ кг/м}^3$ и на рис. 3 для $\rho_{CO} = 0,0012 \text{ кг/м}^3$.

Результаты расчетов критических промежутков времени при максимальной объемной скорости вентиляции легких W_{max} , соответствующей диффузионной способности легких по CO, приведены в табл. 2. Из таблицы видно, что временные пределы достижения легкой и среднетяжелой степени поражения организма человека показывают необходимость более тщательного выбора величины критической плотности монооксида углерода, так как при $\rho_{CO,кр}$ в случае минимальной массы гемоглобина взрослый человек примерно через $\tau_3 = \tau_{кр,1} = 0,74$ мин почувствует головную боль и слабость, а через $\tau_3 = 1,84$ мин могут наступить кома, судороги, нарушения дыхания и сердечно-сосудистой деятельности.

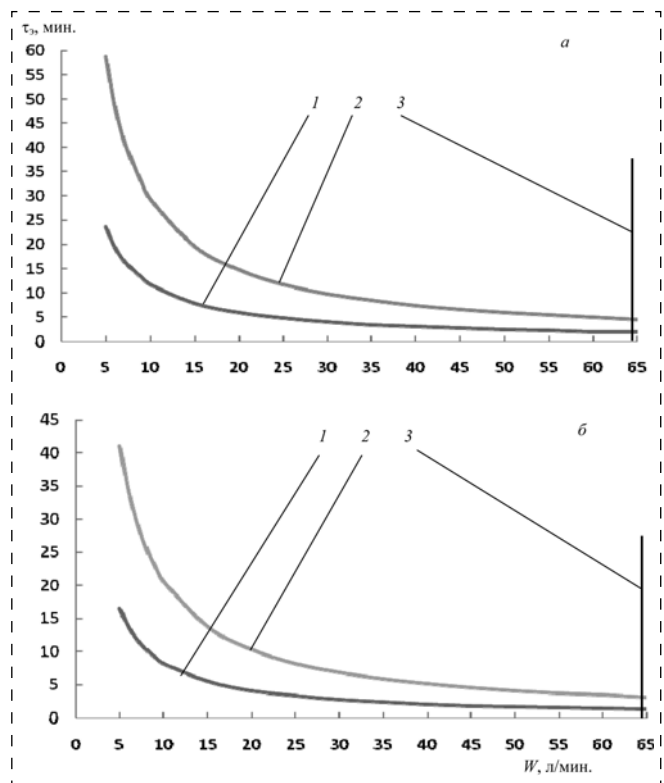


Рис. 2. Расчетные зависимости времени экспозиции τ_3 от объемной скорости легочной вентиляции W в случае $\rho_{CO} = 0,0007 \text{ кг/м}^3$ при $(M_{Hb})_{ср} = 708,75 \text{ г}$ (а) и $(M_{Hb})_{min} = 495 \text{ г}$ (б):
 1 — $\bar{M}_{HbCO} = 0,2$; 2 — $\bar{M}_{HbCO} = 0,5$; 3 — $W = W_{max}$

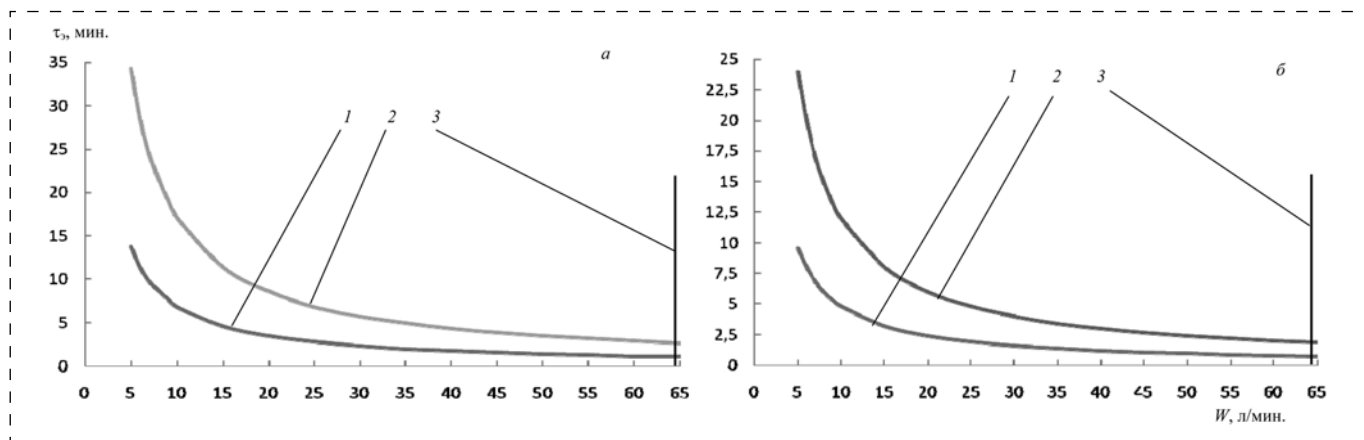


Рис. 3. Расчетные зависимости времени экспозиции τ_3 от объемной скорости легочной вентиляции W в случае $\rho_{CO} = 0,0012 \text{ кг/м}^3$ при $(M_{Hb})_{cp} = 708,75 \text{ г}$ (а) и $(M_{Hb})_{min} = 495 \text{ г}$ (б):

1 — $M_{HbCO} = 0,2$; 2 — $M_{HbCO} = 0,5$; 3 — $W = W_{max}$

Таблица 2

Критическое время воздействия постоянной концентрации СО при максимальной объемной скорости вентиляции легких, соответствующей диффузионной способности легких по СО

Постоянная плотность СО (ρ_{CO}), кг/м^3	Степень интоксикации	Критическое время воздействия СО, мин	
		Средний взрослый человек	Взрослый человек с минимальной массой гемоглобина
0,0007	Легкое отравление	$\tau_{кр.1} = 1,81$	$\tau_{кр.1} = 1,26$
	Среднетяжелое отравление	$\tau_{кр.2} = 4,53$	$\tau_{кр.2} = 3,16$
0,0012	Легкое отравление	$\tau_{кр.1} = 1,06$	$\tau_{кр.1} = 0,74$
	Среднетяжелое отравление	$\tau_{кр.2} = 2,64$	$\tau_{кр.2} = 1,84$

Результаты и анализ численных экспериментов при повышенной объемной скорости вентиляции легких при переменной концентрации монооксида углерода

Исследуем влияние повышенной скорости легочной вентиляции на степень интоксикации

организма человека при зависимости плотности СО от времени, соответствующей начальной стадии пожара в помещении (формула (9)).

Зависимости плотности СО от времени с начала пожара при горении хвойных древесных стройматериалов представлены на рис. 4, а, в случае оболочки кабелей ПВХ приведены

Таблица 3

Критическое время воздействия СО в условиях пожара при максимальной объемной скорости вентиляции легких, соответствующей диффузионной способности легких по СО

Горючее вещество	Размеры помещения, м	Критическое время воздействия СО, мин					
		Средний взрослый человек			Взрослый человек с минимальной массой гемоглобина		
		$\tau_{кр.1}$	$\tau_{кр.2}$	$\tau_{кр.3}$	$\tau_{кр.1}$	$\tau_{кр.2}$	$\tau_{кр.3}$
Хвойные древесные стройматериалы	4×5×3	1,42	2,41	0,83	1,22	1,92	0,83
	4×5×6	2,92	5,85	—	2,33	4,38	—
	24×12×3	2,44	3,50	2,03	2,18	3,00	2,03
Оболочка кабелей ПВХ	4×5×3	1,67	2,24	1,19	1,51	1,98	1,19
	4×5×6	2,76	4,00	2,48	2,45	3,40	2,48
	24×12×3	3,18	4,10	2,89	2,88	3,70	2,89
Масло трансформаторное	4×5×3	3,32	5,88	10,05	2,66	4,69	10,05
	4×5×6	>10	>10	—	7,76	>10	—
	24×12×3	>10	>10	—	>10	>10	—

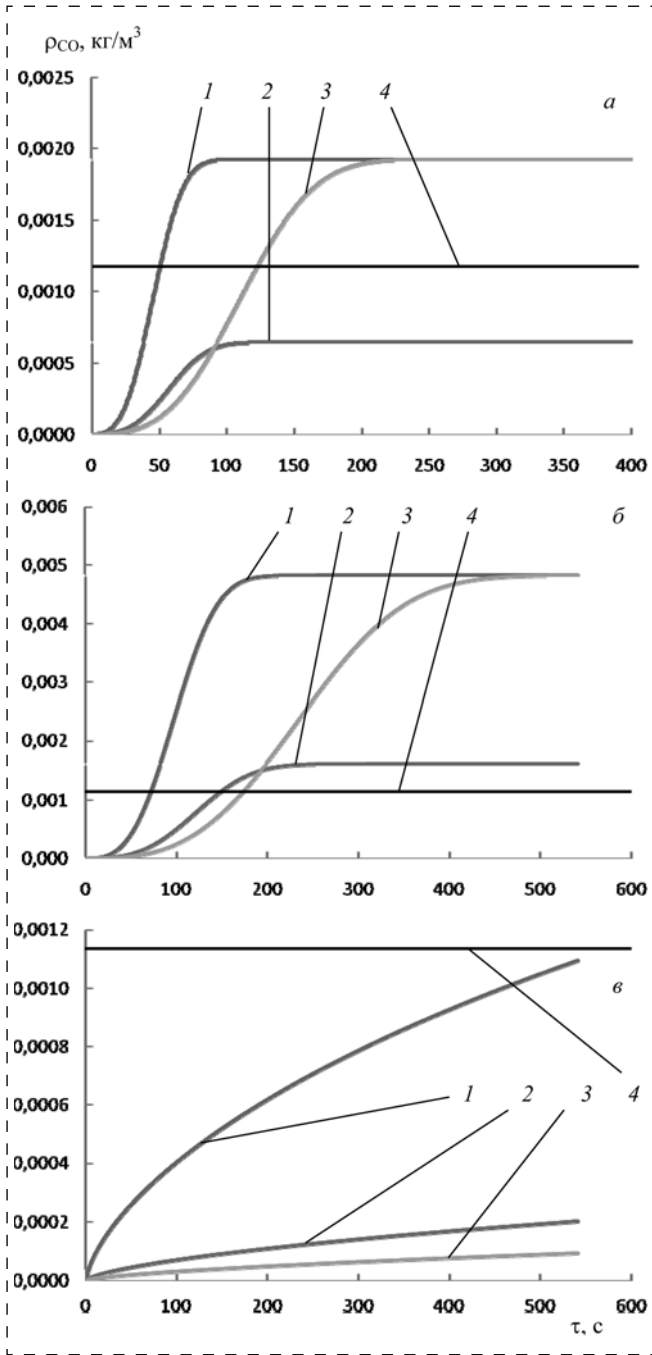


Рис. 4. Зависимости плотности СО $\rho_{\text{СО}}$ от времени с начала пожара τ при горении хвойных древесных стройматериалов (а), оболочки кабелей ПВХ (б) и масла трансформаторного (в): 1 — помещение с размерами $4 \times 5 \times 3$ м; 2 — $4 \times 5 \times 6$ м; 3 — $24 \times 12 \times 3$ м; 4 — критическое значение $\rho_{\text{СО,кр}}$

на рис. 4, б, для масла трансформаторного — на рис. 4, в.

Зависимости массовой доли карбоксигемоглобина $M_{\text{НЬСО}}$ в случае средней массы гемоглобина в организме взрослого человека от времени от начала пожара, рассчитанные с использованием

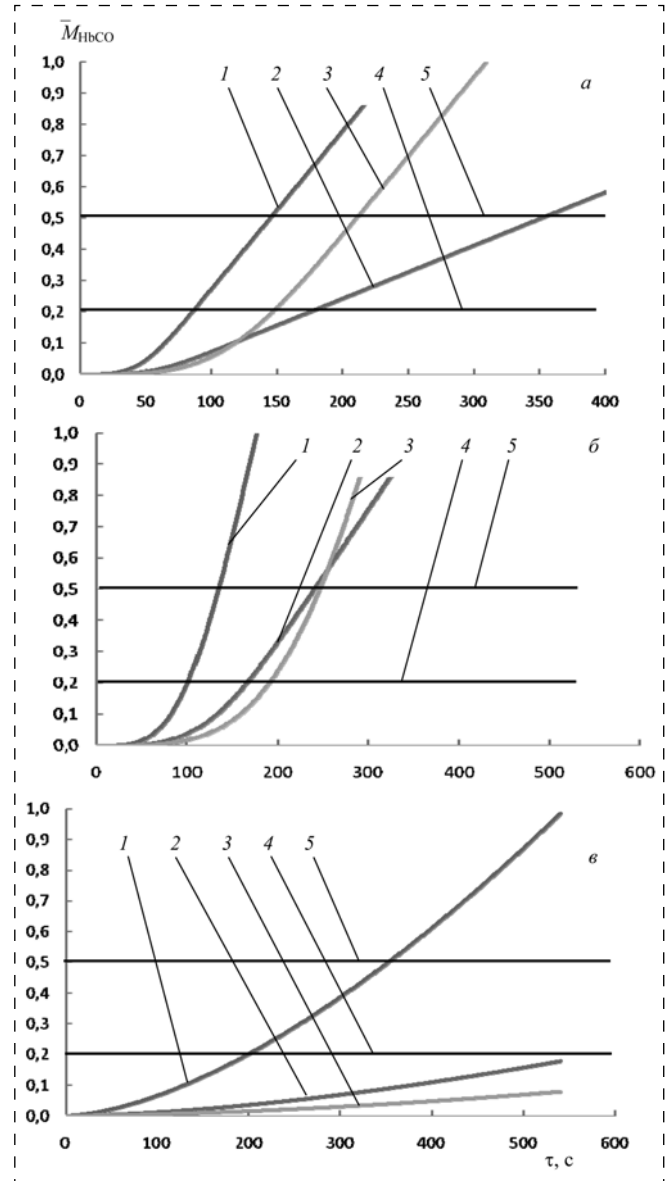


Рис. 5. Зависимости массовой доли карбоксигемоглобина $M_{\text{НЬСО}}$ от времени с начала пожара τ в случае средней массы гемоглобина в организме взрослого человека при горении хвойных древесных стройматериалов (а), оболочки кабелей ПВХ (б) и масла трансформаторного (в):

1 — помещение с размерами $4 \times 5 \times 3$ м; 2 — $4 \times 5 \times 6$ м; 3 — $24 \times 12 \times 3$ м; 4 — легкое отравление; 5 — среднетяжелое отравление

формулы (8), показаны на рис. 5, а при горении хвойных древесных стройматериалов, на рис. 5, б — при горении оболочки кабелей ПВХ и на рис. 5, в — при горении масла трансформаторного.

В табл. 3 представлены результаты расчетов критической продолжительности пожара по СО, полученные с использованием традиционного подхода (уравнение (9) [3, 6]) и по предложенному в настоящей статье подходу (уравнение (8)).

Из анализа данных табл. 3, рис. 4 и 5 можно сделать следующие выводы:

— при использовании традиционного подхода [3, 6] в помещении размерами $4 \times 5 \times 6$ м при горении хвойных древесных стройматериалов и масла трансформаторного плотность СО не достигает критического значения за рассматриваемое время пожара, в то время как расчеты по предложенной математической модели показали, что взрослый человек может погибнуть от отравления монооксидом углерода;

— критическая продолжительность пожара $\tau_{кр.3}$ по СО, полученная с использованием уравнения (9) [3, 6], больше, чем соответствующая величина $\tau_{кр.1}$, определенная по предложенной формуле (8), в случаях горения оболочки кабелей в помещениях размерами $4 \times 5 \times 6$ и $24 \times 12 \times 3$ м и масла трансформаторного в помещении $4 \times 5 \times 3$ м.

Таким образом, расчеты с использованием традиционного подхода могут привести к недооценке опасности отравления монооксидом углерода.

Заключение

При повышенной объемной скорости легочной вентиляции, характерной для условий пожара:

— принятая в научной [6] и нормативной [3] литературе по пожарной безопасности величина критической плотности монооксида углерода $\rho_{СО,кр} = 1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ может сделать невозможной при определенных условиях безопасную эвакуацию людей;

— существующая методика расчета критической продолжительности пожара по монооксиду углерода [3, 6], основанная на понятии критической плотности СО, может привести к качественно и количественно неправильным результатам.

Предложенная в настоящей работе математическая модель расчета накопления карбоксигемоглобина в крови человека:

— позволяет более обоснованно, чем существующий подход [3, 6], определять время безопасной эвакуации людей при пожаре в помещении;

— впервые дает возможность рассчитать промежуток времени от начала пожара, после которого люди, находящиеся в помещении без средств

защиты от СО (самоспасателей и т. п.), с большой вероятностью неспособны самостоятельно покинуть помещение и существует возможность их спасения при транспортировке в безопасную зону, т. е. фактически определить время спасения людей.

Список литературы

1. **Белешников И. Л.** Судебно-медицинская оценка содержания цианидов в органах и тканях людей, погибших в условиях пожара: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 1996. — 24 с.
2. **Пузач С. В., Смагин А. В., Лебедченко О. С., Абакумов Е. С.** Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. — 222 с.
3. **Методика** определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. — М.: МЧС России, 2009. — 45 с.
4. **Пузач С. В.** Методы расчета теплообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. — 336 с.
5. **СП 11.13130.2009.** Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения. Введ. 01.05.2009. — М.: ВНИИПО МЧС России, 2009. — 14 с.
6. **Кошмаров Ю. А.** Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. — М.: Академия ГПС МВД России, 2000. — 118 с.
7. **Матвиенко Н. Н., Поташников П. Ф., Федоров Н. П., Баюкин М. В., Матвиенко А. Н.** Фильтрующие самоспасатели и защита от монооксида углерода // Пожаровзрывобезопасность. — 2006. — Т. 15, № 5. — С. 48—51.
8. **Внутренние болезни.** В 10 кн. Кн. 6. Болезни дыхательных путей. Болезни почек и мочевых путей: Пер. с англ. / Под ред. Е. Браунвальда, К. Дж. Иссельбахера, Р. Г. Петерсдорфа и др. — М.: Медицина, 1995. — 416 с.
9. **Kuligowski E. D.** NIST Technical Note 1644. Compilation of data on the sublethal effects of fire effluent. — Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2009. — 47 p.
10. **Фаткуллин К. В., Гильманов А. Ж., Костюков Д. В.** Клиническое значение и современные методологические аспекты определения уровня карбокси- и метгемоглобина в крови // Практическая медицина. — 2014. — № 3 (79). — С. 17—21.
11. **Wilbur S., Williams M., Williams R.** et al. Toxicological profile for carbon monoxide. — Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2012. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK153693/> (дата обращения 20.07.2016).
12. **Физиология человека:** Учебник / Под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротко. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2003. — 656 с.

S. V. Puzach, Professor, Head of Chair, e-mail: puzachsv@mail.ru,
Nguyen Tat Dat, Postgraduated, State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow

New Approach to Calculation Critical Times of Exposure of Carbon Monoxide on Human at a Fire in a Room

The features of the defeat of the human body by carbon monoxide are considered. It is shown that the percentage of carboxyhemoglobin in blood determines the degree of person intoxication. It is noted that the experimental study of the effect of CO on the person, as a rule, carried out in an environment where there were no other hazards of fire and the breath of man was calm at a flow rate of pulmonary ventilation of the order of 5—9 l/min.



A mathematical model for calculating the percentage of carboxyhemoglobin in the blood when exposed to CO is proposed. The model takes into account the concentration of CO in the breathing air, the mass of hemoglobin in the blood, the volume rate of ventilation, the volume of the "dead" space of the respiratory, lung diffusion capacity for CO and CO exposure time.

A comparison of the estimated content of carboxyhemoglobin with the experimental data reported in the literature and obtained when exposed to human constant CO concentration during quiet breathing is made. It is shown that the calculated values match with the experimental values with an error not exceeding 27 %.

The results of numerical experiments to determine the concentration of carboxyhemoglobin at high rate of pulmonary ventilation characteristic of the fire conditions in the room are presented.

It is obtained estimate values of time intervals of CO exposure to various degrees of intoxication of the human body with using the analytical solution of the integral model for the calculation of thermal and gas dynamic of fire. The comparison of the critical fire durations, obtained using the proposed model and the traditional approach, is made.

It is shown that the accepted in the scientific and regulatory literature on fire safety value of the critical density of carbon monoxide can make it impossible for the safe evacuation of people in case of fire under certain conditions.

It is found that the use of the method of calculating the CO critical duration of fire existed in scientific and regulatory literature may lead to qualitatively and quantitatively wrong results.

Keywords: fire, carbon monoxide, toxicity, critical time, carboxyhemoglobin, human intoxication, external breath, lungs ventilation, exposure time, thermal and gas dynamics of fire

References

1. **Beleshnikov I. L.** *Sudebno-meditsinskaya otsenka sodержaniya tsianidov v organakh i tkanyakh lyudey, pogibshikh v usloviyakh pozhara: avtoref. dis. kand. med. nauk* [Forensic medical assessment of the content of cyanide in the organs and tissues of people who died in a fire. Abstr. dr. med. sci. diss.]. Saint-Petersburg, 1990. 24 p.
2. **Puzach S. V., Smagin A. V., Lebedchenko O. S., Abakumov E. S.** *Noviye predstavleniya o raschete neobkhodimogo vremeni evakuatsii lyudey i ob effektivnosti ispolzovaniya portativnykh filtruyushchikh samospasateley pri evakuatsii na pozharakh* [New ideas about the calculation of necessary time of evacuation of people and the effectiveness of using a portable filter self-rescuers during evacuation at fires]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2007. 222 p.
3. **Metodika** *opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska v zdaniyakh, sooruzheniyakh i stroyeniyakh razlichnykh klassov funktsionalnoy pozharnoy opasnosti* [Method of determining the estimated values of the fire risk in buildings, construction and structures of various classes of functional fire hazard]. Moscow, Emercom of Russia Publ., 2009. 45 p.
4. **Puzach S. V.** *Metody rascheta teplomassoobmena pri pozhare v pomeshchenii i ikh primeneniye pri reshenii prakticheskikh zadach pozharovzryvobezopasnosti* [Methods for calculating the heat and mass transfer in a fire at the premises and their application in solving practical problems of fire safety]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2005. 336 p.
5. **Set of rules 11.13130.2009.** *Location of fire service divisions. Procedure and methods of determination.* Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009. 14 p. (in Russian).
6. **Koshmarov Yu. A.** *Prognozirovaniye opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii* [Forecasting of fire hazards in the case of indoor fire]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2000. 118 p.
7. **Matvienko N. N., Potashnikov P. F., Fedorov N. P., Bayukin M. V., Matvienko A. N.** *Filtruyushchiye samospasateli i zashchita ot monooksida ugleroda* [The filter self-rescuers and protection against carbon monoxide]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety.* 2006. Vol. 15. No. 5. P. 48—51.
8. **Braunwald E., Isselbacher K. J., Petersdorf R. G.** et al. (eds.) *Harrison's principles of internal medicine.* 11thed. New York, McGraw — Hill Book Company, 1987. (Russ. ed.: Braunvald E., Isselbaker K. Dzh., Petersdorf R. G. et al. (eds.) *Vnutrenniye bolezni. V 10 knigakh. Kniga 6: Bolezni dykhatelnykh putey. Bolezni pochek i mochevykh putey.* Moscow, Meditsina Publ., 1995. 416 p.).
9. **Kuligowski E. D.** *NIST Technical Note 1644. Compilation of data on the sublethal effects of fire effluent.* Gaithersburg, National Institute of Standards and Technology, 2009, 47 p.
10. **Phatkullin K. V., Gilmanov A. Zh., Kostyukov D. V.** *Klinicheskoye znachenie i sovremennyye metodologicheskiye aspekty opredeleniya urovnya karboksi-imetgemoglobina v krovi* [Clinical importance and modern methodological aspects of determining the level of carboxy- and methaemoglobin in blood]. *Prakticheskaya meditsina — Practical Medicine.* 2014. No. 3 (79). P. 17—21.
11. **Wilbur S., Williams M., Williams R.** et al. *Toxicological profile for carbon monoxide.* Atlanta, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2012. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK153693/> (date of access 20.07.2016).
12. **Pokrovskiy V. M., Korotko G. F.** (eds.) *Fiziologiya cheloveka: uchebnik.* 2-e izd. [Human Physiology. Textbook. 2nd ed.]. Moscow, Meditsina Publ., 2003. 656 p.

УДК 528.81

И. И. Марданов, канд. сельхоз. наук, доц. кафедры,
e-mail: geography.sumqayit@mail.ru, Сумгаитский государственный университет,
Сумгаит, Азербайджанская Республика, **А. Ш. Джаруллаев**, канд. сельхоз. наук,
доц. кафедры, Бакинский государственный университет, Баку,
Азербайджанская Республика

Геоэкологический анализ состояния горных ландшафтов азербайджанской части Большого Кавказа и Джейранчель-Аджиноурского предгорья

Показаны степени нарушенности современных горных ландшафтов Большого Кавказа и Джейранчель-Аджиноурского предгорья. Отмечено, что причиной нарушения ландшафтов на юго-восточном Кавказе является подверженность территории природно-разрушительным процессам и антропогенному воздействию. С помощью анализа материалов полевых и камеральных исследований, в том числе полученных с использованием ГИС-технологий, выявлено, что интенсивность природных процессов, степень воздействия отраслей хозяйства региона в разной степени нарушают экологическое состояние ландшафтов. По результатам геоэкологического анализа оценены ландшафты по следующей градации: условно не нарушенные, слабо нарушенные, нарушенные в средней и сильной степени.

Ключевые слова: устойчивость, процесс, степень, ареал, интенсивность, нарушенный, мелиоративные, типы, лесные, луговые

Введение. В нарушении ландшафтов юго-восточного Кавказа, входящего в территорию Азербайджанской Республики, велика роль природно-разрушительных процессов и антропогенного воздействия. Многие ландшафты не используются по назначению и на них не применяются мелиоративные мероприятия. В настоящее время есть необходимость оценки природных ландшафтов с точки зрения нарушенности антропогенным воздействием различного характера.

Объекты и методы исследований. Многолетние исследования охватывали различные горные массивы южного и северо-восточного склона Большого Кавказа и Джейранчель-Аджиноурского предгорья. Во время полевых исследований и интерпретации аэрофотоснимков масштаба 1:25 000 и космических снимков высокого разрешения на основе имеющегося опыта визуального дешифрирования были определены степени лесистости горных склонов, характер антропогенного воздействия на горные ландшафты, по имеющимся данным выявлены природные факторы, в том числе основные растительные группировки и экзогенные процессы формирования природных комплексов [1].

На основе полученных данных определены степени экологической напряженности горно-лесных массивов в целях выработки состава и очередности природоохранных мероприятий. Путем цифровой обработки топографических карт и космических

снимков на основе ГИС-технологий, наложения полученных ареалов с разными уклонами поверхности и разной степенью горизонтальной расчлененности с помощью определенных коэффициентов сделана попытка районирования высокогорной части азербайджанского сегмента Большого Кавказа по степени устойчивости к антропогенному воздействию.

Полученные результаты. Материалы исследований позволили сгруппировать ландшафты на условно не нарушенные, слабо нарушенные, нарушенные в средней и сильной степени, ареалы, распространения которых могут изменяться в процессе человеческой жизнедеятельности.

Ландшафты с ненарушенным геоэкологическим состоянием характерны для Джейранчель-Аджиноурского предгорья в степях Сарыджа, Дашюз, а в среднегорном поясе южного склона Большого Кавказа — для ландшафтов лесов и лесолугов в бассейнах рек Ахсу и Гирдыманчай.

Из-за осуществления природоохранной деятельности было ограничено антропогенное воздействие на эти лесные и лесолуговые комплексы и обеспечено их экологическое равновесие. Здесь по сравнению с окружающими территориями высока лесистость и плодородие почв дубово-грабовых и буково-грабовых лесов. Коэффициент лесистости, являющийся одним из важных показателей экологического состояния лесов среднегорья, составляет 0,7...0,8. Вырубка лесов и пастьба скота носит здесь эпизодический



характер. Наоборот, использование Аджиноурского массива в качестве зимнего пастбища привело к деградации растительных формаций, к разреженности деревьев дикорастущего граната, можжевельника и дикой фисташки.

Слабо нарушенные ландшафты, составляя 50 % изученной территории, охватывают относительно слабо освоенные полупустынные, сухостепные комплексы, а также интенсивно освоенные горные степи. Несмотря на то что горные степи нагорий Мадраса в хребте Ниалдаг и Чархан в хребте Лян-гябиз, горные лугово-степные комплексы нагорий Гызмейдан и Тахтайлаг сильно изменены в результате их относительно регулируемого использования, нарушение геоэкологических условий происходит в слабой степени.

На фоне относительно выровненного рельефа, соответствующего поверхностям выравнивания и слабости геодинамических процессов, развитие земледелия и в том числе садоводства, привело к формированию экологически устойчивых агроландшафтов. Использование полупустынных и сухостепных ландшафтов к юго-востоку от реки Пирсаат в качестве зимних пастбищ привело к возникновению нарушений в корреляции между компонентами.

Нарушенные в средней степени горно-лесные, горно-степные и полупустынные ландшафтные комплексы встречаются отдельными пятнами. Такие ландшафтные комплексы распространены в верхней и нижней границах горных лесов в бассейнах рек Ахсу и Гирдыманчай, стекающих с южного склона Главного Кавказского хребта в результате вырубki деревьев и пастбы скота. Оползни, накопления обломков пород и обвалы приводят здесь к нарушению ландшафтной структуры и осложнению геоэкологических условий, о чем в своих работах отмечают многие исследователи [2].

Ландшафты горных лугов распространены в юго-восточной части Большого Кавказа с высот 1800...2000 м до водоразделов на склонах разного уклона и в том числе имеют широкое распространение на поверхностях выравнивания. Горно-луговые ландшафты с большим уклоном поверхности отличаются небольшой толщиной почвенного покрова, слабой развитостью корневой системы растительности, ее низкой урожайностью и высокой эродированностью.

Высокогорные луга особенно развиты на поверхностях выравнивания и используются в качестве пастбищ в течение 80...90 дней. Летние пастбища занимают в азербайджанской части Большого Кавказа по некоторым данным 180 000 тыс. га и являются в Азербайджане самыми большими по площади среди пастбищных угодий. Поверхность этих пастбищ интенсивно расчленена речной сетью, и порой глубина расчленения составляет здесь 800...1200 м. Климат этих территорий является холодным с годовой суммой осадков 900...1300 мм. В высокогорных лугах преобладают дерновые горно-луговые почвы. Луга играют водорегулирующую и почвозащитную

роль, но их бессистемное использование развивает почвенную эрозию [3].

В Азербайджане наиболее охраняемыми ландшафтными типами являются различные лесные ландшафты. Это связано с их небольшой площадью, водозащитной и почвозащитной ролью. Часть территории природных заповедников страны (45 %) представлена различными лесными ландшафтами и 11 % из этой площади приходится на аридно-лесные, 4,5 % на тугайные лесные, а 29 % на горно-лесные ландшафты.

Процентные показатели охраняемых ландшафтных типов, распространенных на территории Азербайджана, различны. К самым высоким из них можно отнести и горно-лесные ландшафты, 7,6 % которых охраняются в заповедниках. Показатель охраняемости горно-луговых ландшафтов в заповедниках низок и равен 2 %.

Горные леса на южном склоне Большого Кавказа образуют достаточно ясно выраженные подпояса и занимают площади 1500 км² в центральной части южного склона Главного Кавказского хребта между Огузским административным районом и бассейном реки Мазымчай. Из-за природных и антропогенных факторов верхняя и нижняя границы лесов колеблются между различными высотными отметками, образуя извилистую линию.

Особенно сильно изменяют внутреннее строение лесов такие геодинамические процессы, как оползни, оврагообразование, сели, нарушающие территориальную целостность и увлажненность лесных массивов.

Ландшафты с напряженной геоэкологической ситуацией проявляются на территории локально. Земельные участки, расположенные на месте вырубленных лесов, занимают 80 %. Они подвержены процессу эрозии. На этих участках наблюдается высыхание родников, нарушение режима речного стока. Существующие данные показывают, что лесные площади в 100 га переводят 80 300 м² вод атмосферных осадков в год во внутрпочвенный сток, защищая почвенный покров от эрозии, а их вырубka усиливает поверхностный сток, как например, на склонах долины реки Гирдыманчай (рис. 1 — см. 3-ю стр. обложки).

Запасы лесной подстилки и ее толщина в горных районах Азербайджана изменяются в зависимости от типа лесов, их видового состава. Например, на территории Шекинского административного района на абсолютной высоте 1500 м на склоне северо-восточной экспозиции в буковом лесу запасы лесной подстилки составляют 19,5 т/га, а на склоне южной экспозиции в более теплых условиях под дубовым лесом — 9,8...12,5 т/га, а под дубово-буквым лесом — 3,8...4,2 т/га. Мощная лесная подстилка под буковым лесом обеспечивает лучшую фильтрацию воды в нижние почвенные горизонты, уменьшая риск паводков, характерных для территорий с разреженным растительным покровом.

Экологическая устойчивость поверхности высокогорий Большого Кавказа

Единица измерения	Степень устойчивости поверхности					Итого
	Продолжительно устойчивая	В слабой степени неустойчивая	В средней степени неустойчивая	В сильной степени неустойчивая	В аномальной степени неустойчивая	
км ²	143,6	530,8	991,9	747,1	32,2	2445,6
%	5,9	21,7	40,6	30,5	1,3	100,0

Совместный анализ результатов исследований горизонтальной расчлененности и углов наклона поверхности высокогорий азербайджанской части Большого Кавказа с помощью определенных коэффициентов, применяемых для участков с различной расчлененностью и углом наклона поверхности, позволил составить карту-схему экологической устойчивости к влиянию экзогенных процессов данной территории. С увеличением уклонов и степени горизонтальной расчлененности коэффициенты имели более высокие показатели.

Анализ этой карты показывает, что большие территории занимают в средней и сильной степени неустойчивые поверхности, которые при интенсивном развитии экзодинамических рельефообразующих процессов могут перейти в категорию аномальной степени неустойчивых поверхностей. В аномальной степени неустойчивые поверхности наиболее четко просматриваются в районах вершин Шахдаг и Гызылгага, на территориях ущелий рек Гусарчай и Гудиалчай, а также в водораздельной зоне Главного Кавказского хребта, в сторону которой увеличиваются и площади в сильной степени неустойчивых поверхностей. Предлагаемая карта-схема (рис. 2 — см. 3-ю стр. обложки) может послужить важным фактическим материалом при выборе самых уязвимых участков для намечаемых первоочередных природоохранных мероприятий (см. таблицу).

Выводы. Если учесть, что большая часть в сильной степени неустойчивых поверхностей азербайджанского сектора Большого Кавказа приходится на субальпийские и альпийские луга, используемые в основном в качестве летних пастбищ и сенокосов, то их охрана может послужить основой для обеспечения устойчивого воспроизводства сельскохозяйственной продукции. Скалистые, лишенные почвенно-растительного покрова оголенные участки являются привлекательными большей частью для любителей экстремального туризма и большого притока посетителей не подразумевают. Кроме того, такие участки являются ареной возникновения селевых очагов, характерных для данной территории, наносящих большой вред населению как горных, так и предгорно-равнинных районов [4, 5]. Различные ландшафтные зоны в последние годы характеризуются активизацией экзодинамических процессов, последствия которых приобретают еще более пагубный характер в условиях интенсификации агропромышленного производства, гражданского строительства, развития инфраструктуры [6, 7].

В связи с этим возникает необходимость обеспечения эффективного мониторинга геоэкологической ситуации, в том числе с использованием материалов постоянного дистанционного зондирования

труднодоступных горных территорий и картографического обеспечения хозяйственной, в том числе рекреационной деятельности, на данной территории с учетом изменяющихся рельефной и ландшафтной ситуации, о чем в своих работах отмечают исследователи из других горных стран со схожими природными условиями [8—12].

Мелиоративные мероприятия на данной территории, к числу которых можно отнести как фитомелиоративные, например, лесопосадки, посевы трав, так и агротехнические, должны осуществляться с учетом местных рельефных и ландшафтных условий [13, 14], что в значительной степени повысит их эффективность и в скором времени улучшит общую экологическую ситуацию.

Список литературы

1. **Марданов И. И.** Индикация экзогенеза в горно-луговой зоне азербайджанской части Большого Кавказа на аэрофотоснимках // Исследование Земли из космоса. — 2008. — № 4. — С. 81—86.
2. **Тарихазер С. А., Ализаде Э. К.** Антропогенно-геодинамические особенности развития оползневых процессов в азербайджанской части Большого Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. — 2016. — № 1 (Т. 8). — С. 7—18.
3. **Марданов И. И.** Влияние геоэкологической ситуации на почвенные показатели летних пастбищ азербайджанской части Большого Кавказа // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 4. — С. 39—43.
4. **Ализаде Э. К., Тарихазер С. А.** Высотно-ландшафтная обусловленность развития селевых процессов в горных геосистемах южного склона Большого Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. — 2015. — № 4 (26). — С. 33—41.
5. **Марданов И. И.** Особенности индикации поверхностного смыва при развитии экзодинамических процессов в высокогорьях азербайджанской части Большого Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий. — 2016. — № 2 (Т. 8). — С. 142—149.
6. **Ализаде Э. К., Тарихазер С. А.** Динамика изменения структуры опасных стихийно-бедственных явлений азербайджанской части большого Кавказа в условиях глобальных изменений // Устойчивое развитие горных территорий. — 2010. — № 3 (5). — С. 49—56.
7. **Alizade E., Ismayilov M., Guliyeva S., Zeynalova S., Tarikhazer S., Yunusov M., Mustafayev N., Mammadbayov E.** The assessment of landscape and environmental risks and hazards caused by landslides in mountain areas // Applied ecology and environmental research. — 2016. — No. 14 (3). ALÖKI Kft., Budapest, Hungary. P. 573—586.
8. **Кюль Е. В., Занилов А. Х., Джаппуев Д. Р.** Разработка схем прогнозирования селевых явлений с учетом ландшафтной оценки территории // Известия Кабардино-Балкарского Научного Центра РАН. — 2012. — № 2. — С. 127—131.
9. **Носенко Г. А., Рототаева О. В., Носенко О. А.** Возможности мониторинга из космоса опасных гляциальных



- процессов в труднодоступных горных районах (на примере Кармадонской катастрофы 2002 г.) // Исследование земли из космоса. — 2005. — № 1. — С. 75—81.
10. **Прудникова Н. Г., Барышникова О. Н.** Функциональное зонирование рекреационных территорий на примере переходной зоны Алтая // Вестник Томского государственного университета. — 2009. — № 323. — С. 379—382.
 11. **Коломыц Э. Г., Сурова Н. А.** Экологическое пространство и устойчивость высокогорно-луговых геосистем (опыт эмпирико-статистического моделирования) // География и природные ресурсы. — 2014. — № 4. — С. 110—121.
 12. **Гогичаишвили Г. П.** Эрозия почв в речных бассейнах Грузии // Почвоведение. — 2016. — № 6. — С. 745—754.
 13. **Jarullayev A. Sh., Mardanov I. I., Humbatova Sh. Y.** Landscape-meliorative aspects of research and optimization of the spacial structure of agricultural lands in Azerbaijan Republic // Geography (Sheffield, England — GA). — Summer 2016. — Vol. 102. — Special Issue. — P. 99—105.
 14. **Джаруллаев А. Ш.** Влияние эрозионных процессов на трансформации ландшафта в Южном Кавказе // Труды Географического Общества Азербайджана. Географические проблемы обеспечения экологической безопасности природно-хозяйственных систем, XIV том. — Баку, 2009. — С. 98—101.

I. I. Mardanov, Associate Professor, e-mail: geography.sumqayit@mail.ru, Sumgait State University, Sumgait city, Azerbaijan Republic, **A. Sh. Jarullayev**, Associate Professor, Baku State University, Baku city, Azerbaijan Republic

Geocological Analysis of Condition of Mountain Landscapes of Azerbaijanian Part of Great Caucasus and Dzheyranchel-Adzhinour Foothills

This work shows the degree of disturbance of the modern mountain landscapes of the Great Caucasus and Dzheyranchel-Adzhinour foothills. The cause of disturbances in the landscape of South-Eastern Caucasus is an area of natural exposure to destructive processes and human impacts. Through analysis of the data field and laboratory studies, including produced using GIS technology revealed that the intensity of the natural processes, the impact of the region's farming industry to varying degrees violate the ecological state of the landscape. As a result of geo environmental analysis it is possible to assess the landscapes according to the following graduation: conditionally disordered, poorly disordered, in moderate to severe degree. Thus, the group highlighted various landscapes. The results of field and laboratory studies, including digital processing of satellite images revealed areas of major mountain-forest and mountain-meadow massifs, with varying degrees of environmental stress. On the basis of the factual material was done analysis of the relationship of various natural and anthropogenic factors in the transformation of the landscape of the study area.

Keywords: stability, process, level, area, intensity, disordered, meliorative, types, forest, meadow

References

1. **Mardanov I. I.** Indikatsiya ehkzogeneza v gorno-lugovoy zone azerbajdzhanskoj chasti Bol'shogo Kavkaza na aehrofotosnimkah. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 2008. No. 4. P. 81—86.
2. **Tarihazer S. A., Alizade Eh. K.** Antropogenno-geodinamicheskie osobennosti razvitiya opolznevnyh processov v azerbajdzhanskoj chasti Bol'shogo Kavkaza. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*. 2016. No. 1 (Vol. 8). P. 7—18.
3. **Mardanov I. I.** Vliyanie geoehkologicheskoy situacii na pochvennye pokazateli letnih pastbishch azerbajdzhanskoj chasti Bol'shogo Kavkaza. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016. No. 4. P. 39—43.
4. **Alizade E. K., Tarihazer S. A.** Vysotno-landshaftnaya obuslovlennost' razvitiya selevnyh processov v gornyh geosistemah yuzhnogo sklona Bol'shogo Kavkaza. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*. 2015. No. 4 (26). P. 33—41.
5. **Mardanov I. I.** Osobennosti indikacii poverhnostnogo smyva pri razvitii ehkzodinamicheskikh processov v vysokogor'yah azerbajdzhanskoj chasti Bol'shogo Kavkaza. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*. 2016. No. 2 (Vol. 8). P. 142—149.
6. **Alizade E. K., Tarihazer S. A.** Dinamika izmeneniya struktury opasnyh stihijno-bedstvennyh yavlenij azerbajdzhanskoj chasti bol'shogo Kavkaza v usloviyah global'nyh izmenenij. *Ustojchivoe razvitie gornyh territorij*. 2010. No. 3 (5). P. 49—56.
7. **Alizade E., Ismayilov M., Guliyeva S., Zeynalova S., Tarihazer S., Yunusov M., Mustafayev N., Mammadbayov E.** The assessment of landscape and environmental risks and hazards caused by landslides in mountain areas. *Applied ecology and environmental research*. 2016. No. 14 (3). ALÖKI Kft., Budapest, Hungary. P. 573—586.
8. **Kyul' E. V., Zanirov A. H., Dzhappuev D. R.** Razrabotka skhem prognozirovaniya selevnyh yavlenij s uchedom landshaftnoj ocenki territorii. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo Nauchnogo Centra RAN*. 2012. No. 2. P. 127—131.
9. **Nosenko G. A., Rototaeva O. V., Nosenko O. A.** Vozmozhnosti monitoringa iz kosmosa opasnyh glyacial'nyh processov v trudno dostupnyh gornyh rajonah (na primere Karmadonskoj katastrofy 2002 g.). *Issledovanie zemli iz kosmosa*. 2005. No. 1. P. 75—81.
10. **Prudnikova N. G., Baryshnikova O. N.** Funkcional'noe zonirovanie rekreacionnyh territorij na primere perekhodnoj zony Altaya. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009. No. 323. P. 379—382.
11. **Kolomyc E. G., Surowa N. A.** Ekologicheskoe prostranstvo i ustojchivost' vysokogorno-lugovyh geosistem (opyt ehmpiriko-statisticheskogo modelirovaniya). *Geografiya i prirodnye resursy*. 2014. No. 4. P. 110—121.
12. **Gogichaishvili G. P.** Eroziya pochv v rechnyh bassejnah Gruzii. *Pochvovedenie*. 2016. No. 6. P. 745—754.
13. **Jarullayev A. Sh., Mardanov I. I., Humbatova Sh. Y.** Landscape-meliorative aspects of research and optimization of the spacial structure of agricultural lands in Azerbaijan Republic. *Geography (Sheffield, England — GA)*. Summer 2016. Vol. 102. Special Issue. P. 99—105.
14. **Dzharullaev A. Sh.** Vliyanie ehrozionnyh processov na transformacii landshafta v Yuzhnom Kavkaze. *Trudy Geograficheskogo Obshchestva Azerbajdzhana. Geograficheskie problemy obespecheniya ehkologicheskoy bezopasnosti prirodno-hozyajstvennyh system*. 2009. Vol. XIV. P. 98—101.

УДК 316.334.61

Т. Т. Каверзнева, канд. техн. наук, доц., **Н. А. Леонова**, канд. пед. наук, доц.,
e-mail: n_leonova_72@mail.ru, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Опыт внедрения интерактивных форм обучения по направлению техносферной безопасности в курсах безопасности жизнедеятельности

Проанализирован опыт проведения занятий в форме деловых игр преподавателей кафедры "Безопасность жизнедеятельности" на примере разработанной деловой игры "Расследование инцидентов и несчастных случаев на производстве". Предложено сочетание индивидуальной и коллективной работы участников игры с ролевыми вариациями. Показано, что "интерактив" может существовать как в виде дополнительного элемента к классическим формам проведения занятий, так и в виде отдельной, цельной формы проведения занятий, например, деловых или ролевых игр, тренингов и т. д. Перед преподавателями различных дисциплин поставлена задача определения места и роли "интерактива" и разработки соответствующего методического сопровождения. Сформулированы основные положения организации интерактивных занятий в курсе.

Ключевые слова: интерактивная форма, деловые игры, методика проведения, безопасность жизнедеятельности, техносферная безопасность, мозговой штурм, коммуникационные способности, тренинги, инцидент, несчастный случай

В современных учебных планах и рабочих программах появились требования к занятиям в новой интерактивной форме обучения [1]. Поскольку в настоящее время не накоплен достаточный опыт обучения в нетрадиционной для многих преподавателей интерактивной форме, появилась острая необходимость в разработке методических материалов, руководствуясь которыми, преподаватель сможет внедрять интерактивную форму обучения в свой курс [2, 3]. Без соответствующих методических разработок невозможно их широкое использование, ведь нужно признать, что большинство преподавателей отдают предпочтение привычным формам обучения: лекционным, практическим и лабораторным, а целесообразность введения интерактивных форм нередко вызывает споры в профессиональной среде [4, 5]. Постараемся разобраться, почему это происходит и является ли "интерактив" просто новомодной формой обучения, не способной приносить пользу в процессе обучения, или стоит взять его на вооружение как инструмент, позволяющий открыть новые пути в миропознании и развитии коммуникационных способностей человека.

Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования, определяя удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, отмечает, что "реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных

и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью образовательных программ, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 20...40 процентов аудиторных занятий" [1].

Документом [1] обозначено, что понимается под интерактивной формой. Совершенно неверно называть, например, лабораторные практикумы интерактивными занятиями, пытаясь формально вписаться в требования стандарта. Другое дело, что лабораторные работы *возможно* провести в интерактивной форме, что потребует определенных усилий разработчика. Но нужно учитывать, что классическая форма проведения лабораторных занятий тоже очень важна, она, являясь составной частью общего курса дисциплины, отвечает своим целям. Другое дело, если будет внесена интерактивная составляющая, например, при обсуждении результатов измерения, расчета.

Таким образом, "интерактив" может существовать и в виде дополнительного элемента к привычным формам проведения занятий, и в виде отдельной,



цельной формы занятия, например, деловой или ролевой игры, тренинга и т.д. Перед преподавателями различных дисциплин встает задача определить место и роль "интерактива" в своих дисциплинах и разработать методику его проведения [6—8].

Интерактивная форма общения подразумевает способность участников "интерактива" взаимодействовать или находиться в режиме беседы, диалога друг с другом. Взаимодействия преподавателя и студентов включают:

— пребывание участников "интерактива" в одном смысловом пространстве;

— совместное погружение участников в проблемное поле решаемой задачи, т. е. включение в единое творческое пространство;

— согласованность в выборе средств и методов реализации решения поставленной задачи;

— совместное вхождение в близкое эмоциональное состояние, переживание созвучных чувств, сопутствующих принятию и осуществлению решения задач (обсуждения, "мозговой штурм").

Таким образом, *научное определение "интерактивного занятия" можно сформулировать так: занятие, основанное на получении потока учебной и научной информации из множества различных источников в диалоговой форме (преподаватель-студент, студент-студент).*

Интерактивное обучение организовано таким образом, что практически все обучающиеся оказываются вовлеченными в процесс познания, они имеют возможность понимать и эмоционально выражать свои чувства по поводу того, что они знают и что они думают. Совместная деятельность обучающихся и преподавателей в процессе познания, освоения учебного материала означает, что каждый участник вносит свой особый индивидуальный вклад, идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Причем, что также очень важно, происходит это в атмосфере доброжелательности и взаимной поддержки, что позволяет не только получать новые знания, но и развивает саму познавательную деятельность. Происходит становление коммуникативных способностей студентов, помогая им избавляться от неуверенности в себе.

Институт военно-технического образования и безопасности Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого уже имеет опыт использования интерактивной формы обучения на кафедре "Безопасность жизнедеятельности", где успешно внедряется практика проведения деловых игр.

Так, сотрудниками кафедры разработана деловая игра "Расследование инцидентов и несчастных случаев на производстве" [9, 10], позволяющая участнику игры получить практический опыт по процедуре расследования и построению причинно-следственной модели негативных событий, приведших к несчастному случаю или инциденту на производстве, а также разработать превентивные мероприятия по предотвращению несчастных случаев

и аварий. В первую очередь игра предназначена для студентов, изучающих дисциплину "Безопасность жизнедеятельности", и может быть полезна для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Техносферная безопасность". Игру целесообразно использовать в рамках практических занятий.

Эффективная форма приобретения студентами необходимых знаний, как по самой процедуре расследования несчастных случаев и инцидентов, так и по разработке мероприятий по предотвращению негативных событий, позволяет применять тактику "мозгового штурма" и стимулирует индивидуальную активность в процессе работы. В деловой игре предлагается сочетание индивидуальной и коллективной работы участников игры. Проведение деловой игры разбито на три этапа, где участнику предложены разные роли: роль пострадавшего (или свидетеля, или очевидца) в результате бытового несчастного случая, роль начальника участка на производстве и роль члена комиссии при расследовании несчастных случаев (НС) на производстве. В процессе проведения занятия используется как индивидуальная форма работы, так и коллективная (в составе бригады).

Изложение основных этапов деловой игры приведено в виде "шагов", совершаемых участниками игры для решения поставленных задач по расследованию инцидентов и несчастных случаев, что позволяет в каждом совершаемом шаге видеть его цель и достигнутый результат.

Особенностью предлагаемой методики является включение студентов в самостоятельную аналитическую работу. Студенты должны узнать и сравнить несколько вариантов решения одной производственной или учебной проблемы, что и формирует индивидуальный опыт, так как изучение конкретной ситуации — коллективная работа, то ее обсуждение необходимо проводить в форме открытых дискуссий. Важным моментом является развитие познавательной деятельности и принятие чужих вариантов решения проблемы без предвзятости (неумение работать коллективно). Это позволяет студентам развивать умение анализировать производственные ситуации и вырабатывать самостоятельные решения, так необходимые каждому специалисту.

Опираясь на положительный опыт по проведению занятий в форме деловых игр преподавателей кафедры "Безопасность жизнедеятельности", сформируем основные положения организации интерактивных занятий в дисциплинах естественно-научного цикла.

1. Необходимо подготовить варианты задач "творческого" характера, когда решение может носить поисковый или сравнительный характер, потребовать обсуждения при неочевидности выбора. Применительно к курсу физики такого рода задачи, имеющие технический характер с профессиональным содержанием, можно выбрать из работы [8] по следующим требованиям:

— соответствие технического задания тематике учебных знаний по дисциплинам естественнонаучного цикла, соответствующим данному временному разделу;

— комплексный характер задания, для решения которого необходимы знания других дисциплин (математики, физики, информатики, электротехники);

— опережающий характер содержания задания, когда для его выполнения студенты пополняют свои необходимые учебные знания самостоятельно;

— практический характер задания, когда результат его выполнения можно использовать в качестве демонстрационной модели, установки и др.

2. При выполнении задания в интегрированных творческих группах студентов важно использовать приемы инженерного творчества, моделирующие будущую профессиональную деятельность и стиль профессионального общения:

1. "Мозговой штурм". При обсуждении способов выполнения технического задания высказывается каждый из участников. Все предложения анализируются и формируется общее решение.

2. "Поисковый прием". Обсуждение способа выполнения технического задания происходит коллективно при использовании существующего объекта исследования по следующему плану:

— обсуждение формы и возможности изменения объекта исследования;

— обсуждение структуры объекта исследования и его преобразования;

— возможные изменения во времени, пространстве, в движении;

— возможность замены материала, изменения количественного и качественного характера.

В результате поиска решения существующий объект преобразовывается и совершенствуется.

3. "Морфологическая комбинаторика", заключающаяся в выделении основных свойств, элементов уже существующего технического устройства и анализе возможности замещения элементов. В этом случае будет выполнено задание или создано техническое устройство с другими элементами с усовершенствованными свойствами. Реализация "морфологической комбинаторики" проходит следующим образом:

— творческой группой анализируется существующий объект;

— выделяются конструктивные признаки и элементы, которые заменяются альтернативными.

Таким образом, создается конструкция принципиально нового технического объекта.

Внедрение интерактивного обучения в курсах естественнонаучного цикла позволяет решать одновременно несколько задач:

— развитие коммуникативных умений и навыков;

— установление эмоциональных контактов между студентами и преподавателями;

— формирование умения работать в коллективе, команде, прислушиваться к мнению своих товарищей;

— снятие нервной нагрузки у обучающихся дает возможность менять формы их деятельности, переключать внимание на узловые вопросы темы занятий.

При организации интерактивной формы проведения учебных занятий по дисциплинам естественнонаучного цикла у студентов младших курсов формируются следующие профессиональные навыки:

— оперирования объемом знаний с целью приобретения новых;

— создания новых технологий, преобразования прежних;

— умения анализировать и корректировать результаты своей личностной и производственной деятельности;

— умения структурировать информацию для организации совместной работы системы "человек — машина" (искусственный интеллект);

— стремления к самопознанию и самосовершенствованию.

Таким образом, формируется интерес и потребность к самостоятельной работе, к техническому творчеству.

Список литературы

1. **Федеральный закон** об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. **Панфилова А. П.** Инновационные педагогические технологии: Активное обучение: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр "Академия". — 2009. — 192 с.
3. **Сорокина Е. И., Маковкина Л. Н., Колобова М. О.** Использование интерактивных методов обучения при проведении лекционных занятий // Теория и практика образования в современном мире: материалы III междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, май 2013 г.). — СПб.: Реноме, 2013. — С. 167—169.
4. **Активные и интерактивные образовательные технологии** (формы проведения занятий) в высшей школе: Учебное пособие / Сост. Т. Г. Мухина. — Н. Новгород: ННГАСУ. — 2013. — 97 с.
5. **Солодухина О. А.** Классификация инновационных процессов в образовании // Среднее профессиональное образование. — 2011. — № 10. — С. 12—13.
6. **Гаюбова К. А.** Использование современных педагогических интерактивных методов обучения и информационных технологий в совершенствовании учебного процесса // Молодой ученый. — 2015. — № 23. — С. 944—946.
7. **Кругликов В. Н.** Активное обучение в техническом вузе: теория, технология, практика. — СПб.: ВИТУ, 1998. — 308 с.
8. **Леонова Н. А., Каверзнева Т. Т., Ульянов А. И.** Техноферная безопасность в примерах и задачах по физике: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. — 184 с.
9. **Каверзнева Т. Т., Ефремов С. В., Идрисова Д. И.** Безопасность жизнедеятельности. Деловая игра. Расследование инцидентов и несчастных случаев на производстве: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. — 82 с.
10. **Каверзнева Т. Т.** Безопасность жизнедеятельности. Расследование инцидентов и несчастных случаев на производстве: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. — 72 с.



T. T. Kaverzneva, Associate Professor, **N. A. Leonova**, Associate Professor,
e-mail: n_leonova_72@mail.ru, Saint-Petersburg Polytechnic University Peter the Great

Experience of Implementing Interactive Forms of Learning in the Direction of Technosphere Safety Courses Life Safety

The experience of conducting classes in the form of business games of teachers of the Department "life Safety" on the example of the developed business game "the Investigation of incidents and accidents on production". The proposed combination of individual and collective work of the participants of the game with role-playing variations.

It is shown that "interactive" can exist as an additional element to the classical forms of training, and in the form of individual, whole forms of training, for example, business or role-playing games, trainings, etc. to the lecturers of various disciplines tasked with determining the place and role of "interactivity" and the development of appropriate methodological support.

The basic principles of organization of interactive lessons.

Keywords: interactive form, business game, methodology, safety, technosphere safety, brainstorming, communication skills, training, incident, accident

References

1. **Federal law** on education in the Russian Federation of 29.12.2012 N 273-FZ.
2. **Panfilova A. P.** Innovative pedagogical technologies: Active training: School text-book. — Moscow: Publishing center "Academy", 2009. — 192 p.
3. **Sorokina E. I., Makovkina, L. N., Kolobov M. O.** The Use of interactive teaching methods in the conduct of lectures // *Theory and practice of education in modern world: materials of III Intern. scientific. Conf.* (Saint-Petersburg, may 2013). Saint-Petersburg: Reputation, 2013. P. 167—169.
4. **Active and interactive educational technologies** (forms of training) in high school: tutorial. Compiler T. G. Mukhina. Nizhnij Novgorod: NNGASU, 2013. 97 p.
5. **Solodukhina A. A.** Classification of innovative processes in education. *Secondary vocational education.* 2011. No. 10. P. 12—13.
6. **Gaibova K. A.** The pedagogical Use of modern interactive teaching methods and information technologies in the improvement of the educational process. *Young scientist.* 2015. No. 23. P. 944—946.
7. **Kruglikov V. N.** Active learning in a technical University: theory, technology, practice. — Saint-Petersburg: VITU, 1998. 308 p.
8. **Leonova N. A., Kaverzneva T. T., Ulyanov A. I.** Technosphere security in examples and problems in physics: School text-book. Saint-Petersburg: Publishing house Polytechnical University, 2015. 184 p.
9. **Kaverzneva T. T., Efremov S. V., Idrisov D. I.** Safety. The business game. Investigation of incidents and accidents in manufacturing: School text-book. Saint-Petersburg: Publishing house Polytechnical University, 2014. 82 p.
10. **Kaverzneva T. T.** Safety. Investigation of incidents and accidents in manufacturing: School text-book. Saint-Petersburg: Publishing house Polytechnical University, 2014. 72 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромынский 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 *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 02.11.16. Подписано в печать 15.12.16. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ117.

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