



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

8(164)
2014

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н.
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.т.н., проф. (председатель)
КЛИМКИН В. И., к.т.н.
КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.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.т.н.
АНТОНОВ Б. И.
(директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора
ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
КАЛЕДИНА Н. О., д.т.н., проф.
КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
КЛЕЙМЕНОВ А. В., д.т.н.
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.
ЛУЩИ С., проф. (Италия)
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.
ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
ФРИДЛАНД С. В., д.т.н., проф.
ЦЯН МИНЦЗЮНЬ, проф.
(Китай)
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Кашинцева Л. В., Соколов Э. М., Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Кашинцева Л. О. Методика назначения доплат за работу во вредных условиях труда	3
Родионов П. В., Мелков Д. Н., Павлов А. С. Анализ состояния травматизма на предприятии "Юргинский машиностроительный завод" за период с 2007 по 2010 годы	12
Гаврикова Е. И. Особенности характеристик защитных свойств тканых материалов	18
Борисова Л. М., Белокурова Е. С., Лопатин С. А. Здоровьесберегающие технологии — как профилактические меры по сохранению и укреплению здоровья студентов вузов	21
Сулейманов Р. А., Абдулнагимов И. Г., Валеев Т. К., Рахматуллин Н. Р. Особенности состояния здоровья населения, проживающего в условиях сочетанного биологического и химического загрязнения	26
Ткачук В. А., Магусевич М. С., Сыромятникова Л. И., Ткачук А. А. Оценка функциональных резервов организма специалистов опасных профессий	31

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Сурова Л. В. Безопасность человека в социотехнических системах	36
---	----

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сумарченкова И. А. Оценка экологических и профессиональных рисков при возникновении аварийных ситуаций в технологическом процессе переработки нефтешламов	40
Бондаренко В. В., Шигапов А. М. Оценка масштаба воздействия аварий при перевозке опасных грузов через густонаселенные районы	45

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Никитенко Ю. В. Оценка риска аварийного загрязнения окружающей среды в районах опасных производственных объектов	49
Слободян С. М., Куц В. П. Совершенствование ступенчатых систем пылевой и аэрозольной очистки вредных выбросов	55

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Яценко А. С., Белинский С. О. Об использовании красного шлама в цементной промышленности	60
Косариков А. Н., Макаров П. В. Развитие обращения твердых бытовых отходов на постиндустриальном этапе	64

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

О межгосударственном стандарте "Материалы звукопоглощающие, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения"	69
---	----

ИНФОРМАЦИЯ

Законодательное обеспечение охраны и использования подземных вод (по материалам заседания Высшего экологического совета Госдумы РФ)	71
--	----

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
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. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Akad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Responsible secretary

PRONIN I. S.,
Dr. Sci. (Phys.-Math.)

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KALEDINA N. O., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KLEYMENOV A. 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.)
LUZZI S. (Italy), prof.
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. (Phis.-Math.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Tech.)
JIANG MINGJUN (China), prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

8(164)
2014

CONTENTS**LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH**

- Kashintseva L. V., Sokolov E. M., Hadartsev A. A., Hrupachev A. G., Kashintseva L. O.** Technique of the Additional Payment Assignment of for Work in Harmful Working Conditions 3
- Rodionov P. V., Melkov D. N., Pavlov A. S.** Analysis of the State Of Injury in the Enterprise "Yurginskiy Machine Works" for the Period from 2007 to 2010 12
- Gavrikova E. I.** Performance Characteristics of Protective Properties Woven Materials 18
- Borisova L. M., Belokurova E. S., Lopatin S. A.** Health-Saving Technologies — both Preventive Measures to Preserve and Improve the Health of University Students 21
- Sulejmanov R. A., Abdunagimov I. G., Valeev T. K., Rakhmatullin N. R.** Features of the State of Health of the Population Living in Combinational Conditions of Biological and Chemical Pollution. 26
- Tkachuk V. A., Matusевич M. S., Syromiatnikova L. I., Tkachuk A. A.** Functional Reserves Evaluation Specialist Dangerous Profession 31

GENERAL QUESTIONS

- Surova L. V.** Safety of Person in Social Technical Systems 36

INDUSTRIAL SAFETY

- Sumarchenkova I. A.** Emergence Environmental and Professional Risks Assessment in Oil Slimes Processing Technological Process. 40
- Bondarenko V. V., Shigapov A. M.** Assessment of the Scale of Impacts of an Accident during Carriage of Dangerous Goods through Densely Populated Areas 45

ECOLOGICAL SAFETY

- Nikitenko Y. V.** Risk Assessment of the Emergency Contamination Surrounding Ambiences in Region Dangerous Object 49
- Slobodyan S. M., Kuts V. P.** The Improved Dust and Aerosol Collection Efficiency by N-step System. 55

USE AND RECYCLING OF WASTE

- Yatsenko A. S., Belinsky S. O.** On the Use of Red Mud in the Cement Industry. 60
- Kosarikov A. N., Makarov P. V.** Development of Residential Solid Waste (RSW) Management at a Postindustrial Period 64

STANDARDIZATION AND NORMATIVE LEGAL QUESTIONS

- About an international standard "Sound absorbing materials for using in buildings. Sound absorption assessment"** 69

INFORMATION

- Federation on the Theme: "Legal Protection and Use of Ground water's"** (Materials of Meeting of the Higher Environmental Council of the State Duma of Russian) 71

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

УДК 331.436

Л. В. Кашинцева¹, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: tulastra@mail.ru,
Э. М. Соколов¹, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
А. А. Хадарцев², д-р мед. наук, проф., директор,
А. Г. Хрупачев¹, д-р техн. наук, проф. кафедры, **Л. О. Кашинцева**², студент
¹ Тульский государственный университет
² Медицинский институт при Тульском государственном университете

Методика назначения доплат за работу во вредных условиях труда

Приведена авторская методика назначения доплат за работу во вредных условиях труда. Выполненный анализ существующего порядка назначения доплат позволил установить, что их стоимостной эквивалент в размере от 4 до 24 % исходит от некоего среднестатистического показателя степени вредности условий труда и поэтому не позволяет провести персонафицированную оценку условий труда каждого работника и назначить соответствующий размер доплат.

Предлагаемый подход наиболее объективен и экономически справедлив, так как работающий в наихудших условиях труда получит самую значительную часть компенсации за причиняемый ущерб.

Ключевые слова: вредные условия труда, компенсации за вред здоровью на производстве, доплаты за вредные условия труда

Введение

Сегодня, если работодатель не способен создать допустимые, с позиций гигиенического нормирования, условия труда, он в соответствии с нормами трудового права обязан предоставить работнику ряд социально-экономических компенсаций за причиняемый его здоровью вред. Самым распространенным и широко применяемым видом экономической компенсации является доплата за работу во вредных условиях труда. При этом стоимостный эквивалент доплаты (в процентах к основной заработной плате) напрямую зависит от правильности установления класса вредности условий труда, который характеризует потенциальный ущерб здоровью.

Как предполагалось, экономическую эффективность и социальную справедливость этой процедуры должны обеспечить два нормативных документа.

1. *Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда"* в соответствии с которым с 1 января 2014 г. проводится оценка состояния условий труда на рабочих местах в организациях Российской Федерации [1] (ранее — Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда).

2. Типовые *"Положения об оценке условий труда на рабочих местах и порядке применения отраслевых пе-*

речней работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда", утвержденные постановлением Госкомтруда СССР и Секретариата ВЦСПС от 3 октября 1986 г. № 387/22-78 [2].

Эти документы должны дополнять друг друга и сделать процесс назначения доплаты простым и понятным, но по факту мы имеем обратный результат.

Текущее состояние вопроса о назначении доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда

В ходе гигиенической оценки условий труда определяется степень возможного вреда здоровью работника путем сопоставления измеренных и оцененных уровней вредных производственных факторов с гигиеническими нормативами (ПДК, ПДУ). В зависимости от величины отклонения измеренных или оцененных уровней от нормативов, на основе отклонений значений гигиенических критериев от уровней ПДК, ПДУ, устанавливается класс вредности. Как показывает многолетний опыт проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, на рабочих местах в большинстве случаев присутствует сложная комбинация вредных факторов различной природы, каждому из которых присуща своя степень вредности.

При этом, общий класс условий труда на рабочем месте в соответствии с *Руководством Р 2.2.2006—05*



(далее Руководство) [3], утвержденным Главным государственным санитарным врачом РФ в 2005 г., устанавливается по наиболее высокому классу и степени вредности.

В случае сочетанного действия трех и более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2; при сочетании двух и более факторов классов 3.2, 3.3, 3.4 — условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

Такой подход приводит к тому, что суммарная вредность условий труда оценивается меньше их реальной опасности для здоровья. Дело в том, что при такой оценке влияние факторов, имеющих менее высокую степень вредности, никак не учитывается. В результате, установленный общий класс условий труда не в полной мере характеризует реальную вредность условий труда на рабочем месте для различных случаев количественного сочетания широкой номенклатуры вредных производственных факторов различной природы.

Подтверждением тому служит следующий пример. Формально нужно присвоить одинаковый класс вредности, а именно 3.2 четырем различным рабочим местам, имеющим принципиальное отличие по качественному и количественному составу вредных факторов. На первом рабочем месте он определяется присутствием трех факторов, относящихся к классу 3.1. На втором таких факторов пять. На третьем — один фактор класса 3.2. И, наконец, на четвертом имеется один фактор класса 3.2 и одновременно с этим присутствуют два фактора класса 3.1. Таким образом, налицо отсутствие элементарного здравого смысла, требующего дифференцированно оценить влияние каждой конкретной комбинации вредных факторов на здоровье работников.

Еще более абсурдная ситуация прописана в п. 5.1.5 Руководства [3], где сказано — *присутствие любого числа химических веществ разнонаправленного действия, уровни которых соответствуют классу 3.1, не увеличивает степень вредности условий труда.*

Такое решение не только беспринципно с морально-этической точки зрения, но и просто непоследовательно с точки зрения обеспечения безопасности работников, ибо прописано после ключевого положения п. 4 Руководства: *Гигиенические критерии — это показатели, характеризующие степень отклонений параметров факторов рабочей среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов. Классификация условий труда основана на принципе дифференциации указанных отклонений, которые дают право отнесения условий труда к определенному классу вредности за потенциальную опас-*

ность, и выраженности изменений в организме работников.

Согласно второму из применяемых при назначении доплат общегосударственного документа постановлению Госкомтруда СССР и Секретариата ВЦСПС [2], в основе оценки условий труда на рабочих местах лежит Гигиеническая классификация условий труда, утвержденная Министерством здравоохранения СССР 12 августа 1986 г. № 4137—86. Данная классификация подразделяет условия труда по степени превышения гигиенических нормативов факторов производственного процесса на **три степени вредности**, каждой из которых соответствует определенное количество баллов (табл. 1). Последние суммируются при наличии на рабочем месте нескольких таких факторов [2].

Баллы, установленные по степеням вредности факторов и тяжести работ, корректируются в зависимости от фактического времени их действия по зависимости:

$$X_{\text{факт}} = X_{\text{ст}} \omega,$$

где $X_{\text{ст}}$ — степень вредности фактора или тяжести работ, установленная по показателям Гигиенической классификации труда от 12 августа 1986 г. № 4137—86 (см. табл. 1); $\omega = T_{\text{д}}/T_{\text{рс}}$ — отношение времени действия данного фактора $T_{\text{д}}$ к продолжительности рабочей смены $T_{\text{рс}}$.

Таблица 1

Гигиеническая классификация труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса [2]

№ пп	Факторы условий труда	3 класс — вредные условия труда		
		I степень 1 балл	II степень 2 балла	III степень 3 балла
1	Вредные химические вещества 1-й класс опасности 2-й класс опасности 3—4-й класс опасности	Превышение ПДК		
		До 2 раз	До 4 раз	Более 4 раз
		До 3 раз	До 5 раз	Более 5 раз
2	Пыль в воздухе рабочей зоны	До 4 раз	До 6 раз	Более 6 раз
		До 2 раз	До 5 раз	Более 5 раз
3	Вибрация	Превышение ПДУ		
		До 3 раз	До 6 раз	Более 6 раз
4	Шум	Превышение ПДУ		
		До 10 дБА	До 15 дБА	Более 15 дБА
5	Инфракрасное излучение	141...350 Вт/м ²	351...2800 Вт/м ²	Свыше 2800 Вт/м ²

Пример существующей процедуры оценки состояния на рабочем месте

На рабочем месте содержание аэрозоля NO_2 (вещество 3 класса опасности) превышает ПДК в 4 раза. Производственный шум превышает ПДУ на 12 дБА. Интенсивность инфракрасного облучения составляет 200 Вт/м^2 .

В условиях повышенного содержания аэрозоля и повышенной интенсивности инфракрасного облучения рабочий находится 460 мин, или 96 % продолжительность смены (остальные 4 % рабочего времени рабочий отдыхает в комнате отдыха с нормальным микроклиматом); в условиях повышенного уровня шума рабочий находится 360 мин, или 75 % продолжительности смены (остальное время установки, генерирующие шум, не работают).

Определяем фактическое состояние условий труда на рабочем месте по перечисленным факторам с учетом гигиенической классификации труда (см. табл. 1) и времени работы в указанных выше условиях в течение рабочей смены ($T_{\text{рс}} = 480$ мин):

$$X_{\text{факт}}(\text{NO}_2) = 2 \text{ балла} \cdot \frac{460}{480} = 2 \text{ балла},$$

$$X_{\text{факт}}(\text{шум}) = 2 \text{ балла} \cdot \frac{360}{480} = 1,5 \text{ балла},$$

$$X_{\text{факт}}(\text{микроклимат}) = 1 \text{ балл} \cdot \frac{460}{480} = 1 \text{ балл}.$$

Условия труда для определения конкретных размеров доплат оцениваются по сумме значений $\sum X_{\text{факт}} = 2 + 1,5 + 1 = 4,5$ балла.

С учетом фактического состояния условий труда размеры доплат устанавливаются в процентах к тарифной ставке (окладу) по шкале, приведенной в табл. 2.

По шкале, указанной в таблице 2, в данном случае размер доплат составит 12 процентов тарифной ставки.

Как отмечалось ранее, в настоящее время гигиеническая оценка условий труда на рабочих мес-

тах проводится на основании Руководства [3], которое классифицирует условия труда четырьмя степенями вредности. Разделение условий труда на тяжелые и вредные, особо тяжелые и особо вредные в данном документе отсутствует. Таким образом, в основе методики расчета доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда лежит устаревшая классификация условий труда и соответствующая ей терминология, которые согласно действующему Руководству не могут быть использованы для гигиенической оценки условий труда на рабочих местах.

Кроме этого, существуют принципиальные отличия в оценке влияния времени воздействия вредного фактора. Согласно гигиенической классификации 1986 г. [2] максимальное время работы с вредными химическими факторами $T_{\text{д}}$ допускается 8 ч, соответственно коэффициент ω равен 1,0. Руководством Р 2.2.2006—05 введен дозовый принцип гигиенического нормирования, на основании которого максимальное время контакта с вредным фактором при работе в условиях класса 3.4 установлено не более 1 ч в смену, вследствие чего показатель коэффициента ω составляет 0,12. Возникает парадоксальная ситуация, если в первом случае, в соответствии с гигиенической классификацией 1986 г., условия труда работника оценены в 3 балла, то ему назначается доплата в размере 8 % (см. табл. 2). Во втором случае, даже если работник, согласно Руководству Р 2.2.2006—05, будет иметь наилучшие условия труда, оцененные в 10 баллов, то ему в соответствии с табл. 2 будет назначена доплата в размере 4 %, так как

$$X_{\text{факт}} = 10 \cdot 0,12 = 1,2 < 2,0.$$

Выполненный анализ существующего порядка назначения доплат позволил установить, что сложившийся в течение десятилетий их стоимостной эквивалент в размере от 4 до 24 % исходит от некоего среднестатистического показателя степени вредности условий труда. В частности, доплата в размере 4 % производится за условия труда класса 3.1, 8 % и 16 % за работу в условиях труда классов 3.2 и 3.3 соответственно, а 24 % доплаты получают работающие в условиях труда класса 3.4.

В силу перечисленных причин, недостатки действующей системы не позволяют провести персонализированную оценку условий труда каждого работника и назначить соответствующий размер доплат. В этом наглядно позволяет убедиться следующий пример. Пусть в производственном процессе задействованы три работника А, Б, В, на которых действуют пять идентичных вредных химических факторов ($n = 5$) различной направленности действия, соответствующие классу вредности 3.1.

Таблица 2

Размеры доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда [2]

Наименование работ	$X_{\text{факт}}$, баллы	Размеры доплат, % к тарифной ставке (окладу)
С тяжелыми и вредными условиями труда	До 2	4
	2,1...4,0	8
	4,1...6,0	12
С особо тяжелыми и особо вредными условиями труда	6,1...8,0	16
	8,1...10,0	20
	Более 10,0	24



При этом, у первого из работников гигиенические критерии соответствуют нижней границе класса 3.1 — превышение ПДК в 1,1 раза ($N = 1,1$). Сумма гигиенических критериев равна 5,5 ($nN = 1,1 \cdot 5 = 5,5$).

На рабочем месте второго работника гигиенические критерии находятся в середине класса 3.1 — превышение ПДК в 1,6 раза. Сумма гигиенических критериев равна 8 ($nN = 1,6 \cdot 5 = 8$).

Гигиенические критерии показателей загрязняющих веществ воздуха рабочей зоны третьего работника соответствуют верхней границе класса 3.1 — превышение ПДК в 3 раза. Сумма гигиенических критериев в этом случае равна 15 ($nN = 3 \cdot 5 = 15$).

Следуя изложенной выше логике Руководства, на всех трех рабочих местах условия труда следует классифицировать как вредные класса 3.1. а следовательно, в соответствии с действующей методикой порядка назначения доплат (см. табл. 1, 2) условия труда всех работников будут определены одинаково в один балл, и оплата за работу во вредных условиях труда будет назначена в размере 4 %.

Таким образом, действующие в настоящее время системы оценки классов условий труда и назначения доплат за работу во вредных (тяжелых) условиях труда мало того, что методологически несовершенны, но и не гармонизированы друг с другом. В результате этого невозможно реальное сравнение условий труда на различных рабочих местах, отличающихся широкой номенклатурой и количеством сочетанных комбинаций факторов производственных процессов в различных отраслях промышленности, что в свою очередь приводит к недопустимой, с точки зрения охраны здоровья и социальной справедливости, уравниловке.

Из вышеизложенного становится очевидным, что при реформировании системы обязательного социального страхования необходимы новые, научно обоснованные методы, обеспечивающие дифференцированную оценку условий труда на каждом рабочем месте, учитывающую тяжесть возможных последствий для здоровья работника.

Расчет доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда на основе количественной оценки ущерба

Кардинально решить эту проблему позволяет единая шкала оценки ущерба здоровью работающих во вредных условиях труда. Для ее решения представляется целесообразным применить единый *индекс вреда*, измеряемый в сутках сокращения продолжительности полноценной жизни (СППЖ) за год [4, 5]. Правомерность такого подхода основывается на принятии мировым медицинским со-

обществом дозового принципа гигиенического нормирования, согласно которому *каждый вредный производственный фактор, действующий на организм в количествах, превышающих предельно допустимые значения, оказывает неспецифическое хроническое действие на организм*.

В частности, методология гигиенического нормирования факторов окружающей среды позволяет разработать математическое обоснование неотвратимости скрытого повреждения здоровья при работе во вредных условиях труда. Базисом нормирования параметров окружающей среды является следующее концептуальное положение: *если, на протяжении всей жизни человека отсутствуют случаи превышения среднегодовых значений гигиенических нормативов для населенных мест (ПДК_{нм}, ПДУ_{нм}), то риск повреждения здоровья любого индивидуума отсутствует*. Но, стоит человеку, живущему в комфортных условиях окружающей среды, оказаться в производственной среде, имеющей качество на уровне гигиенических нормативов, установленных для рабочей зоны (ПДК_{рз}, ПДУ_{рз}), вступает в силу закон Хабера [6], который гласит: *серьезность возникновения заболевания H пропорциональна концентрации продукта C и времени воздействия T* .

$$H = C \cdot T. \quad (1)$$

Это обусловлено тем, что ПДК_{рз}, ПДУ_{рз} существенно превосходят ПДК_{нм}, ПДУ_{нм}. Предложенное Хабером математическое описание закона в виде произведения концентрации на время воздействия, представляет собой не что иное, как упрощенное математическое описание дозы. Ведь, по определению ВОЗ, доза — *это фармакологический или токсикологический термин, обозначающий количество вещества, полученное человеком*.

Анализ зависимости (1) показывает, что заболевание отсутствует ($H = 0$), если один из входящих в нее сомножителей равен 0. Совершенно очевидно, что время действия фактора для живого человека — величина, всегда отличная от нуля, следовательно, закон начинает работать только в том случае, когда численное значение концентрации C станет положительным действительным числом. В таком случае, если любое вещество, превышающее ПДК_{нм} даже в самых малых концентрациях, присутствует в окружающей среде (а ПДК_{рз} всегда больше ПДК_{нм}), то должен будет наноситься вред здоровью, хотя ранее отмечалось, что при соблюдении гигиенических нормативов для рабочей зоны ущерб отсутствует.

Эта ситуация имеет простое и вполне логичное объяснение, если ввести понятие избыточной дозы $D_{3.i}^{изб}$, представляющей собой разность между пожизненной дозой того или иного фактора D_0 , получаемой в окружающей среде, с параметрами,

не превышающими ПДК_{нм} и ПДУ_{нм}, и фактически полученной дозой $D_{3,i}$ при работе во вредных условиях труда 3.і-го класса. Численное значение дозы зависит от величины гигиенического критерия $\varphi_{3,i}$, (величина численного значения превышения ПДК_{рз}, ПДУ_{рз} приведена в табл. 3). Проще говоря, при соблюдении количественных критериев D_0 образуется состояние внутренней среды организма, при котором содержание сахара, электролитов, газов, кровяное давление, показатели рН и многие другие соответствуют состоянию гомеостаза, а любое превышение гигиенических нормативов приводит к нарушениям процесса метаболизма [7]:

$$D_{3,i}^{\text{изб}} = D_{3,i} - D_0. \quad (2)$$

Из этого следует, что даже если человек лишь часть времени своей жизни проводит в среде, которая имеет превышения гигиенических нормативов (ПДК_{рз} и ПДУ_{рз} превышают ПДК_{нм} и ПДУ_{нм} в разы), возникает риск повреждения здоровья, так как в соответствии с зависимостью (1) получаемая доза становится положительным числом (ПДК_{рз} — ПДК_{нм} > 0), т. е. является, избыточной. Тем самым она наносит ущерб организму пропорционально увеличению концентрации (уровня) вредного фактора и времени его воздействия на рабочем месте.

Таким образом, выполненный математический анализ причин возникновения вредных эффектов для здоровья человека однозначно доказывает, что *при работе во вредных условиях труда вероятность повреждения здоровья всегда равна 1*, т. е. мы имеем тот же самый реальный факт нанесения ущерба

организму, что и в случае получения работниками травмы или профзаболевания.

В основу теории расчета универсального вычислительного комплекса для количественной оценки скрытого профессионального риска положена разработанная авторами единая шкала ущерба [8], наносимого здоровью работающих во вредных и тяжелых условиях труда. При разработке этой шкалы, были учтены уже известные причинно-следственные связи между уровнями загрязнения окружающей и производственной среды и установленными проявлениями ухудшения здоровья, обусловленного ими. Такой подход при назначении классов условий труда различной степени вредности (3.1, 3.2, 3.3 и 3.4) реализован в основополагающем положении Руководства [3]: *Оценка вредного воздействия факторов производственной среды основана на принципе дифференциации условий труда по степени отклонений параметров производственной среды в соответствии с выявленным влиянием этих отклонений на функциональное состояние и здоровье человека* (см. табл. 3).

Для определения "верхнего значения ущерба", наносимого здоровью при работе в условиях труда, соответствующих границе условий труда вредных (3.4) и опасных (4.0) классов, использованы результаты оценки вредного воздействия факторов производственной среды, приведенные в Руководстве по оценке профессионального риска для здоровья работников Р 2.2.1766—03 [9]. В частности, в рассматриваемом случае причиненный вред здоровью определен в виде времени сокращения продолжительности жизни на 10 лет и более. Т. е. на каж-

Таблица 3

Гигиенические критерии и классификация условий труда при воздействии некоторых факторов рабочей среды и трудового процесса [3]

Вредные вещества	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный 3				Опасный (экстремальный)
		Гигиенический критерий $\varphi_{3,i}$				
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Химические факторы						
Превышения ПДК						
Вредные вещества, за исключением перечисленных ниже	≤ПДК	1,1...3	3,1...6	6,1...10	10,1...20	> 20
Вещества с остронаправленным механизмом действия	≤ПДК	1,1...2	2,1...4	4,1...6	6,1...10	> 10
Вещества раздражающего действия						
Аллергены	≤ПДК	—	1,1...3	3,1...10	>10	—
Канцерогены	≤ПДК	1,1...3	3,1...6	6,1...10	>10	—
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	≤ПДК	1,1...2	2,1...5	5,1...10	>10	—
Физические факторы						
Превышения ПДУ						
Шум (эквивалентный уровень звука, дБА)	≤ПДУ	10	25	40	50	>50
Вибрация локальная (эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ)	≤ПДУ	3	6	9	12	>12
Вибрация общая (эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ)	≤ПДУ	6	12	18	24	>24



дый год из 25 лет трудового стажа приходится 146 суток СППЖ ($10 \cdot 365/25 = 146$).

Основанием для определения "нижнего значения ущерба", возможного при работе на границе допустимых (2) и вредных условий труда (3.1), являются результаты исследований последних десятилетий, полученные в разных странах. В этих работах научно обосновано установление универсальных значений допустимого пожизненного риска \mathfrak{R} для населения и профессиональных работников [10]:

$$\mathfrak{R} = \begin{cases} 0,0005 & \text{для населения} \\ 0,008 & \text{для профессиональных работников.} \end{cases} \quad (3)$$

Это означает, что при пожизненном пребывании человека в среде обитания, включающей в себя какой-либо фактор с граничными значениями ПДК или ПДУ для населенных мест, его здоровью наносится ущерб, эквивалентный сокращению времени продолжительности нормальной полноценной жизни на 0,18 суток в год ($365 \text{ суток} \cdot 0,0005 = 0,18 \text{ суток}$). А при работе в условиях труда, имеющих показатели факторов производственной среды на уровне предельных значений гигиенических нормативов, работнику наносится скрытый ущерб здоровью, эквивалентный 3,0 суткам СППЖ за год ($365 \text{ суток} \cdot 0,008 = 2,92 \text{ суток}$). Следовательно, даже при работе в допустимых по принятой классификации условиях труда возможно вредное воздействие, ущерб от которого лежит в интервале от 0,18 до 3,0 суток СППЖ за год. Таким образом, полученное значение причиняемого ущерба, равное 3,0 суткам СППЖ, характеризующее условия работы на *нижней границе вредных условий труда* [5, 7], является дополнительным подтверждением закона Хабера и аксиомы опасности, согласно которой *любая деятельность потенциально опасна*.

Таблица 4

Величина ущерба, наносимого здоровью при работе во вредных условиях труда

Класс условий труда	3.1	3.2	3.3	3.4
Ущерб, сутки СППЖ/год	3,0...25,0	25,1...50,0	50,1...75,0	75,1...150

Для определения численных значений ущерба, наносимого здоровью при работе во вредных условиях труда (классы 3.1—3.2; 3.2—3.3; 3.3—3.4), использованы данные научных исследований, которые по степени весомости доказательств позволили установить количественные соотношения между риском развития профессионально-обусловленной заболеваемости и его последствиями [8, 11].

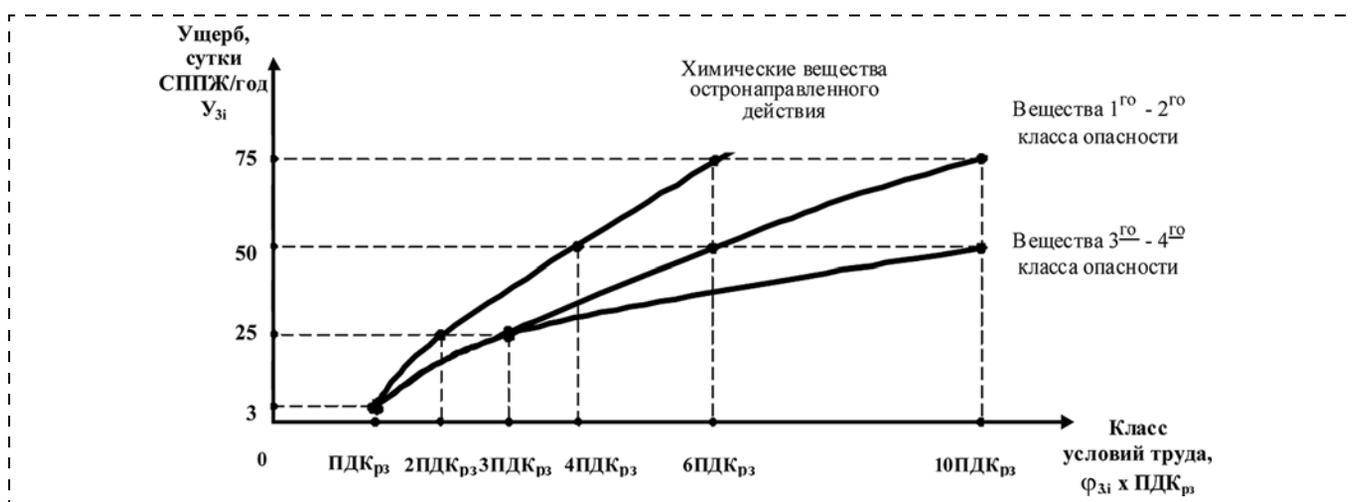
Анализ количественных показателей роста риска заболеваемости в зависимости от ухудшения условий труда [11] позволили разработать единую таблицу ущерба, наносимого здоровью работающих в условиях труда с различной степенью вредности (табл. 4) [8].

На основании данных табл. 3 и 4 построены графики зависимости "концентрация — ущерб" (см. рисунок) [8] для различных химических веществ, которые наглядно подтверждают теоретическое положение, что опасность для здоровья имеет степенную зависимость и определяется величиной превышения гигиенического норматива ПДК, а угол наклона кривой характеризует класс опасности вещества [12].

В общем виде представленные на рисунке кривые могут быть описаны соотношением [8]:

$$y = \left[1 - \exp\left(a C_{\text{изб}}^b\right) \right] 365, \quad (4)$$

где 365 — количество дней в году; y — ожидаемый ущерб в сутках потерянной жизни за один год;



Зависимость "концентрация — ущерб"

$C_{изб}$ — избыточная концентрация вредного вещества, мг/м³; b — безразмерный коэффициент; a — коэффициент связи с размерностью, м³/мг.

Для простоты определения численных значений ущерба, обусловленного конкретной концентрацией или энергетическим уровнем вредного фактора, присутствующего на рабочем месте, целесообразно применить *метод линеаризации*, используя уравнение регрессии:

$$y_i = ax_i + b. \quad (5)$$

В общем виде уравнение (5) решается системой уравнений

$$\begin{cases} y_1 = ax_1 + b \\ y_2 = ax_2 + b. \end{cases} \quad (6)$$

Здесь y_1 и y_2 — нижнее и верхнее значение ущерба при соответствующем классе условий труда согласно данным табл. 4; x_1 и x_2 — нижнее и верхнее значение гигиенического критерия при соответствующем классе условий труда (для рассматриваемого случая значение x_i соответствует критерию $\varphi_{3,i}$, принимаемому по табл. 3).

Пример решения

для веществ остронаправленного действия

На рабочем месте при разборке литьевых опок присутствует формальдегид (вещество остронаправленного действия), имеющий концентрацию $C_{рз} = 1,8$ ПДК_{рз}. Исходными данными для разработки уравнения регрессии являются данные, представленные в табл. 5.

Таким образом, уравнение регрессии (5) для веществ остронаправленного действия в классе 3.1 имеет вид:

$$y_i = 24,4x_i - 23,8. \quad (7)$$

Подставив в него значение гигиенического критерия $x_i = 1,8$ (концентрация формальдегида на рабочем месте $C_{рз} = 1,8$ ПДК_{рз}), получим искомое значение ущерба: $y_i = 20,1$ суток СППЖ.

Для интегральной оценки ущерба $y_{инт}$, наносимого здоровью работника несколькими y_i вредными факторами, в том числе различной природы, используется положение работы [13], согласно ко-

торому *комбинированное воздействие вредных факторов проявляется по типу частичной суммы* и может рассчитываться по зависимости:

$$Y_{инт} = \sqrt{\sum y_i^2}. \quad (8)$$

В качестве примера вернемся к ранее рассмотренному случаю, когда на рабочих местах: А, Б и В присутствуют по пять вредных химических факторов различной направленности действия, а их гигиенические критерии, хотя и отличаются друг от друга, но находятся в пределах условий класса труда 3.1 (нижняя, средняя и верхняя граница класса). По действующему положению условия труда на каждом из этих рабочих мест классифицируются идентично, как *вредные класса 3.1*. И все работающие на них получают одинаковую доплату в размере 4 %.

В то же время, если при проведении расчетов оперировать величинами ущерба, характерными для каждого рабочего места, то можно установить, что на рабочем месте А (значение гигиенического критерия $\varphi_{3,1} = 1,1$) ущерб здоровью работника от действия каждого из вредных факторов составляет 3 суток СППЖ (см. табл. 3, 4). На рабочем месте Б (гигиенический критерий $\varphi_{3,1} = 1,6$), эти вещества наносят ущерб в 14 суток СППЖ $((3 + 25)/2 = 14)$, а на рабочем месте В (гигиенический критерий $\varphi_{3,1} = 2$) ущерб от каждого из них составляет 25 суток СППЖ.

Далее определим реальную величину суммарного ущерба по зависимости (8) и фактический класс условий труда в соответствии с табл. 4.

Так интегральный суммарный ущерб для рабочего места А составит:

$$y_{инт}^A = \sqrt{\sum y_i^2} = \sqrt{5(3^2)} = 6,7 \text{ суток СППЖ.}$$

Фактический класс условий труда 3.1.

Интегральный суммарный ущерб для рабочего места Б составит:

$$y_{инт}^B = \sqrt{\sum y_i^2} = \sqrt{5(14^2)} = 31,3 \text{ суток СППЖ.}$$

Фактический класс условий труда 3.2.

Таблица 5

Граничные условия уравнения регрессии для веществ остронаправленного действия в классе 3.1

Ущерб, сутки СППЖ	$y_1 = 3,0$	$y_2 = 25,0$
Гигиенический критерий φ_{3i}	$x_1 = 1,1$	$x_2 = 2,0$

Таблица 6

Граничные условия уравнения регрессии для определения доплат в классе 3.1

Ущерб, сутки СППЖ	$y_1 = Y_{3.1}^H = 3$	$y_2 = Y_{3.1}^B = 25$
Значения доплат, %	$x_1 = \Delta L_{3.1}^H = 1$	$x_2 = \Delta L_{3.1}^B = 4$



Размер доплат по предлагаемой методике

Рабочий	Количество химических факторов n	Класс условий труда по Руководству Р 2.2.2006—05	Ущерб от действия каждого фактора y_i , сут/год	Интегральный ущерб $Y_{\text{инт}} = \sqrt{\sum y_i^2}$, сут/год	Фактический класс условий труда (см. табл. 3)	Размер доплаты ΔD , %
А	5	3.1	3,0	6,7	3.1	1,5
Б	5	3.1	14,0	31,3	3.2	5
В	5	3.1	25,0	55,9	3.3	9,9

Интегральный суммарный ущерб для рабочего места В составит:

$$y_{\text{инт}}^B = \sqrt{\sum y_i^2} = \sqrt{5(25^2)} = 55,9 \text{ суток СППЖ.}$$

Фактический класс условий труда 3.3.

Для расчета дифференцированного размера доплат в соответствии с фактическим классом условий труда, как и в случае с количественной оценкой ущерба, применяется уравнение регрессии (5), для решения которого граничными значениями величины ущерба y_i являются данные табл. 5, а параметры x_i представляют собой размер доплат ΔD_i . Нижнее $\Delta D_{3,1}^H$ и верхнее $\Delta D_{3,1}^B$ значения доплат в % в конкретном классе условий труда 3.1 берутся из табл. 6.

Уравнение регрессии (5) для рассматриваемого примера примет вид:

$$\Delta D = 0,136U_{3,1} + 0,592. \quad (9)$$

Подставляя в уравнение (9) фактические значения интегрального суммарного ущерба от действия вредных факторов на рабочем месте А, рассчитанное по формуле (8) $Y_{\text{инт}}^A = 6,7$ суток СППЖ, получим искомую величину доплаты за работу во вредных условиях труда, которая составит: $\Delta D^A = 0,136 \cdot 6,7 + 0,592 = 1,5$ %.

Уравнения регрессии для расчета процента доплат работающим в условиях труда классов 3.2—3.4 имеют вид:

$$\text{Для класса 3.2 } \Delta D = 0,16 \cdot U_{3,2}. \quad (10)$$

$$\text{Для класса 3.3 } \Delta D = 0,32 \cdot U_{3,3} - 8. \quad (11)$$

$$\text{Для класса 3.4 } \Delta D = 0,107 \cdot U_{3,4} + 8. \quad (12)$$

Результаты расчета размера доплат для рабочих мест А, Б и В, выполненные по зависимостям (9), (10), (11), представлены в табл. 7.

В заключение отметим, что как видно из полученных результатов, предлагаемый подход наиболее объективен с позиций оценки вредного влияния факторов производственной среды на здоровье и экономически справедлив, так как работающий в наихудших

условиях труда получит самую значительную часть материальной компенсации за причиняемый ущерб.

На практике предлагаемый подход реализуется посредством разработанного авторами и не имеющего аналогов программного универсального вычислительного комплекса.

Список литературы

1. **Федеральный закон** от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда". Принят Государственной Думой 23 декабря 2013 года.
2. **Положения** об оценке условий труда на рабочих местах и порядке применения отраслевых перечней работ, на которых могут устанавливаться доплаты рабочим за условия труда. Утв. постановлением Госкомтруда СССР и Секретариата ВЦСПС от 3 октября 1986 г. № 387/22-78.
3. **Руководство** по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006—05 // Министерство труда и социального развития РФ, 2005.
4. **Хрупачев А. Г., Хадарцев А. А., Кашинцева Л. В., Седова О. А.** Экономические аспекты охраны труда на основе количественной оценки профессионального риска // Региональная экономика: теория и практика. — 2011. — № 19 (202). — С. 22—28.
5. **Кашинцева Л. В., Соколов Э. М., Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Кашинцева Л. О.** Методика расчета и количественной оценки профессионального риска производственных объектов и работников // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 2. — С. 3—11.
6. **Heederik Dick.** Биологическая основа оценки вредного воздействия // Энциклопедия по охране и безопасности труда. Международная организация труда. 4-е издание. CD-ROM версия. — Женева. — 2005.
7. **Ветров В. В., Хрупачев А. Г.** Методика оценки и прогнозирования воздействия вредных техногенных факторов на продолжительность жизни человека // Вестник новых медицинских технологий. — 1998. — № 3. — С. 16—18.
8. **Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Панова И. В., Каменев Л. И., Седова О. А.** Методологическая концепция профессионального риска и его количественная оценка // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2010. — № 35 (92). — С. 69—80.
9. **Руководство** по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766—03 / Министерство труда и социального развития РФ, 2003.
10. **Демин В. Ф., Голиков В. Я., Иванов Е. В.** и др. О нормировании и сравнении риска от разных источников вреда здоровью человека. — М.: Международный центр по экологической безопасности Минатома России, 2001. — С. 24.
11. **Большаков А. М., Крутько В. Н., Пуцило Е. В.** Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. — М.: Эдиториал УРСС. — 1999. — С. 256.
12. **Румянцев Г. И., Новиков С. М.** Проблемы прогнозирования токсичности и риска воздействия химических веществ на здоровье населения // Гигиена и санитария. — 1997. — № 6. — С. 13—18.
13. **Пинигин М. А.** Гигиенические основы оценки степени загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. — 1993. — № 7. — С. 4—8.

L. V. Kashintseva¹, Associate Professor of Department, e-mail: tulastra@mail.ru
E. M. Sokolov¹, Professor, Head of Department,
A. A. Hadartsev², Professor of Department, Director,
A. G. Hrupachev¹, Professor of Department, L. O. Kashintseva², student

¹ Tula State University

² Medical Institute of Tula State University

Technique of the Additional Payment Assignment at Work in Harmful Working Conditions

The author's technique of additional payment appointment for work with harmful working conditions is given in the article. The made analysis of an existing order of the additional payment appointment allowed to establish that their cost equivalent of 4 to 24 % proceed from a certain average indicator of harm of working conditions and therefore it don't allow to carry out the personified assessment of working conditions of each worker and to appoint the corresponding amount of surcharges.

Offered approach to the solution of this problem is realized by means of the universal computer program developed by authors for a quantitative assessment of the hidden professional risk.

The basis for the calculation theory of the universal computer program it is the uniform scale of the damage caused to workers health working in harmful and hard conditions of work. When developing this scale, known relationships of cause and effect between levels of pollution of the production environment and manifestations of deterioration of the health caused by it were considered.

Offered approach is most objective and economically fair as working in the worst working conditions, will receive the most considerable part of compensation for caused damage.

Keywords: harmful working conditions, compensations for production harm to health, compensation for harmful working conditions

References

1. **Federal'nyj zakon** ot 28.12.2013 N 426-FZ. "O special'noj ocenke uslovij truda". Prinjat Gosudarstvennoj Dumoj 23 dekabrya 2013 goda.
2. **Polozhenija** ob ocenke uslovij truda na rabochih mestah i porjadke prime-nenija otraslevykh perechnej rabot, na kotorykh mogut ustanavlivat'sja doplaty rabochim za uslovija truda. Utv. Postanovleniem Goskomtruda SSSR i Sekretariata VCSPS ot 3 oktjabrya 1986 g. N. 387/22-78.
3. **Rukovodstvo** po gigienicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda. R 2.2.2006—05. Ministerstvo truda i social'nogo razvitiya RF, 2005.
4. **Hrupachev A. G., Hadarcev A. A., Kashinceva L. V., Sedova O. A.** Jekonomicheskie aspekty ohrany truda na osnove kolichestvennoj ocenki professional'nogo riska. *Regional'naja jekonomika: teorija i praktika*. 2011. N 19 (202). P. 22—28.
5. **Kashinceva L. V., Sokolov Je. M., Hadarcev A. A., Hrupachev A. G., Kashinceva L. O.** Metodika rascheta i kolichestvennoj ocenki professional'nogo riska proizvodstvennykh ob'ektov i rabotnikov. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N 2. P. 3—11.
6. **Heederik Dick.** Biologicheskaja osnova ocenki vrednogo vozdeystvija. *Jenciklopedija po ohrane i bezopasnosti truda / Mezhdunarodnaja organizacija truda*. Chetvertoe izdanie. CD-ROM versija. Zheneva. 2005.
7. **Vetrov V. V., Hrupachjov A. G.** Metodika ocenki i prognozirovanija vozdeystvija vrednykh tehnogennykh faktorov na prodolzhitel'nost' zhizni cheloveka. *Vestnik novykh medicinskih tehnologij*. 1998. N 3. P. 16—18.
8. **Hadarcev A. A., Hrupachev A. G., Panova I. V., Kame-nev L. I., Sedova O. A.** Metodologicheskaja koncepcija professional'nogo riska i ego kolichestvennaja ocenka. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'*. 2010. N 35 (92). P. 69—80.
9. **Rukovodstvo** po ocenke professional'nogo riska dlja zdorov'ja rabotnikov. Organizacionno-metodicheskie osnovy, principy i kriterii ocenki. R 2.2.1766—03. Ministerstvo truda i social'nogo razvitiya RF, 2003.
10. **Demin V. F., Golikov V. Ja., Ivanov E. V.** i dr. O normirovanii i sravnenii riska ot raznykh istochnikov vreda zdorov'ju cheloveka. M.: Mezhdunarodnyj centr po jekologicheskoj bezopasnosti Minatoma Rossii, 2001. P. 24.
11. **Bol'shakov A. M., Krut'ko V. N., Pucilo E. V.** Ocenka i upravlenie riskami vlijanija okruzhajushhej sredy na zdorov'e naselenija. M.: Jeditorial URSS, 1999. P. 256.
12. **Rumjancev G. I., Novikov S. M.** Problemy prognozirovanija toksichnosti i riska vozdeystvija himicheskikh veshhestv na zdorov'e naselenija // *Gigiena i sanitarija*. 1997. N 6. P. 13—18.
13. **Pinigin M. A.** Gigienicheskie osnovy ocenki stepeni zagraznenija atmosfernogo vozduha. *Gigiena i sanitarija*. 1993. N 7. P. 4—8.



П. В. Родионов, старший преп., e-mail: ytitpu@tpu.ru, **Д. Н. Мелков**, студент,
А. С. Павлов, студент,
Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета

Анализ состояния травматизма на предприятии "Юргинский машиностроительный завод" за период с 2007 по 2010 годы

Приведены данные анализа состояния травматизма на предприятии "Юргинский машиностроительный завод" за период с 2007 по 2010 г., рассматриваются некоторые вопросы состояния условий труда и безопасности работников машиностроительных предприятий, охраны жизни и здоровья всех участников производственного процесса.

Ключевые слова: машиностроение, предприятие, охрана труда, травматизм, несчастный случай, условия труда, травма, пострадавшие, оборудование, производство, работники, инженер по охране труда, руководитель, виды происшествий, трудовая дисциплина, требования безопасности

Введение

Машиностроение — важная отрасль экономики России. Предприятия и организации машиностроительного профиля оснащены современным производственным оборудованием, автоматизированными линиями и комплексами. Все шире применяются автоматические манипуляторы и роботы. Внедряются роботизированные технологические комплексы и участки, гибкие производственные системы. В процессе освоения современного высокотехнологичного оборудования должны решаться две взаимосвязанные задачи:

- обеспечение выпуска качественной продукции;
- обеспечение безопасности производственного процесса [1].

Для эффективного выполнения этих задач одной из важнейших составляющих производства является сохранение жизни и здоровья непосредственных участников технологического процесса — работников. Задачей по сохранению жизни и здоровья работника на предприятии занимаются инженеры по охране труда, именно от этих специалистов в основном зависит обстановка на предприятии по травматизму и именно эти специалисты являются важнейшим звеном по сохранению жизни и здоровья работников на любом машиностроительном предприятии. Рассмотрим некоторые определения, которые применяются в терминологии по охране труда.

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Условия труда — совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Опасный производственный фактор — производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [2].

Травма — нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием. Травма, вызвавшая смерть, называется смертельной травмой [3].

Основные причины неудовлетворительных условий труда являются:

- спад производства и неустойчивая работа многих предприятий;
- старение и износ основных производственных фондов;
- сокращение объемов капитального и профилактического ремонта промышленных зданий, сооружений и оборудования;
- существенное сокращение работ по реконструкции и техническому перевооружению, созданию и закупке новых современных безопасных производственных технологий и техники;
- низкая квалификация административно-технических руководителей производства;
- ослабление внимания к безопасности производства работ;
- недостаточный уровень обучения и контроля навыков и знаний по охране труда;
- ухудшение производственной и технологической дисциплины [4].



Основная часть

ООО "Юргинский машиностроительный завод" — крупнейшее предприятие машиностроительной отрасли в Кемеровской области и Западной Сибири. Это одно из мощных универсальных предприятий с полным машиностроительным циклом — от выплавки стали в мартенах до выпуска готовых изделий. На заводе разработаны и доведены до серийного производства горно-шахтное оборудование, подъемно-транспортная техника, маслоотжимные агрегаты различной модификации, погрузчики-экскаваторы, а также другие изделия производственно-технологического назначения. Объединение состоит из комплекса заводов нескольких направлений:

- выпуск горно-шахтного оборудования;
- выпуск подъемно-транспортной техники;
- производство железнодорожного оборудования и других видов продукции.

Завод имеет собственную теплоэнергоцентрально (с располагаемой мощностью по теплу 495 гкал/ч и по электроэнергии 74 МВт/ч), снабжающую теплом г. Юргу, а также металлургическое подразделение, специализирующееся на выпуске поковок, проката и стали.

Произошедшие значительные структурные и организационные изменения повлекли за собой необходимость серьезной перестройки завода, закрытия нерентабельных производств, освоения выпуска новых видов продукции с целью планомерного роста и развития предприятия в условиях рынка.

Маркетинговые исследования рынка показали, что спрос на продукцию завода на территории России и за рубежом значительно превышает предложение, что, безусловно, позволяет предприятию наращивать темпы производства, оставаться конкурентоспособным и прибыльным. В сотрудничестве с Юргинским машиностроительным заводом

Таблица 1

Показатели, характеризующие состояние условий труда

№ пп	Показатели	Единицы измерения	Год			
			2007	2008	2009	2010
1	Численность работников в организации					
	Всего	чел.	5813	5669	5346	5582
	В том числе женщин	чел.	2372	2338	2216	2268
2	Условия труда, не соответствующие нормативным требованиям					
	Численность работников, всего	чел.	2735	2530	2476	2340
	в % к общей численности работников	%	47	45	46	42
2.1	по запыленности воздушной среды: численность работников, всего	чел.	1328	1320	1301	1297
	в % к общей численности работников	%	23	23	24	23
2.2	по загазованности воздушной среды: численность работников, всего	чел.	1214	1190	1174	1157
	в % к общей численности работников	%	21	21	22	21
2.3	по шуму: численность работников, всего	чел.	2252	2008	1990	1989
	в % к общей численности работников	%	39	35	37	36
2.4	по вибрации: численность работников, всего	чел.	747	614	606	606
	в % к общей численности работников	%	13	11	11	11
2.5	по уровню неионизирующего излучения: численность работников, всего	чел.	494	119	103	97
	в % к общей численности работников	%	8	2	2	2
3	Данные о производственном травматизме и профзаболеваемости					
3.1	Численность потерпевших при несчастных случаях на производстве, всего	чел.	21	18	18	26
	из них женщин	чел.	2	3	4	9
	с тяжелым исходом	чел.	3	2	3	4
3.2	Численность работников с впервые установленным профзаболеванием	чел.	11	12	8	9



заинтересованы ведущие нефте-, газо- и угледобывающие компании, строительные, дорожные, сельскохозяйственные предприятия, а также предприятия перерабатывающей промышленности.

В дальнейшем развитии завода заинтересованы крупнейшие предприятия металлургической и угледобывающей промышленности, поскольку высоко развитое механосборочное производство с уникальными крупногабаритными станками и станками с программным управлением дало возможность обеспечить высокое качество горно-шахтного оборудования и сделало его конкурентоспособным. Применение прогрессивного шахтного оборудования позволило повысить производительность добычи угля и дало возможность отказаться от импортных услуг и оборудования, выпускаемого за пределами региона.

Чтобы провести анализ состояния травматизма на данном предприятии, рассмотрим показатели, характеризующие условия труда, приведенные в табл. 1.

Из данных по состоянию условий труда можно сделать выводы:

- на предприятии практически половина работников исполняет свои обязанности на рабочих местах, не соответствующих нормативным требованиям;

- укомплектованность предприятия работниками женского пола в основном находится на отметке в 41 %;

- на предприятии пятая часть работников постоянно подвержена практически всем признакам отрицательного воздействия на организм человека;

- на предприятии за анализируемый период не было допущено случаев смертельных травм.

По данным о количестве пострадавших при несчастных случаях, характеризующим состояние условий труда в период с 2007 по 2010 гг. в ООО "Юргинский машиностроительный завод", в процессе производства пострадало 83 человека (табл. 2).

Проведя анализ вышеуказанных данных получаем следующие результаты:

- количество травм, допущенных работниками в возрасте от 20 до 30 лет, от 40 до 50 лет и свыше 50 лет, в 2 раза больше количества травм, допущенных работниками в возрасте до 20 лет и от 30 до 40 лет;

- основная доля несчастных случаев приходится на работников со стажем работы на предприятии до 10 лет;

- травматизм женщин в разы меньше, чем мужчин.

Далее проведем анализ количества пострадавших сотрудников рассматриваемого предприятия по видам происшествий, приведших к травмированию персонала (табл. 3).

Несчастных случаев не было в ООО "Юргинский машиностроительный завод" по следующим видам происшествий: поражение электрическим

Таблица 2

Количество пострадавших при несчастных случаях на производстве по полу, возрасту и стажу работы в организации

Год	Количество пострадавших, чел.														
	Пол		Возраст, лет					Стаж работы, лет							
	муж.	жен.	До 20	20...30	30...40	40...50	Св. 50	До 1	1...3	3...5	5...10	10...20	20...30	30...40	Св. 40
2007	20	1	—	7	3	6	5	5	5	1	2	3	2	3	—
2008	15	3	1	2	—	8	7	4	2	1	2	—	5	3	1
2009	14	4	1	4	3	7	3	3	4	4	2	1	4	—	—
2010	17	9	—	6	8	5	7	2	2	4	6	3	5	4	—

Таблица 3

Данные по количеству пострадавших по видам происшествий, приведших к несчастному случаю на производстве

Вид происшествия	Количество пострадавших, чел.			
	2007	2008	2009	2010
Дорожно-транспортное происшествие	—	—	2	—
Падение пострадавшего	7	6	2	9
Падение, обрушения, обвалы предметов, материалов, земли и т.п.	8	3	6	3
Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей	2	6	6	12
Воздействие экстремальных температур	4	2	1	—
Воздействие вредных веществ	—	—	—	1
Прочие	—	1	1	1
Всего	21	18	18	26

током, воздействие ионизирующих излучений, физические перегрузки, повреждения в результате контакта с животными, насекомыми и пресмыкающимися, утопление, убийство, повреждение при стихийных бедствиях.

Также проводился анализ по количеству пострадавших на производстве по профессиям, так как нельзя приравнять по показателям травматизма работников разных профессий (табл. 4).

В ходе анализа установлено, что в период с 2007 по 2010 г. на ООО "Юргинский машиностроительный завод" было допущено 83 травмы, в том числе по производствам:

- металлургическое — 24 случая;
- горно-шахтного оборудования — 21 случай;
- грузоподъемных машин — 7 случаев;
- энергетическое — 11 случаев;
- столярное — 2 случая;
- транспортное — 6 случаев;
- прочее — 12 случаев.

При получении травмы работником на любом машиностроительном предприятии проводится расследование причин, приведших к данному несчастному случаю. Естественно на каждом предприятии причины несчастных случаев разные, так как предприятия отличаются технологическим

процессом, состоянием орудий труда, условий труда, состоянием профилактической работы по охране труда, а также банальным признаком — выделением средств на мероприятия по охране труда. Так на предприятии "Юргинский машиностроительный завод" с 2007 по 2010 г. израсходовано средств на мероприятия по охране труда соответственно:

- 2007 год — 21 103 570 руб.;
- 2008 год — 35 923 030 руб.;
- 2009 год — 41 923 450 руб.;
- 2010 год — 14 646 470 руб.

Если обратить внимание на количество травмированных в эти годы и сравнить с количеством средств, выделяемых заводом на охрану труда, становится очевидным тот факт, что при более эффективной работе по охране труда количество несчастных случаев уменьшается.

Для проведения дальнейших мероприятий по профилактике и уменьшению несчастных случаев на предприятии необходимо при анализе состояния травматизма учитывать причины возникновения ситуации, при которой пострадали сотрудники завода. Рассмотрим эти причины на ООО "Юргинский машиностроительный завод" (табл. 5).

Таблица 4

Количество пострадавших при несчастных случаях на производстве по профессиям

Профессия пострадавшего	Количество пострадавших, чел.			
	2007	2008	2009	2010
Машинист-обходчик	1	1	—	—
Уборщик производственных помещений	1	1	—	1
Термист	1	—	—	—
Электромонтер	1	3	1	—
Маляр, подсобный рабочий	1	—	—	—
Слесарь-ремонтник (слесарь-сантехник)	2	—	1	1
Кузнец (машинист) на молотах и прессах	—	1	—	—
Слесарь механосборочных работ	—	2	2	—
Контрольный мастер	—	—	—	2
Стропальщик	2	—	2	1
Грузчик-кладовщик (грузчик-стропальщик)	1	1	—	1
Генераторщик	—	1	—	—
Дежурный по поезду	—	1	—	—
Составитель поездов	—	1	—	—
Оператор мочной установки	—	1	—	—
Штамповщик, пружинщик	—	—	1	1
Мастер (менеджер, ведущий инженер)	—	1	2	3
Станочники (токарь, фрезеровщик, сверловщик, оператор станков с ЧПУ, заточник)	5	1	3	6
Электрогазосварщик (газорезчик, электросварщик)	2	2	2	1
Подручный сталевара (разливщик стали, плавильщик металлов и сплавов)	2	—	1	2
Машинист крана (автомобильного, мостового, водитель, тракторист)	1	1	2	3
Земледел	1	—	1	—
Швея	—	—	—	1
Формовщик, обрубщик	—	—	—	2
Аппаратчик по приготовлению химических растворов	—	—	—	1
Всего	21	18	18	26



Таблица 5

Количество пострадавших по причинам, приведших к несчастному случаю на производстве

Причина несчастного случая	Количество пострадавших, чел.			
	2007	2008	2009	2010
Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств	—	1	—	—
Нарушение правил дорожного движения	—	—	2	—
Неудовлетворительная организация производства работ	9	8	4	16
Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории	3	2	1	1
Нарушение трудовой и производственной дисциплины	7	5	11	4
Прочие (невнимательность, неосторожность)	2	2	—	5
Всего	21	18	18	26

На заводе не было несчастных случаев по перечисленным ниже причинам:

- конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования;
- эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования;
- несовершенство технологического процесса;
- нарушение технологического процесса;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест;
- недостатки в обучении безопасным приемам труда;
- неприменение средств индивидуальной защиты;
- неприменение средств коллективной защиты;
- использование рабочего не по специальности.

Из всех причин несчастных случаев на заводе можно выделить две, из-за которых происходит большее количество травм — неудовлетворительная организация работ и нарушение трудовой и производственной дисциплин.

На современном машиностроительном предприятии с его сложными технологическими процессами и большим количеством работников разных профессий и специализаций рациональная организация труда имеет наиважнейшее значение для разработки мероприятий по охране труда. Организация труда на машиностроительных предприятиях включает систему мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий для эффективного использования рабочего времени, материалов и техники в интересах роста производства, повышения производительности труда и создания нормальных, здоровых условий для работы.

Основными элементами организации труда являются: разделение и кооперация труда и, как их следствие, расстановка работников на производстве; организация рабочих мест; установка распорядка рабочего времени; техническое нормирование труда; организация заработной платы.

Задачей организации труда является создание условий для роста производительности труда на

предприятии. Повышение производительности труда является одним из основных показателей технического прогресса и важнейшим источником роста благосостояния работников.

Одной из задач организации труда является укрепление трудовой дисциплины. Трудовая дисциплина — это система мероприятий для повышения эффективности труда и непрерывного рабочего процесса. Большое значение для укрепления трудовой дисциплины на предприятии имеют Правила внутреннего распорядка. Они определяют обязанности администрации, рабочих и служащих предприятия. Основным направлением в области улучшения организации труда являются: распределение рабочих по сменам с учетом их профессионализма и психологической совместимости, проведение инструктажа по требованиям безопасности, всевозможных инструктажей с работниками предприятия, повышение квалификации рабочих, осуществление других мероприятий по охране труда и технике безопасности.

Под производственной дисциплиной понимают выполнение распоряжений и указаний вышестоящих лиц, соблюдение правил охраны труда, техники безопасности, требований научной организации труда. В связи с этим в современном производстве большую роль в обеспечении высокой трудовой, производственной дисциплины в трудовом коллективе играют менеджеры всех уровней, в особенности мастера и начальники участков и цехов. Именно от повседневной и кропотливой работы менеджеров, выполняющих свои обязанности на предприятиях машиностроения по обеспечению нормальных условий труда, соблюдению всех требований безопасности при выполнении всех работ, зависит жизнь и здоровье работников.

Заключение

Охрана труда — сложная область знаний, охватывающая технические, гигиенические, юридические, социально-экономические вопросы. Сложность заключается в том, что основу охраны труда

составляет обширная нормативная база [1]. И чтобы всегда ориентироваться в вопросах охраны труда руководителям предприятий и их помощникам необходимо постоянно следить за изменениями в нормативной базе охраны труда и руководствоваться ими в повседневной жизнедеятельности. Вся деятельность по охране труда постоянно направлена на предотвращение несчастных случаев, сохранение жизни и здоровья работников предприятия, что является наиглавнейшей задачей руководителя машиностроительного предприятия. Каждая травма должна рассматриваться на предприятии как сигнал о том, что в организации производства допущены значительные промахи и не все благополучно в работе по охране труда. Все несчастные случаи на производстве несут за собой экономические и моральные издержки и поэтому

обеспечение требований по охране труда, поддержание высокого уровня безопасности труда — одна из важнейших задач для всех предприятий.

Список литературы

1. **Минько В. М.** Охрана труда в машиностроении: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. — 256 с.
2. **Федеральный закон** Российской Федерации от 17 июля 1999 № 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации" (в редакции Федерального закона от 20.05.2002 № 53-ФЗ).
3. **Карнаух Н. Н.** Охрана труда: учебник для бакалавров. — М.: Издательство Юрайт, 2013. — 380 с. — Серия: Бакалавр. Базовый курс.
4. **Девисилов В. А.** Охрана труда: учебник — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. — 512 с. (Профессиональное образование).

P. V. Rodionov, senior lecturer, e-mail: ytitpu@tpu.ru, **D. N. Melkov**, student,
A. S. Pavlov, student,
Yurginskij Technological Institute (branch) of Tomsk Polytechnic University

Analysis of the State of Injury in the Enterprise "Yurginskij Machine Works" for the Period from 2007 to 2010

The article is written in order to familiarize the reader with the arrangements for the analysis of the injury in the enterprise. During the analysis of accidents in the engineering enterprise objectives: procedures for work on the overall analysis of accidents at the plant, as well as an analysis of injuries to its components: the working conditions at the plant, the number of employees in the company, the number of victims, by type of accident that led an accident at work in occupations affected, and for reasons of the accident. The article analyzes the state of the injury in the enterprise "Yurginskij Machine Works" for the period from 2007 to 2010, discusses some of the issues of working conditions and worker safety engineering enterprises, protection of life and health of all participants in the production process. Occupational safety and health — a complex area of knowledge, covering technical, sanitary, legal, socio-economic, socio-economic issues. All activities for the protection of labor constantly aims to prevent accidents, save lives and health of employees, which is overriding challenge head engineering enterprise. Accidents at work are the environmental and human costs and therefore ensuring safety and health requirements, maintaining high levels of safety — one of the biggest challenges for all businesses.

Keywords: engineering, enterprise, health and safety, injury, accident, labor conditions, trauma victims, manufacturing equipment, safety engineer, types of accidents, labor discipline, safety requirements

References

1. **Min'ko V. M.** Oхранa truda v mashinostroenii: uchebnik dlja stud. Uchrezhdenij sred. prof. obrazovanija. M.: Izdatel'skij centr "Akademija", 2010. 256 p.
2. **Federal'nyj zakon** Rossijskoj Federacii ot 17 ijulja 1999 g. N 181-FZ "Ob osnovah ohrany truda v Rossijskoj Fede-

racii" (v redakcii Federal'nogo zakona ot 20.05.2002 N 53-FZ).

3. **Karnaugh N. N.** Oхранa truda: uchebnik dlja bakalavrov. M.: Izdatel'stvo Jurajt, 2013. 380 p. Serija: Bakalavr. Bazovyy kurs.
4. **Devisilov V. A.** Oхранa truda: uchebnik. 5-e izd., pererab. I dop. — M.: FORUM: INFRA-M, 2013. 512 p. (Profesional'noe obrazovanie).



Е. И. Гаврикова, вед. инж., e-mail: GavrE08@vandex.ru,
Орловский государственный аграрный университет

Особенности характеристик защитных свойств тканых материалов

Приведены данные анализа перспектив применения хлопчатобумажных тканей для изготовления специальной одежды. Исследованы процессы, происходящие в материале в процессе влажной обработки загрязненных изделий. Определена способность хлопчатобумажных тканей к сорбции влаги, показано, что высокая сорбционная способность снижает защитные свойства специальной одежды в производствах, отличающихся повышенной влажностью воздуха и поверхностей.

Ключевые слова: специальная одежда, хлопчатобумажные ткани, защитные свойства, влажная обработка, сорбционная способность

Для разработки специальной одежды, предназначенной для уменьшения влияния вредных или опасных факторов на работников агропромышленного комплекса, необходимо знать, обладает ли материал для ее изготовления необходимым и достаточным уровнем защитных свойств. Ткань влияет на комфортность, функциональность и защищенность от вредных факторов человека, носящего специальную одежду. Использование некачественных тканей может не только внести дискомфорт в ощущения рабочего, но и привести к нарушению техники безопасности в производственных условиях, что является недопустимым.

Для оценки физико-механических свойств текстильных изделий согласно классификации проф. Г. Н. Кукина используется более 50 различных характеристик, каждая из которых определяется своими методами и оборудованием [1].

Прежде всего такие материалы должны обладать высокими показателями износостойкости и прочности, так как существует множество факторов в процессе работы, способных механически повредить одежду и вызвать ее истирание. При разработке тканей для одежды разработчики и производители продукции должны также учитывать условия обработки загрязненных изделий, которые предусматривают такие процессы как дезинфекция, стирка, стерилизация, глажение. Таким образом, ткани для одежды должны обладать высокой прочностью не только в сухом, но и во влажном состоянии, устойчивостью к высоким температурам, не изменять линейных размеров после стирок [2].

Для пошива спецодежды используются натуральные ткани, которые обладают неоспоримыми качествами, придающими комфортные ощущения при контакте с человеческим телом. Спецодежда из хлопка отличается легкостью, высокой дышащей и впитывающей способностями. Из хлопчатобумажных тканей выполняют рабочие костюмы, комбинезоны и полукombинезоны, которые незаме-

нимы при повышенных температурах. Спецодежда из хлопка обладает низкой электростатической способностью, хорошо поддается спецпропиткам. Но наряду с преимуществами спецодежда из хлопчатобумажных тканей имеет ряд существенных недостатков, таких как большая усадка при стирке, недостаточная прочность и значительная сминаемость.

Способность текстильных волокон и нитей поглощать (сорбировать) водяные пары и воду и отдавать их в окружающую среду (десорбция) характеризует их гигиенические свойства. Физическая сорбция, как и десорбция, — явление сложное, представляет собой несколько процессов, при которых удержание влаги сорбента осуществляется за счет межмолекулярных сил взаимодействия. Для характеристики гигроскопических свойств волокон целесообразно определять кинетику сорбции водяных паров, изотермы поверхностной сорбции и десорбции.

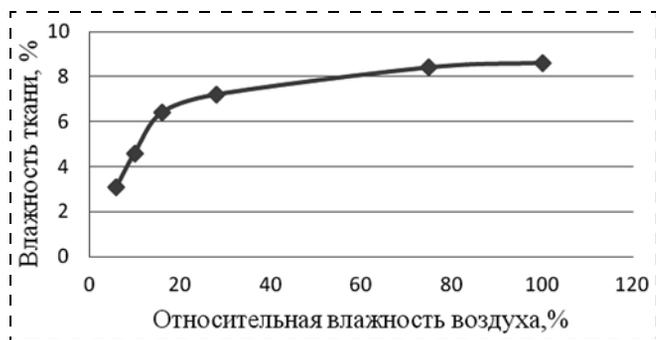
Для описания кинематических кривых изотерм сорбции необходимы данные о влажности ткани в зависимости от относительной влажности воздуха (табл. 1). В опытах была использована высоковакуумная сорбционная установка с весами Мак-Бена, а в качестве образца — ситец, широко используемый для пошива санитарной одежды для работников агропрома.

Зависимость влажности ткани от относительной влажности воздуха изображена на рисунке.

Эта зависимость с высокой степенью достоверности ($R^2 = 0,92$) аппроксимируется уравнением следующего вида: $y = 1,87 \ln(x) + 3,2$.

Таблица 1
Экспериментальные данные по относительной влажности воздуха и влажности образца ткани (ситец)

Относительная влажность воздуха, %	6	10	16	28	75	100
Влажность ткани, %	3,1	4,6	6,4	7,2	8,4	8,6



Зависимость влажности ткани от относительной влажности воздуха

Изотерма сорбции паров воды представляет не только самостоятельную характеристику данного материала. По результатам измерения изотерм сорбции можно получить большую информацию о влагообменных свойствах и поровой структуре материалов легкой промышленности.

Хлопчатобумажные ткани, отличающиеся большой гигроскопичностью, имеют рыхлое строение. В их состав входят сильно полярные гидроксильные группы — ОН, способные присоединять к себе молекулы воды. Кроме того, в продольном направлении волокна ткани обладают большим количеством трещин и пор.

Однако в некоторых производствах высокая сорбционная способность может быть нежелательным явлением, например в животноводстве, мясопереработке, тепличном хозяйстве, которые характеризуются повышенной влажностью воздуха, поверхностей и предполагают контакт работников с водой и биологическими жидкостями. Высокая сорбция влаги одежной тканью способствует ее загрязнению пылью, токсичными веществами и микроорганизмами, что снижает ее защитные свойства и может быть причиной вторичного загрязнения кожных покровов персонала.

Условия труда работников ряда отраслей АПК характеризуются высокой бактериальной обсемененностью воздуха рабочей зоны, в значительной степени превышающей ПДУ. При этом в составе микроорганизмов около половины составляют условно-патогенные и патогенные виды. Микроорганизмы могут являться причиной инфекционных заболеваний, способствуют развитию гнойничковых поражений кожи и респираторных болезней, ослабляют иммунную систему.

К микроорганизмам относятся бактерии и грибы — микроскопические формы жизни. Особенную опасность представляют бактерии, поскольку, размножаясь делением клетки, они способны резко увеличивать свою численность: практически вдвое за каждые 20 мин [4]. Для их существования необходимы определенные условия, такие как пища, повышенные температура и влага. Таким образом, материалы спецодежды, которые находятся в непосред-

ственной близости к коже человека — идеальная среда для жизнедеятельности микроорганизмов.

Показателем, наиболее полно отражающим защитную эффективность материалов, предназначенных для изготовления спецодежды в условиях повышенного воздействия микробных факторов, является их проницаемость для микроорганизмов, определяемая в лабораторных условиях по ГОСТ 12.4.136—84 (табл. 2).

Следует отметить, что в существующей номенклатуре специальной одежды ощущается недостаток изделий для защиты от микроорганизмов. Что касается типовой специальной одежды, то применяемые для изготовления основных частей комплекта хлопчатобумажные ткани не обладают необходимой защитной эффективностью. Микробная проницаемость хлопчатобумажных тканей, таких как ситец, "Флора", "Фотон", "Дозор", весьма значительна (5,5...10 %), что делает их бесперспективными для изготовления спецодежды, защищающей от микроорганизмов. Лучшими барьерными функциями обладают льняные и смесовые (с добавлением искусственных волокон) ткани для спецодежды (2,8...4 %), а также синтетические нетканые материалы (Tyvek) [5].

Кроме того, хлопчатобумажная ткань обладает существенным недостатком — при воздействии ферментов, продуцируемых микроскопическими грибами, в материалах происходит деструкция волокон целлюлозы.

Проведенными исследованиями установлено, что различные тканые материалы в неодинаковой степени изменяют свои прочностные характеристики под действием микробных факторов (табл. 3).

В течение 1...3 суток воздействия прочность элементарных образцов всех испытываемых тканей заметно возростала, причем в отдельных случаях весьма существенно (в 1,2...1,5 раза). По истечении 7 суток воздействия разрывная стойкость

Таблица 2

Сравнительная проницаемость некоторых материалов

Материал	Проницаемость, %	
	М	±m
Ситец ГОСТ 7138—83 арт. 23	10,75	1,78
Флора ТУ 17 РСФСР 60-108-48—84 арт. 3701	8,73	0,36
Ткань для спецодежды арт. 087840	6,50	0,59
Фотон ТУ 17 РСФСР 17-6-22-90 арт. 1Р82ХГ	5,86	0,64
Дозор ТУ 17 РСФСР 66-8-6-87 арт. ОМ52-01-155317/77	5,47	0,60
Парусина полульняная ГОСТ 20712—75 арт. 11227	4,34	0,61
Tyvek Classic	2,79	0,75
Tyvek С, Tyvek F	0	—
Смесовые ткани ЦНИХБИ:		
Образец № 1	4,18	0,56
Образец № 2	3,14	0,21
Образец № 3	3,97	0,74



Влияние микроорганизмов на прочностные характеристики тканей для спецодежды

Ткань	Разрывная нагрузка, кгс					
	До воздействия	Время воздействия, сут.				
		1	3	7	21	63
Фотон ТУ 17 РСФСР 17-6-22—90 арт. 1Р82ХГ	51,0 ± 1,70	54,3 ± 0,98	53,3 ± 4,01	47,6 ± 1,25	24,7 ± 1,19	19,7 ± 2,13
Дозор ТУ 17 РСФСР 66-8-6—87 арт. ОМ52-01-155317/77	33,3 ± 1,44	36,7 ± 0,72	39,3 ± 4,82	28,0 ± 4,03	23,3 ± 5,42	16,0 ± 2,83
Ткань для спецодежды арт. 087840	37,3 ± 1,19	35,7 ± 2,60	43,6 ± 3,34	38,3 ± 3,07	37,3 ± 1,96	35,7 ± 2,99
Смесовая хлопково-лавсановая	47,3 ± 1,19	52,7 ± 1,96	69,3 ± 5,44	60,7 ± 2,77	47,0 ± 6,94	34,0 ± 4,78

хлопчатобумажных образцов возвращалась на исходный уровень, а через 21 сутки достоверно снижалась ($p < 0,01$), в то время как полусинтетические ткани или ткани со специальными пропитками сохраняли свою прочность. По истечении 63 суток эксперимента прочность последних снижалась лишь на 4...28 %, а хлопчатобумажных — в 2...2,6 раза.

Таким образом, исследование защитной эффективности материалов специальной одежды показало, что хлопчатобумажные ткани не могут быть рекомендованы для пошива специальной одежды для работников, занятых в условиях повышенной влажности производственной среды и в условиях повышенной микробной обсемененности.

Список литературы

1. **Гущина Т. В.** Методология испытаний и разработки средств индивидуальной защиты. — Орел: изд-во ОрелГАУ, 2007. — 330 с.
2. **Кокеткин П. П.** Одежда: технология—техника, процессы—качество. — М.: Изд. МГУ ДТ, 2001. — 560 с.
3. **Кукин Г. Н., Соловьев А. И., Кобляков А. И.** Текстильное материаловедение (волокна и нити). — М.: Легпромбыт-издат, 1989. — 352 с.
4. **Мудрецова-Висс К. А.** Микробиология: учеб. пособие. — М.: Экономика, 1978. — 240 с.
5. **Гущина Т. В., Лактионов К. С.** Оценка защитной эффективности материалов спецодежды в условиях повышенной микробной обсемененности // Охрана труда в сельском хозяйстве. — Орел: ВНТТОТСХ, 2002. — С. 37—42.

E. I. Gavrikova, Leading Engineer, e-mail: gavre08@ya.ru,
Orel State Agrarian University

Performance Characteristics of Protective properties Woven Materials

In this article the analysis of prospects of application of cotton fabrics for the manufacture of special clothes used in livestock and poultry farming, which are characterized by high humidity and microbial semination of working area air and assume the contact of workers with water and biological fluids. Microorganisms can cause infectious diseases that weaken the immune system. Use is not properly selected tissues can not only make the discomfort sensation work, but also lead to the violation of safety in production conditions. In this regard, to investigate the processes occurring in tissues of clothing during socks and wet processing of contaminated products. To characterize the hygroscopic properties of fibers defined kinetics of sorption of water vapor, used data humidity tissue, depending on the relative humidity. Installed capacity of cotton fabrics in sorption moisture, it is shown that high sorption ability reduces the protective properties of special clothing. Research evidence that various woven materials in varying degrees change their strength properties under the influence of microbial factors. Thus, cotton fabrics cannot be recommended for sewing of special clothing for workers in high humidity conditions of the working environment and in conditions of increased microbial contamination.

Keywords: special clothing, cotton fabrics, protective properties, microbial contamination, Infectious diseases, wet processing, sorption capacity

References

1. **Gushhina T. V.** Metodologija ispytaniy i razrabotki sredstv individual'noj zashhity. Orel: izd-vo OrelGAU, 2007. 330 p.
2. **Koketkin P. P.** Odezhdha: tehnologija-tehnika, processy-kachestvo. M.: Izd. MGU DT, 2001. 560 p.
3. **Kukin G. N., Solov'ev A. I., Kobljakov A. I.** Tekstil'noe materialovedenie (volokna i niti). M.: Legprombytizdat, 1989. 352 p.
4. **Mudrecova-Viss K. A.** Mikrobiologija: ucheb. posobie. — M.: Jekonomika, 1978. 240 p.
5. **Gushhina T. V., Laktionov K. S.** Ocenka zashhitnoj jefektivnosti materialov specodezhdy v uslovijah povyshennoj mikrobnoj obsemenennosti. *Ohrana truda v sel'skom hozjajstve*. Orel: VNTTOTSH, 2002. P. 37—42.

Л. М. Борисова, канд. хим. наук, доц., зав. кафедрой,
Е. С. Белокурова, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: oldseadog@inbox.ru,
Санкт-Петербургский государственный торгово-экономический университет,
С. А. Лопатин, д-р мед. наук, проф., Санкт-Петербургский университет сервиса и экономики

Здоровьесберегающие технологии — как профилактические меры по сохранению и укреплению здоровья студентов вузов

Рассматриваются вопросы о необходимости сохранения и укрепления здоровья студентов, что в соответствии с модернизацией высшей школы является одним из актуальных вопросов развития российского образования и подготовки высококвалифицированных конкурентоспособных специалистов, востребованных на рынке труда. Опыт применения в учебном процессе ресурсосберегающих технологий показан на примере работы преподавателей кафедры химии и биотехнологии Санкт-Петербургского государственного торгово-экономического университета.

Ключевые слова: здоровьесберегающие технологии, российское образование, студенты, адаптация, профилактика заболеваний, учебный процесс, эксперименты, табакокурение, конкурентоспособные специалисты

С 1 сентября 2013 г. в РФ вступил в силу Федеральный Закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" [1], в котором большое внимание уделено укреплению здоровья обучающихся, что очень важно, так как по данным многих медицинских исследований к концу обучения в школе доля здоровых детей не превышает 20...25 %, к концу обучения в вузе — 10...15 %. Уместно отметить, что в XXI веке наблюдается резкое сокращение числа относительно здоровых детей, школьников и молодежи.

Сохранение и укрепление здоровья студентов в соответствии с концепцией модернизации высшей школы является одним из важных условий подготовки профессионально-компетентных, конкурентоспособных и мобильных специалистов. Современные компетентностные требования предусматривают наличие у молодых специалистов не только адекватных профессиональных знаний, умений и навыков, но и крепкого здоровья, высокой умственной и физической работоспособности.

Специалисты Всемирной организации здравоохранения считают, что здоровье человека зависит на 10 % от здравоохранения, на 20 % от экологических факторов, на 20 % от наследственности и на 50 % от образа жизни человека.

В России сформировалась иная структура причинно-следственной связи между состоянием популяционного здоровья и влияющими на него благоприятными и неблагоприятными факторами. В государственном докладе "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ в 2012 г." [2] в качестве приоритетных факторов, формирующих негативные тенденции в состоянии здоровья населения РФ, названы:

— санитарно-гигиенические (неблагоприятная комплексная химическая и биологическая нагрузка на население, воздействие физических факторов, условий труда, воспитания и обучения), болезнетворному влиянию которых подвержено 72,9 % населения;

— социально-экономические (низкие уровни промышленного и экономического развития, социального благополучия), негативно влияющих на 55,1 % населения;

— факторы образа жизни (отклонения от норм и несбалансированность питания, потребление алкогольной продукции и пива, табакокурение), формирующие низкий уровень популяционного здоровья и болезнетворно влияющие на 54,4 % населения.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ является сложной и многообразной проблемой, близкой к экстремальным условиям. Еще в 1995 г., используя метод экспертной оценки, была установлена следующая зависимость популяционного здоровья от факторов, действующих на человека в экстремальных условиях [3]:

— социально-гигиенические (бытовые факторы, условия труда, обучения) — 45 %;

— наследственный фактор — 20 %;

— лечебные мероприятия — 10 %;

— медико-профилактические мероприятия — 15 %;

— уровень гигиенического воспитания — 10 %.

Статья 41 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 № 273 — ФЗ гласит, что охрана здоровья обучающихся включает в себя [1]:

1) оказание первичной медико-санитарной помощи в порядке, установленном законодательством в сфере охраны здоровья;

2) организацию питания обучающихся;



3) определение оптимальной учебной, внеучебной нагрузки, режима учебных занятий и продолжительности каникул;

4) пропаганду и обучение навыкам здорового образа жизни, требованиям охраны труда;

5) организацию и создание условий для профилактики заболеваний и оздоровления обучающихся, для занятия ими физической культурой и спортом;

6) прохождение обучающимися в соответствии с законодательством Российской Федерации периодических медицинских осмотров и диспансеризации;

7) профилактику и запрещение курения, употребления алкогольных, слабоалкогольных напитков, пива, наркотических средств и психотропных веществ, их прекурсоров и аналогов и других одурманивающих веществ;

8) обеспечение безопасности обучающихся во время пребывания в организации, осуществляющей образовательную деятельность;

9) профилактику несчастных случаев с обучающимися во время пребывания в организации, осуществляющей образовательную деятельность;

10) проведение санитарно-противоэпидемических и профилактических мероприятий.

Ответственность за выполнение многих из перечисленных выше пунктов, таких как медицинская помощь, диспансеризация, проведение санитарно-противоэпидемических и профилактических мероприятий, ложится на работников медицинских учреждений и не всегда зависит от самих обучающихся и педагогического персонала. Если в организации питания студентов участвует администрация вуза, то соблюдение таких пунктов как пропаганда и обучение навыкам здорового образа жизни, профилактика и запрещение курения, употребления алкогольных, слабоалкогольных напитков, пива, наркотических средств и психотропных и других одурманивающих веществ почти полностью зависят от студентов, от влияния их семьи, окружающих людей, а также от воспитательной работы, проводимой преподавателями как во время учебного процесса, так и во внеаудиторное время.

В настоящее время актуальность необходимости пропаганды здорового образа жизни среди учащейся молодежи определяется заметным ухудшением здоровья студентов, что обусловлено наличием повышенных факторов риска: нервным перенапряжением в связи с интенсификацией учебного процесса, хроническими нарушениями режимов питания, труда, отдыха, абиологическими тенденциями в поведении (курение, употребление алкоголя).

Крепкое здоровье является одним из основных стержней жизненного успеха человека. Здоровый студент обладает высокой работоспособностью: лучше усваивает учебный материал, больше времени уделяет самоподготовке, растет разносторонней личностью, всем интересующейся и увлекающейся, не пропускает учебные занятия по болезни

и т. п. Это помогает выпускникам вузов стать профессионалами высокого класса, способными решать многие практические задачи, не пасовать перед трудностями, с честью выходить из разных жизненных ситуаций, что важно для любого человека, но особенно необходимо для дипломированных специалистов, которые впоследствии становятся ведущими специалистами, лидерами и руководителями организаций.

Проблемы адаптации студентов к требованиям ФГОС

Согласно федеральным государственным образовательным стандартам третьего поколения содержание образовательных программ подготовки бакалавров как основной категории студентов по многим дисциплинам изменилось в сторону увеличения требований, интенсификации обучения и повышения объема учебных нагрузок.

Развитие высшей школы в современных условиях сопровождается непрерывным ростом разносторонней информации, широким использованием в учебном процессе технических средств обучения и компьютерных технологий. В условиях, когда объем информации возрастает высокими темпами, всеобщая информатизация отражается на жизни общества в целом и на студенческой жизни в частности. Поэтому современному студенту необходимо постоянно совершенствовать навыки применения электронных источников информации. Эта работа довольно кропотливая и требующая большого количества времени. Причем, особенно важным является тот факт, что изучением электронных изданий каждый студент может заниматься во внеаудиторное время. Недостаточная финансовая обеспеченность приводит студентов к необходимости совмещать учебу с работой. По этой причине многим из них не хватает времени для полноценного сна и отдыха.

Одним из основных направлений деятельности современной высшей школы является сохранение здоровья подрастающего поколения. Для этого используются здоровьесберегающие технологии, предполагающие совокупность педагогических, психологических и медицинских мер, направленных на защиту и обеспечение здоровья, формирование ценностного отношения к нему.

Цель здоровьесберегающих образовательных технологий обучения — обеспечить современному студенту возможность сохранения здоровья за время обучения в вузе, сформировать у него необходимые знания, умения и навыки по ведению здорового образа жизни, по активному участию в профилактических мероприятиях, по использованию полученных знаний в повседневной жизни.

Особенно сложно проходит процесс адаптации у студентов-первокурсников, которые приезжают

на время учебы из разных регионов страны, оторвавшись от привычных (домашних) условий жизни. Такие студенты сталкиваются с психологическими, социальными, климатическими и другими проблемами, будучи зачастую не подготовленными к самостоятельной жизни вдали от своих семей. Обстоятельства вынуждают их тратить больше времени на проблемы социально-бытового характера, а именно: на обустройство в общежитии, приготовление пищи, изучение транспортной структуры города и т. п. В результате непосредственно на процесс обучения остается не так много времени и, как следствие, — уже с первого семестра обучения в вузах у первокурсников начинаются проблемы, хотя в школе они успевали хорошо.

Для обеспечения непрерывности обучения в системе "школа—вуз" и для помощи студентам необходимо внедрять в учебный процесс здоровьесберегающие образовательные технологии и формировать у современного студента осознанную и активную позицию на сохранение и укрепление здоровья. Этому могут и должны способствовать такие дисциплины как гигиена — наука о сохранении и укреплении здоровья человека.

В настоящее время теория и принципы организации здоровьесберегающих технологий, основы сохранения здоровья разработаны достаточно полно. Однако в необходимом объеме гигиена преподается не везде, а большинство учебных программ направлены на преподавание главным образом основ здорового образа жизни, что наносит определенный ущерб пониманию и реализации других не менее важных профилактических мероприятий.

Опыт внедрения здоровьесберегающих технологий в студенческую жизнь

В Санкт-Петербургском торгово-экономическом университете (СПбГТЭУ) внедрение в студенческую жизнь здоровьесберегающих технологий, ориентированных на здоровый образ жизни, проводится на всех уровнях: от ректора до преподавателей. Так, например, одной из отличительных особенностей СПбГТЭУ, по сравнению с другими вузами города, является тот факт, что уже в течение более 20 лет приказом ректора курение в помещениях запрещено и студентам, и преподавателям. Хорошо известно наказание за нарушение приказа: отчисление — для студентов и увольнение — для преподавателей. Это особенно заметно всем вновь приходящим в вуз на работу или учебу. Следует отметить, что борьба с курением велась еще задолго до того, как 1 июня 2013 года в России вступил в силу антитабачный закон, запрещающий курение в общественных местах: на вокзалах и автобусных остановках, в школах, вузах, на спортивных и культурных объектах, в больницах, поликлиниках, санаториях, в помещениях социаль-

ных служб, в зданиях органов государственной власти и в муниципалитетах [4].

Кроме того, согласно распоряжению ректора расписание учебных занятий и перерывов в вузе составлено таким образом, что имеются две перемены по 30 мин, во время которых у всех обучающихся есть возможность принять пищу и отдохнуть. Для вуза это — важное обстоятельство, так как в нем обучается большое количество иногородних студентов, которые, оказавшись оторванными от своих семей, чаще всего нарушают режим питания и нередко не успевают позавтракать до учебы.

Вышеуказанные мероприятия касаются в первую очередь ректората, но и преподаватели имеют возможность внести существенный вклад в сохранение здоровья студентов. Так, например, на кафедре химии и биотехнологии СПбГТЭУ студентам во время получения химических и экологических знаний и навыков прививается культура здоровьесберегающей и безопасной жизнедеятельности. При этом методические подходы ориентированы на комплексное использование различных форм и методов обучения, на интеграцию химических, экологических и профилактических (гигиенических) знаний.

При подготовке студентов по специальности 260800.62 "Технология продукции и организация общественного питания" базовыми дисциплинами являются: неорганическая химия, аналитическая химия (качественный и количественный анализ), физическая и коллоидная химия, биохимия, микробиология, экология. Изучение химии студенты начинают с первого семестра первого курса, затем переходят к смежным дисциплинам, но продолжают в течение 2 лет обучение по фундаментальной дисциплине.

По всем химическим дисциплинам в университете имеются специализированные лаборатории, оснащенные всем необходимым для проведения экспериментальных и научно-исследовательских занятий, а также для обеспечения безопасной их работы (вытяжные шкафы, приточно-вытяжная вентиляция, специально оборудованные сливы отработанных химических реактивов и т. д.).

На первом занятии все студенты прежде всего изучают правила техники безопасности при работе в химической лаборатории. Преподаватели предъявляют жесткие требования к их выполнению, формируют у студентов знания и умения правильного обращения с химической посудой и реактивами, навыки приготовления растворов различных концентраций, проведения лабораторных работ и научных исследований по заданной методике. В химических лабораториях в учебных целях применяется полумикрометод, позволяющий работать с малыми дозами химических реактивов, что обеспечивает безопасность проведения опытов. Все экспериментальные исследования студентов направляются и контролируются преподавателем. При этом используются индивидуальные и групповые формы обучения,



приобретаемые студентами химические знания тесно связываются с профессиональными вопросами технологии приготовления и хранения пищевых продуктов.

Здоровьесберегающие образовательные технологии направлены на формирование мотивации, потребности студента в здоровом образе жизни, формирование необходимых знаний, практических навыков и умений, обеспечивающих эффективное управление жизненными силами организма.

Поддержание здоровья на высоком уровне во многом зависит от качества окружающей среды, которая представляет собой совокупность природных и социальных элементов [5]. К природным элементам относятся воздух, вода, пища, почва, радиация и биосфера. Социальными элементами являются труд, быт в самом широком понимании этого понятия и социально-экономический уклад общества. Элементы окружающей среды обладают определенными свойствами, которые принято называть факторами окружающей среды.

При изучении учебного курса "Экология" внимание студентов акцентируется на принципах гигиенического (гарантийность, дифференцированность, комплексность, сбалансированность, динамичность и др.) и экологического (приоритетность естественной саморегуляции, принцип цели, принцип "слабого звена" и др.) нормирования.

Познание основ сохранения окружающей среды позволяет сделать следующий шаг — реализовать призыв древних философов "познать самого себя". Чтобы сделать жизнь активной, полноценной, человеку необходимо знание потенциальных возможностей своего организма, что способствует изменению его поведения, желаний, чувств, эмоций, формирует образ жизни.

На занятиях по дисциплине "Микробиология" студенты изучают микрофлору объектов окружающей среды и пищевых продуктов. При этом экспериментальное определение качественного и количественного состава микрофлоры воздуха различных помещений университета позволяет наглядно продемонстрировать студентам необходимость выполнения гигиенических рекомендаций, включая необходимость осуществления влажной уборки, что существенно снижает обсемененность помещений микроорганизмами. Демонстрация на лабораторных занятиях особенностей окружающего микромира, изучение путей передачи возбудителей различных инфекционных заболеваний позволяет сформировать правильное отношение к необходимости проведения всего объема профилактических (гигиенических) мероприятий как в домашних, так и в производственных условиях.

На лабораторных работах "Микрофлора продуктов животного происхождения" и "Микрофлора продуктов растительного происхождения" студенты изучают обязательную и постороннюю микрофлору сы-

рья, полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов, а также технологические приемы, позволяющие увеличить сроки и условия хранения готовых блюд. Такие лабораторные работы необходимы не только для дальнейшей профессиональной деятельности студентов. Полученные теоретические знания и практические навыки позволяют им хорошо ориентироваться в качестве пищевого сырья и готовых пищевых продуктов, которые необходимы каждому человеку в повседневной жизни. У студентов формируются устойчивые знания, что доброкачественная пища не только содержит все необходимые для организма человека питательные вещества, такие как белки, жиры, углеводы, но и биологически-активные вещества: витамины, ферменты, макро- и микроэлементы, оказывающие положительное влияние на организм, позволяющие повысить невосприимчивость к различным инфекционным заболеваниям.

Таким образом, в течение двух лет обучения на кафедре химии и биотехнологии студенты углубляют свои знания о химическом составе пищевых продуктов, метаболизме питательных веществ в организме человека и их влиянии на здоровье человека. Эти знания позволяют им правильно и на высоком профессиональном уровне принимать решения, связанные с технологией пищевых продуктов, планированием адекватного рациона питания. Таким образом осуществляется переход от теории к практике, формирование у студентов правильного отношения к целесообразности приобретения знаний по различным химическим и биологическим дисциплинам, необходимых в их будущей профессии.

О распространении табакокурения среди студентов

Одними из важных критериев отношения студента к собственному здоровью является наличие или отсутствие у него вредных привычек. Среди студенческой молодежи наиболее распространенным является табакокурение. В течение нескольких лет кафедра проводит анкетирование студентов для выявления распространенности курения среди студентов нашего вуза. Данные анкетирования обрабатываются и обсуждаются на занятиях и конференциях Студенческого научного общества (СНО) с целью определения объема и направления мер по предупреждению формирования устойчивых привычек к курению.

Анкета включает вопросы: возраст, пол, успеваемость, курит или нет, продолжительность курения, курят ли в семье и друзья, число выкуриваемых в сутки сигарет, частота заболеваний; мотивы, побуждающие к курению, собирается ли бросить курить, имеет ли смысл борьба с курением.

Результаты обработки анкетных данных показали, что, несмотря на все указанные выше мероприятия и запреты, среди опрошенных курят 26 % девушек и 6 % юношей [6]. Опрошенные студенты, даже некурящие,

имеют курящих среди членов семьи и друзей, а пассивному курению в семье подвергается около 70 % опрошенных, а в кругу друзей — 52 % от общего числа респондентов. В других вузах также отмечается низкая эффективность принимаемых со стороны профессорско-преподавательского состава мер. Даже в вузе медицинского профиля, несмотря на трехлетние усилия, не удается сформировать у будущих врачей устойчивого стремления к здоровому образу жизни [7].

В вузе проводятся конференции, устраиваются дискуссии, диспуты, где обсуждается все новое в законодательстве, в токсикологии и психологии нездорового образа жизни, вопросы опасности табачных изделий, вреда пассивного курения. Кураторы учебных групп проводят соответствующую воспитательную работу путем индивидуальных и групповых собеседований, направленных на понимание высокой ответственности каждого человека за свое здоровье.

Заключение

Опыт внедрения здоровьесберегающих технологий на кафедре химии и биотехнологии СПбГТЭУ показывает, что и преподаватели во время проведения учебных занятий при изучении цикла химических, биологических дисциплин и экологии могут и должны активно участвовать в воспитательной работе и помогать студентам формировать правильное отношение к своему здоровью и здоровью окружающих, а также способствовать углублению знаний, формированию навыков, необходимых для дальнейшей профессиональной экологически направленной деятельности и правильного образа жизни.

Таким образом, меры по формированию у разных категорий населения, включая студентов, устойчивого стремления к адекватному поведению являются

важными слагаемыми воспитательного процесса и экологического образования. Здоровьесберегающие технологии должны планироваться и осуществляться с учетом факторов риска как для популяции в целом, так и для отдельного гражданина (студента). Использование в воспитательном процессе положительных примеров по реализации конституционного права граждан России на благоприятную окружающую среду позволит изменить недостаточное внимание к профилактическим мероприятиям, повысит индивидуальную ответственность за здоровье.

Список литературы

1. **Федеральный закон** Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" // Российская газета от 31.12.2012 г.
2. **Государственный доклад** "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ в 2012 году". — М., 2013. — 168 с. (электронный ресурс).
3. **Захарченко М. П., Лопатин С. А., Новожилов Г. Н., Захаров В. И.** Гигиеническая диагностики в экстремальных условиях. — СПб., Наука, 1995. — 224 с.
4. **Федеральный закон** Российской Федерации от 23 февраля 2013 г. № 15-ФЗ "Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака" // Российская газета от 26.02.2013 г.
5. **Общая и военная гигиена** // Под ред. Н. Ф. Кошелева. — Л., 1978. — 470 с.
6. **Борисова Л. М., Панкина И. А., Проскурякова Т. Н.** Табачные изделия и распространенность поведенческих факторов риска среди студентов. Сб. науч. трудов ППС ТТФ СПбГТЭУ "Научно-прикладные вопросы технологии продуктов общественного питания и товароведения потребительских товаров". — СПб: ТЭИ, 2011. С. 31–35.
7. **Жукова Т. В.** и др. Когда будет модно быть здоровым в нашей стране? (Опыт внедрения здоровьесберегающих технологий в молодежном коллективе) / Материалы Пленума научного совета по ЭЧ и ГОС РФ, 12 дек. 2013 г., Москва. — М.: НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина, 2013. — С. 137–139.

L. M. Borisova, Head of Chair, **F. S. Belokurova**, Associate Professor, St. Petersburg State Trade and Economic University (SPbGTEU), e-mail: oldseadog@inbox.ru, **S. A. Lopatin**, Professor, St. Petersburg State University of Service and Economics

Health-Saving Technologies — both Preventive Measures to Preserve and Improve the Health of University Students

This article describes the need for conservation and strengthening of health of students that is relevant to the currently, as percentage of healthy young people is constantly decreasing. Legal base of health of students are taken in recent years, the laws of the Russian Federation. Much attention is paid to the need to adapt students to study in high school at an early stage. Experience of using health-saving technologies is shown by the example of the faculty of the Department of Chemistry and Biotechnology SPbGTEU. One of the important determinants of health is the absence ABIO — logical trends among young people. Conducted by faculty of the department work allows students to raise motivation to Prevention healthy lifestyle. Thus, the need for implementation of the learning process health-saving technologies in accordance with the modernization of higher education is one of the topical issues of Russian education and training highly competitive professionals in demand in the labor market.

Keywords: health saving technologies, russian education, students, adaptation, disease prevention, education, experiments, smoking, competitive specialists



References

1. **Federalnyj zakon** Rossijskoj Federacii № 273-FZ ot 29 dekabrya 2012 g. "Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii". *Rossijskaya gazeta* ot 31.12.2012 g.
2. **Gosudarstvennyj doklad** "O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya rf v 2012 godu". M., 2013. 168 p. (elektronnyj resurs).
3. **Zaxarchenko M. P., Lopatin S. A., Novozhilov G. N., Zaxarov V. I.** Gигиеническая диагностика в экстремальных условиях. SPb., Nauka, 1995. 224 p.
4. **Federalnyj zakon** Rossijskoj Federacii ot 23 fevralya 2013 g. № 15-FZ "Ob ohrane zdorovya grazhdan ot vozdeystviya okruzhayushhego tabachnogo dyma i posledstviy potrebleniya tabaka". *Rossijskaya gazeta* ot 26.02.2013.
5. **Obshhaya i voennaya gigena** / Pod red. N. F. Kosheleva. L., 1978. 470 p.
6. **Borisova L. M., Pankina I. A., Proskuryakova T. V.** Tabachnye izdeliya i rasprostranennost povedencheskix faktorov riska sredi studentov. Sb. nauch. trudov PPS TTF SPbGTEU "Nauchno-prikladnye voprosy texnologii produktov obshhestvennogo pitaniya i tovarovedeniya potrebitelskix tovarov". SPb.: TEI, 2011. P. 31—35.
7. **Zhukova T. V.** i dr. Kogda budet modno byt zdorovym v nashej strane? (Opyt vnedreniya zdorovesberegayushhix texnologij v molodezhnom kollektive) / Materialy Plenuma nauchnogo soveta po ECH i GOS RF, 12 dek. 2013 g., Moskva. M.: NII ECH i GOS im. A. N. Sysina, 2013. P. 137—139.

УДК 614.2:614.7:613.63

Р. А. Сулейманов¹, д-р мед. наук, зав. отделом, e-mail: rafs52@mail.ru,
И. Г. Абдулнагимов², канд. мед. наук, гл. специалист,
Т. К. Валеев¹, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела,
Н. Р. Рахматуллин¹, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отдела

¹ Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека

² Республиканский фонд ОМС Республики Башкортостан, г. Уфа

Особенности состояния здоровья населения, проживающего в условиях сочетанного биологического и химического загрязнения

Приведены сведения о результатах гигиенической оценки условий жизни и здоровья населения, проживающего на территориях, подвергавшихся существенному воздействию биологических и химических факторов. Дана гигиеническая характеристика состояния качества атмосферного воздуха и здоровья населения в районе размещения крупного биохимического комплекса. Научно обосновано влияние выбросов производства белково-витаминных концентратов в формировании неблагоприятной экологической ситуации и высокой ингаляционной нагрузки на население. Предложен комплекс рекомендаций и управленческих решений по усовершенствованию системы социально-гигиенического мониторинга и проведению профилактических мероприятий для обеспечения гигиенической безопасности населения.

Ключевые слова: микробиологическое производство, биологическое и химическое загрязнение, здоровье населения, атмосферный воздух, социально-гигиенический мониторинг

Введение

К современным проблемам гигиенической науки относится совершенствование принципов изучения сочетанного и комбинированного воздействия техногенных факторов биологической и химической природы и обоснование вероятности возникновения неблагоприятных последствий для здоровья человека.

Из всех видов биотехнологических продуктов, выпускаемых в России, значительный вклад занимают кормовые дрожжи и белково-витаминный концентрат (БВК).

Производство микробиологического белка для кормовых целей имеет в нашей стране более чем полувековую историю. В 1950 г. предприятия промышленности синтезировали более 1 тыс. т, в 1960 г. —

более 10 тыс. т и в 1970 г. — более 100 тыс. т. кормовых дрожжей.

В 80-х годах прошлого столетия наша страна занимала ведущее место в мире по производству микробиологического белка — работало более 80 установок, производящих синтетический белок, из них 12 — на парафинах нефти. Годовой выпуск биомассы дрожжей, выращенных на среде с нормальными очищенными жидкими парафинами (торговое название — паприн) составлял более 1,1 млн т в год и позволял надежно восполнять дефицит кормового белка в сельском хозяйстве наряду с использованием традиционных высокоценных белковых добавок (сой, жмыха, рапса, гороха) [1].

Наиболее крупные производства эксплуатировались на территориях Украины (Кременчуг),

Белоруссии (Мозырь, Новополоцк), Волгоградской (Светлый Яр), Ленинградской (Кириши), Нижегородской (Кстово), Иркутской (Ангарск) областях, Башкирии (Благовещенск) и др. Предприятия размещались в непосредственной близости от существующих химических и нефтехимических производств, служащих для них источниками сырья.

Работа предприятий микробиологического синтеза сопровождалась значительным загрязнением производственной и окружающей среды живыми микроорганизмами и белоксодержащей пылью (БСП). Так, содержание БСП в атмосферном воздухе районов расположения Мантуровского биохимкомбината колебалось от 0,06 до 0,17 мг/м³, в районах Кременчугского биохимкомбината от 0,04 до 16,5 мг/м³, в районе Волгоградского биохимзавода от 0,04 до 5,0 мг/м³, в районе Башкирского биохимкомбината от 0,017 до 0,62 мг/м³. Кроме того, в атмосфере населенных мест этих территорий регистрировались высокие концентрации вредных веществ, выбрасываемых предприятиями химической и нефтехимической отраслей.

Опыт эксплуатации первых предприятий отрасли показал, что промышленные выбросы отрицательно сказываются на состоянии здоровья как работающих на этих производствах, так и населения, проживающего в зоне их техногенного воздействия.

У рабочих производства БВК и у населения сельтебной зоны были выявлены признаки специфической сенсбилизации к производственному белку и однонаправленность иммунологических изменений [2, 3].

Наиболее часто регистрировались такие нозологические формы заболеваемости как бронхиальная астма, астматический бронхит, аллергические риносинусопатии, конъюнктивиты, дерматиты.

В настоящее время, несмотря на то, что многие производства отрасли были перепрофилированы, либо прекратили свою деятельность, проблема безопасности условий проживания населения на территориях длительной эксплуатации предприятий микробиологического синтеза приобретает особую значимость. Это обусловлено следующим.

1. Перспектива роста и развития предприятий, выпускающих продукцию биотехнологического синтеза (кормовые добавки, гидролизные дрожжи, ферменты, антибиотики, гормоны и др.).

2. На бывших заводах БВК предполагается организация новых опытных производств на основе экологически безопасных технологий.

3. Выросло новое поколение людей, родители которых подвергались массивной биологической нагрузке в сочетании с химическими токсикантами.

4. Недостаток исследований по оценке риска сочетанного и изолированного воздействия на организм человека биотехнологических продуктов и токсикантов химической природы.

5. Существующая система гигиенического обеспечения оптимальных условий проживания населения этих территорий нуждается в дальнейшем совершенствовании и развитии.

Учитывая актуальность данной проблемы, обобщены материалы 30-летних наблюдений за состоянием здоровья населения в районах эксплуатации микробиологических производств, выявлены причинно-следственные связи и основные закономерности распространения специфических и неспецифических заболеваний.

Результаты исследований и их обсуждение

Благовещенский биохимкомбинат (ББХК) в период крупнотоннажного производства БВК (1985—1990 гг.) на парафинах нефти осуществлял массивное загрязнение окружающей среды пылью готового продукта. Средние концентрации белоксодержащей пыли в атмосферном воздухе на расстоянии до 5 км от источников загрязнения превышали ПДК до 120 раз.

В последующие годы (1991—1996 гг.) уровень загрязнения атмосферного воздуха белком пыли БВК на этих территориях снизился и превышал гигиенический норматив в отдельные периоды наблюдений до 32 раз.

Результаты исследований показали, что дрожжеподобные грибы в 22...79 % случаев высевались на территории ББХК как в период работы, так и при текущем ремонте оборудования. За пределами промплощадки на расстоянии 500...1000 м они высевались в среднем в 9...13 % проб, единичные колонии обнаруживались в атмосферном воздухе на расстоянии 2...4 км от ББХК. Количество клеток зависело от направления ветра и выпавших атмосферных осадков. Следует отметить, что эти данные относились к общему количеству дрожжеподобных грибов, тогда как грибы-продуценты рода Кандида, используемые в технологическом процессе, высевались преимущественно на территории ББХК в 22...58 % случаев от общего количества дрожжеподобных грибов и в 3,6 % проб на расстоянии 500...1000 м от ферментеров.

Наряду с биологическим загрязнением атмосферного воздуха обнаруживалось и присутствие высоких концентраций химических соединений. Так, в атмосфере жилой зоны г. Благовещенска (Башкортостан) содержание аммиака, углеводов и окиси углерода превышало ПДК_{м.р} в 3—4 раза, бенз(а)пирена до 10 раз, сероводорода до 20 раз. Это обуславливалось, в первую очередь, влиянием существующих выбросов предприятий нефтепереработки и теплоэнергетики г. Уфы, расположенных в 10 км от г. Благовещенска [4, 5].

Оценка предыдущего и существующего риска для здоровья населения осуществлялась с учетом данных контроля загрязнения атмосферного воздуха г. Благовещенска, осуществленного в 1975—



1995 и в 2000—2009 гг. по 15 веществам на двух стационарных постах наблюдения. Учитывались загрязняющие компоненты, вносящие кумулятивный вклад в суммарную дисперсию загрязнения воздуха города не менее 80 %.

Определяющими веществами в загрязнении воздушного бассейна являлись взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, аммиак, бенз(а)пирен, формальдегид, сероводород, пыль БВК, углеводороды. Данные загрязняющие компоненты включены в многофакторные статистические регрессионные модели зависимости уровня заболеваемости населения города от их содержания в атмосферном воздухе.

Рассматривая влияние основных загрязнителей атмосферного воздуха на заболеваемость населения Благовещенска, установлено, что по совокупности силы влияния на анализируемые классы болезней токсиканты располагались в следующей последовательности: взвешенные вещества — аммиак — бенз(а)пирен — двуокись азота — диоксид серы — оксид углерода — пыль БВК. По специально разработанным моделям установлено, что в развитии болезней органов дыхания детского населения наиболее значимую роль играли аммиак (сила связи $r = 0,87$), взвешенные вещества ($r = 0,86$), формальдегид ($r = 0,75$), диоксид азота ($r = 0,73$); болезней органов пищеварения — взвешенные вещества, аммиак ($r = 0,88$), бенз(а)пирен ($r = 0,77$); болезней крови и кроветворных органов — аммиак, взвешенные вещества ($r = 0,87$), бенз(а)пирен ($r = 0,79$); болезней эндокринной системы — оксид углерода ($r = 0,65$), диоксид серы ($r = 0,50$). Аналогичная зависимость была определена и для взрослого населения города.

Учитывая, что в период с 1975 по 2000 г. население подвергалось значительному воздействию биологического фактора, были построены дополнительные модели зависимости заболеваемости жителей от содержания в атмосферном воздухе пыли БВК.

Как показали уравнения регрессии, пыль БВК имеет сильную связь со следующими заболеваниями детского контингента: органов дыхания ($r = 0,65$), нервной системы ($r = 0,67$), кожи и подкожной клетчатки ($r = 0,78$). У взрослого населения сильная зависимость связана с заболеваниями органов пищеварения ($r = 0,76$), крови и кроветворных органов ($r = 0,71$), эндокринной системы ($r = 0,60$).

Достоверные и адекватные статистические модели связи "маркеры-экспозиции — маркеры ответа" на примере загрязнителей биологической и химической природы подтверждают их участие в формировании специфической заболеваемости населения Благовещенска.

В качестве критериев риска для здоровья населения для всех токсикантов использованы рекомендованные данные о референтных (безопасных)

концентрациях при хронических воздействиях, о поражаемых критических органах и системах, среднесуточных ПДК, установленных по прямому токсическому воздействию на здоровье; факторах канцерогенного потенциала и классах канцерогенности по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) и Агентства по охране окружающей среды США (U. S. EPA).

Расчетные величины индивидуальных и популяционных канцерогенных рисков свидетельствуют о предельно допустимом риске для здоровья населения г. Благовещенска. Индивидуальный канцерогенный риск установлен на уровне $3,8 \times 10^{-5}$, а популяционный — 1,3. Основной вклад в суммарный канцерогенный риск вносят формальдегид (до 88,2 %) и бенз(а)пирен (до 11,8 %).

Оценка неканцерогенных рисков при хроническом ингаляционном воздействии загрязняющих веществ осуществлялась путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия по величине индекса (коэффициента) опасности. Установлено, что суммарный индекс опасности для отдельных территорий г. Благовещенска находится в диапазоне 3,2...8,1.

Расчеты показали, что сформировавшийся уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Благовещенска обуславливает высокий риск заболеваемости органов дыхания (4,8), иммунной системы (3,7), нарушений физического развития (2,8), смертности населения (2,1).

Результаты оценки риска влияния загрязняющих веществ при ингаляционном воздействии свидетельствовали, что по величине индекса, характеризующего риск развития неблагоприятных эффектов, основную опасность представляют вещества, воздействующие на органы дыхания: взвешенные вещества, оксиды азота и серы, формальдегид, хлорид водорода и др.

Материалы расчетов канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья населения Благовещенска подтверждались данными об уровнях и тенденциях в состоянии здоровья и показателей заболеваемости официальной медицинской статистики Минздрава Республики Башкортостан.

Так, в динамике 30-летнего периода наблюдений, уровень общей заболеваемости среди населения г. Благовещенска, в сравнении с республиканскими показателями, оставался достаточно высоким. Рост заболеваемости в анализируемом периоде составил 48,2 % (с 112 211,7 до 166 271,9 на 100 тыс. населения).

В структуре заболеваемости населения лидирующие позиции занимали болезни органов дыхания (25,0...37,1 %), нервной системы (13,0...19,5 %), системы кровообращения (5,8...10,2 %), пищеварения (7,6...8,2 %).

На фоне высокой заболеваемости у жителей Благовещенска отмечается повышенный уровень смерт-

ности как у взрослого населения, так и у детей перинатального периода жизни. При этом наблюдались повышенные показатели преждевременных родов, которые регистрировались чаще, чем в целом по республике, способствуя росту заболеваемости новорожденных в течение всего периода наблюдения.

Дети, проживавшие на расстоянии до 1,5 км от существующих производств, имели худшие показатели физического развития (отставание в росте, весе, окружности грудной клетки и функциях внешнего дыхания) по сравнению с детьми, проживавшими на более удаленных территориях.

При изучении иммунологического статуса практически здоровых детей, в сравнении с региональными нормативами, у них определялась селективная недостаточность иммуноглобулина А (IgA); депрессия Т-клеточного иммунорегуляторного звена за счет снижения содержания CD3-лимфоцитов и цитотоксических CD8-лимфоцитов, подавление неспецифической резистентности организма, тенденция к В-лимфоцитозу; гиперпродукция (IgE), что не исключало возможности формирования у них аллергического фенотипа.

Таким образом, высокая дозная нагрузка микроорганизмов-продуцентов с белоксодержащей пылью в сочетании с химическими токсикантами, в период интенсивной эксплуатации производств, способствовали развитию специфической иммунологической перестройки организма и вызывали определенные отклонения в состоянии здоровья населения. В последующем, при снижении уровня биологической нагрузки, в результате остановки эксплуатации предприятий микробиологического синтеза, воздействие химического фактора на организм приводило к различным формам клинически выраженных ответных реакций с преобладанием аллергических и токсических компонентов.

На этих территориях достоверно подтвержден рост общего числа преждевременных родов, зарегистрированы высокие показатели мертворождаемости, смертности детей первого года жизни, болезней органов дыхания, крови и кроветворных органов, эндокринной и мочеполовой систем, новообразований и врожденных аномалий развития [6].

Сложившаяся система гигиенического обеспечения оптимальных условий проживания населения на территориях, подвергавшихся существенному воздействию биологических и химических факторов, нуждается в дальнейшем совершенствовании и развитии.

Система социально-гигиенического мониторинга должна учитывать обнаруженные закономерности циркуляции вредных веществ в среде обитания человека и зависимость их токсического действия на здоровье населения. При этом она должна предусматривать учет соблюдения нормативов содержания в объектах окружающей среды приоритетных загрязняющих веществ.

В перечень приоритетов за обязательным контролем качества окружающей среды в рамках системы социально-гигиенического мониторинга можно включить следующие элементы: диоксид азота, аммиак, сернистый ангидрид, ацетон, бензол, бенз(а)пирен, сероводород, стирол, углеводороды, фенол, формальдегид, этилбензол, оксид углерода, взвешенные вещества. Маркерами санитарно-гигиенического неблагополучия изученных территорий являются уровни распространенности изменений иммунологического статуса (селективная недостаточность IgA, депрессия Т-клеточного иммунорегуляторного звена за счет снижения содержания CD3-лимфоцитов и цитотоксических CD8-лимфоцитов, подавление неспецифической резистентности организма, тенденция к В-лимфоцитозу, гиперпродукция IgE), аллергической заболеваемости (поллинозы, атопические дерматиты, бронхиальная астма, ОРВИ с астматическим синдромом, крапивница), врожденных аномалий развития, повышенные показатели преждевременных родов и смертности новорожденных.

При внедрении социально-гигиенического мониторинга рекомендуется проведение анкетного многопрофильного скрининга здоровья, по результатам которого корректируются основные группы риска среди населения, и задается программа дальнейших действий (повторный анкетный скрининг, использование информативных критериев для оценки изменений в органах и системах, глубокие функциональные исследования). Конечным этапом служит комплекс лечебно-оздоровительных мероприятий для адекватной коррекции здоровья отдельных контингентов населения.

Результаты гигиенической оценки условий жизни и здоровья населения целесообразно учитывать при формировании программы социально-экономического развития города и организации медико-профилактического обеспечения населения.

В основе организационной структуры системы оздоровления населения должно лежать межведомственное взаимодействие администрации, федеральных учреждений Роспотребнадзора, муниципальных образований, органов здравоохранения города в едином информационно-аналитическом пространстве социально-гигиенического мониторинга.

Ключевыми задачами улучшения качества медицинского обслуживания являются:

— снижение уровня экологически обусловленной заболеваемости путем адресной реабилитации здоровья населения, подвергавшегося длительному воздействию неблагоприятных биологических и химических факторов;

— создание и устойчивое функционирование единой региональной системы диагностики, лечения и медицинской профилактики экологически обусловленных заболеваний у населения, проживающего на экологически неблагополучных территориях;



— проведение реабилитационных мероприятий по приоритетным патологиям с реализацией индивидуальных терапевтических программ;

— формирование у населения мотивации на сохранение и укрепление здоровья, ведение здорового образа жизни;

— выбор биопрфилактических и медико-профилактических комплексов, направленных на повышение устойчивости населения к различным токсическим воздействиям;

— разработка информационно-методических и нормативных документов по реализации системы добровольного медицинского страхования, страхования гражданской ответственности и возмещения ущерба от вреда, наносимого здоровью населения в результате загрязнения окружающей среды.

При разработке показателей и критериев оценки деятельности в рамках целевых программ необходимо руководствоваться тем, что непосредственный результат выражается в исполнении государственных функций в установленной сфере деятельности, а конечный результат отражает эффект данной деятельности.

Список литературы

1. Пивоваров Ю. П., Алексеев С. В. Технический прогресс и биотехнология: гигиенические и экологические проблемы // Гигиена и санитария, 1991. — № 12. — С. 6—11.
2. Шляхецкий Н. С. Биологический фактор как профессиональная вредность // Медицина труда и промышленная экология. — 2002. — № 8. — С. 20—24.
3. Соседова Л. М., Рукавишников В. С., Шаяхметов С. Ф. Токсико-гигиенические аспекты оценки риска изолированного и сочетанного воздействия биотехнологических продуктов // Медицина труда и промышленная экология. — 2003. — № 3. — С. 15—19.
4. Абдулнагимов И. Г., Сулейманов Р. А. Гигиеническая характеристика качества воздуха производственной зоны и атмосферы в динамике эксплуатации Башкирского биокombината // Гигиена и санитария. — 2004. — № 4. — С. 30—31.
5. Абдулнагимов И. Г., Сулейманов Р. А. Динамика качества воздуха производственной зоны и атмосферы в районе расположения микробиологического производства // Безопасность жизнедеятельности. — 2004. — № 1. — С. 12—14.
6. Хайруллина Р. М., Пролыгина Д. Д., Абдулнагимов И. Г., Сулейманов Р. А. Особенности здоровья детского контингента, проживающего в районе размещения Башкирского биохимкомбината // Гигиена и санитария. — 2005. — № 3. — С. 17—19.

R. A. Sulejmanov¹, Head of Department, e-mail: rafs52@mail.ru,
I. G. Abdunagimov², Main Expert, T. K. Valeev¹, Senior Scientific Employee of Department,
N. R. Rakhmatullin¹, Senior Scientific Employee of Department
¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology
² Republican fund OMS of Republic Bashkortostan, Ufa

Features of the State of Health of the Population Living in Combinational Conditions of Biological and Chemical Pollution

In clause data on results of a hygienic estimation of conditions of a life and health of the population living in territories, biological essential influence biological and chemical factors are resulted. The hygienic characteristic of a condition of quality of atmospheric air and health of the population in area of accommodation of a large biochemical complex is given. Influence of emissions of manufacture of fiber-vitamin concentrates in formation of a unsuccessful ecological situation and high inhalation loading on the population is scientifically proved. The complex of recommendations and administrative decisions on improvement of system of socially-hygienic monitoring and carrying out of preventive actions for maintenance of hygienic safety of the population is offered.

Keywords: *microbiological manufacture, biological and chemical pollution, health of the population, atmospheric air, socially-hygienic monitoring*

References

1. Pivovarov Ju. P., Alekseev S. V. Tehnicheskij progress i biotehnologija: gigenicheskie i jekdlogicheskie problemy. *Gigiena i sanitarija*. 1991. N. 12. P. 6—11.
2. Shljaheckij N. S. Biologicheskij faktor kak prpfessional'naja vrednost'. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. 2002. N. 8. P. 20—24.
3. Sosedova L. M., Rukavishnikov V. S., Shajahmetov S. F. Toksiko-gigenicheskle aspekty ocenki riska izolirovannogo i sochetannogo vozdejstvija biotehnologicheskikh produktov. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*. 2003. N. 3. P. 15—19.
4. Abdunagimov I. G., Sulejmanov R. A. Gigenicheskaja harakteristika kachestva vozduha proizvodstvennoj zony i atmosfery v dinamike jekspluatcii Bashkirkogo biokombinata. *Gigiena i sanitarija*. 2004. N. 4. P. 30—31.
5. Abdunagimov I. G., Sulejmanov R. A. Dinamika kachestva vozduha proizvodstvennoj zony i atmosfery v rajone raspolozhenija mikirobiologicheskogo proizvodstva // *Bezopasnost' zhiznedejatel'nostii*. 2004. N. 1. P. 12—14.
6. Hajrullina R. M., Prolygina D. D., Abdunagimov I. G., Sulejmanov R. A. Osobennosti zdorov'ja detskogo kontingenta, prozhivajushhego v rajone razmeshhenija Bashkirkogo biohimkombinata. *Gigiena i sanitarija*. 2005. N. 3. P. 17—19.

В. А. Ткачук, канд. мед. наук, доц., **М. С. Матусевич**, канд. пед. наук, доц. кафедры, **Л. И. Сыромятникова**, канд. пед. наук, доц. кафедры, e-mail: liliadok@yandex.ru, **А. А. Ткачук**, асп. Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Оценка функциональных резервов организма специалистов опасных профессий

В настоящее время качественная и количественная оценка состояния здоровья лиц опасных профессий (военнослужащих, спасателей, спортсменов и др.) занимает важное место в сфере обеспечения безопасности их жизнедеятельности: при профессионально-психологическом и медицинском отборе, диспансеризации, лечении и реабилитации.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, специалисты опасных профессий, функциональные резервы организма

Официальное, принятое Всемирной организацией здравоохранения, определение здоровья как состояния полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствия болезней и физических недостатков, далеко не в полной мере обеспечивает развитие системы оценок состояния функций организма, особенно лиц экстремального профиля деятельности [1]. Под здоровьем понимают также состояние организма, которое дает человеку возможность в максимальной степени реализовать свою генетическую программу в конкретных условиях социального бытия индивидуума [2]. Данное определение носит общий характер и не отражает совокупность ценностных компонентов здоровья, применимых для оценки уровня этого свойства личности [3].

Применительно к деятельности специалистов опасных профессий (СОП) важным элементом здоровья выступает такое его свойство, как адаптивность [4, 5]. Она включает в себя способность организма противостоять воздействию факторов окружающей среды путем регуляции механизмов гомеостаза для поддержания постоянства внутренней среды с переводом функционирования организма на новый уровень [6, 7]. При этом в экстремальных ситуациях существенным признаком успешной деятельности СОП служит сохранение их профессиональной работоспособности [8–10]. Именно такая задача ставится в деле профессиональной подготовки указанных специалистов путем повышения уровня здоровья с помощью программ специальной подготовки.

Задача формирования профессионального здоровья СОП заключается в том, чтобы перевести организм человека на более высокий уровень его функционирования за счет мобилизации и тренировки его резервных возможностей. Следователь-

но, успех реализации этой задачи во многом зависит от того, каким комплексом резервов регуляции обладает организм. Количественный подход оценки резервов предполагает, что человек имеет определенную величину функциональных возможностей, т. е. потенциал здоровья [11, 12]. Поэтому в системе подготовки СОП ставится четкая цель — увеличить потенциал здоровья. Резервы организма проявляются в физическом, эмоционально-информационном, биоэнергетическом, волевом, ценностно-мотивационном и других компонентах здоровья индивидуума, формируя его количественный и качественный ресурс [13]. Количественный подход к оценке потенциала здоровья остро ставит вопрос о его критериях, показателях.

При сравнительной оценке функциональных резервов организма судовых специалистов при плавании в тропической зоне проходила обследование группа спасателей, состоящая из 19 человек — специалистов сенсомоторного профиля деятельности, относящихся к лицам опасных профессий (группа СОП). Контрольная группа (группа К) была сформирована из состава экипажа судна в количестве 23 человек — специалистов преимущественно сенсорного профиля деятельности. Возраст испытуемых составлял от 19 до 22 лет.

Лица из группы СОП во время перехода судна в тропическую зону (7 суток) и на протяжении всего длительного плавания (90 суток) регулярно занимались физическими упражнениями по специальной программе. Общая энергетическая стоимость физической нагрузки за одно занятие составляла от 400 до 500 кДж. Специалисты из контрольной группы физическими упражнениями не занимались, кроме выхода на утреннюю физическую зарядку.

В период перехода судна в тропическую зону плавания температура наружного воздуха посте-



ленно повышалась от 21 до 30 °С, а относительная влажность составляла от 50 до 95 %. В низких широтах показатели влажности воздуха практически не менялись, а температура воздуха колебалась в пределах от 28 до 42 °С.

В период плавания проводилась оценка функциональных резервов организма испытуемых с использованием методик, представленных в табл. 1.

В результате анализа опроса жалоб испытуемых на состояние здоровья выявилось, что у обеих групп в первые 10 суток плавания в низких широтах

отмечено появление интенсивного потоотделения, недомогания, повышенной утомляемости, нарушения сна, связанных с воздействием на организм высокой температуры воздуха. Однако в группе СОП уже к третьей неделе нахождения в тропической зоне подобные жалобы предъявляли только 3 человека, тогда как у всех лиц контрольной группы они отмечались вплоть до середины второго месяца плавания в низких широтах. Результаты опроса по методике САН — бальной оценке самочувствия, активности, настроения, представлены в табл. 2.

Таблица 1

Методики исследования функциональных резервов организма и работоспособности испытуемых

Система организма	Исследуемые показатели	Средство для исследования
Центральная нервная система и анализаторы	1. Уровни самочувствия, активности, настроения (САН)	Карты опроса по методике САН
	2. Субъективная оценка состояния здоровья (жалобы на состояние здоровья)	Опросные листы
	3. Функция двигательного анализатора с оценкой реакции на движущийся объект (РДО), коэффициента утомляемости (КУ) при выполнении теппинг-теста ¹ , выносливости — времени удержания половины максимального усилия при кистевой динамометрии (ВУД)	Прибор Рефлекс-1, динамометр, секундомер
Сердечно-сосудистая система	4. Частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление (САД и ДАД), расчетные показатели ударного и минутного объема крови (УОК и МОК)	Тонومتر, секундомер
Система терморегуляции ²	5. Температура «ядра» тела (под языком) и температура «оболочки» тела (средневзвешенная температура кожных покровов в шести точках)	Электротермометр ТПЭМ-01
Физическая работоспособность	6. Дозированная физическая нагрузка — степ-тест ³	Тонومتر, секундомер, ступенька

¹**Теппинг-тест** (от англ. tap — постукивать) — одна из распространенных двигательных проб, направленная на измерение скоростных характеристик. При выполнении теппинг-теста от испытуемого требуется выполнять постукивание в максимально возможном или удобном для него темпе для выявления быстроты реакции и выносливости и тем самым определения типа нервной системы испытуемого.

²С точки зрения терморегуляции, тело человека можно представить состоящим из двух компонентов: внешней — оболочки, и внутреннего — ядра. Ядро — это часть тела, которая имеет постоянную температуру, а оболочка — часть тела, в которой имеется температурный градиент. Через оболочку идет теплообмен между ядром и окружающей средой.

³**Степ-тест:** базируется на том, что учащение пульса после стандартной нагрузки, фиксируемое в восстановительном периоде, будет тем больше, чем ниже физическая подготовленность у обследуемого.

Во время тестирования человек поднимается на ступеньку, высота которой подбирается соответственно возрасту и полу, и спускается с нее в темпе 30 раз в минуту в течение заданного времени.

О физической работоспособности обследуемого судят по индексу степ-теста, который рассчитывается, исходя из времени восхождения на ступеньку и ЧСС после окончания теста. Чем большее значение индекса степ-теста будет получено, тем, следовательно, выше уровень физической подготовленности.

Таблица 2

Динамика показателей по методике «САН» в период плавания, баллы

Показатели	До плавания		Первый месяц плавания		Второй месяц плавания		Третий месяц плавания	
	Группа СОП	Группа К	Группа СОП	Группа К	Группа СОП	Группа К	Группа СОП	Группа К
Самочувствие	6,5 ± 0,3	5,9 ± 0,2	5,7 ± 0,4*	5,0 ± 0,4**	5,8 ± 0,5	4,8 ± 0,5**	5,7 ± 0,6	4,3 ± 0,3**
Активность	5,8 ± 0,2	5,5 ± 0,2	5,3 ± 0,4	4,8 ± 0,3**	5,6 ± 0,4	5,1 ± 0,2**	5,4 ± 0,3	4,7 ± 0,4**
Настроение	6,7 ± 0,4	6,6 ± 0,3	5,7 ± 0,5	5,3 ± 0,6*	6,0 ± 0,5	5,8 ± 0,6	5,9 ± 0,7	5,5 ± 0,7*

* Отмечено достоверное отличие показателя по сравнению с его уровнем до плавания (при p ≤ 0,05).
 ** Отмечено дополнительно достоверное отличие показателей между группами испытуемых в тот же период плавания (при p ≤ 0,05).

Динамика показателей функции двигательного отдела центральной нервной системы испытуемых в период плавания

Показатели	До плавания		Первый месяц плавания		Второй месяц плавания		Третий месяц плавания	
	СОП	К	СОП	К	СОП	К	СОП	К
РДО:								
Число преждевременных ответов	30,1 ± 4,2	26,8 ± 3,1	33,0 ± 5,2	28,3 ± 3,7	27,3 ± 6,2	30,1 ± 5,1	28,4 ± 4,4	29,4 ± 3,7
Число запоздавших ответов	51,2 ± 3,9	52,8 ± 5,3	61,4 ± 6,1*	63,1 ± 5,5*	48,1 ± 6,4	63,4 ± 4,5*	58,2 ± 4,6	60,8 ± 2,6*
Число точных ответов	18,7 ± 6,4	20,4 ± 4,1	5,6 ± 1,9*	8,6 ± 3,3*	24,6 ± 7,3	6,5 ± 3,1**	13,4 ± 5,2	9,2 ± 2,9*
КУ (теппинг-тест), относит. ед.	3,4 ± 0,9	5,2 ± 1,3	5,4 ± 1,2	8,5 ± 1,5**	4,8 ± 1,7	6,6 ± 2,4	3,9 ± 2,1	7,8 ± 1,2**
ВУД, с	151,4 ± 9,8	138,3 ± 10,5	129,7 ± 10,1	111,3 ± 12,4*	132,6 ± 9,9	123,1 ± 7,8	139,0 ± 11,2	118,2 ± 8,4**
Примечание. Значение сносок в табл. 3, 4, 5 см. в табл. 2.								

Таблица 4

Динамика показателей сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности испытуемых в период плавания

Показатели	До плавания		Первый месяц плавания		Второй месяц плавания		Третий месяц плавания	
	СОП	К	СОП	К	СОП	К	СОП	К
УОК, мл	73,2 ± 2,7	67,7 ± 1,9	68,3 ± 2,1*	62,1 ± 3,2**	70,5 ± 1,9	61,9 ± 3,0**	69,2 ± 2,8	65,2 ± 3,2
МОК, л	5,1 ± 0,2	4,8 ± 0,2	4,9 ± 0,2	4,3 ± 0,3**	4,9 ± 0,3	4,5 ± 0,3	4,7 ± 0,2	4,6 ± 0,2
Индекс степ-теста, относит. ед.	70,3 ± 2,8	68,2 ± 2,4	64,4 ± 3,0*	61,4 ± 3,2*	71,2 ± 2,1	59,3 ± 4,4**	68,7 ± 3,0	60,3 ± 4,1**

Состояние функции коркового отдела двигательного анализатора и тонуса мышечной системы по результатам реакции двигательного отдела, коэффициенту утомляемости мышц по показателям теппинг-теста, выносливости по времени удержания половины максимального мышечного усилия при динамометрии представлены в табл. 3.

Результаты анализа ответной реакции двигательного отдела центральной нервной системы показательны в том отношении, что на протяжении плавания в тропической зоне у испытуемых группы СОП отмечено достоверное ухудшение реакции на движущийся объект лишь в первый месяц нахождения в жарком климате. Остальные показатели функции двигательного отдела достоверно не изменялись. В контрольной группе испытуемых наблюдалось ухудшение реакции на движущийся объект, повышение коэффициента утомляемости и увеличение ВУД на всем протяжении плавания в низких широтах, в том числе и по сравнению с лицами группы СОП ($p < 0,05$).

Влияние условий длительного плавания судна в тропической зоне на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и физическую работоспособность специалистов оценивали по результатам проверки ударного объема крови и минутного

объема крови, рассчитываемых по динамике пульса и величине артериального давления в состоянии покоя, а также при выполнении нагрузочной пробы — степ-теста с расчетом его индекса (табл. 4).

Как видно из анализа результатов исследования, в первый месяц плавания в тропической зоне под воздействием высокой температуры окружающей среды сократительная способность мышцы сердца испытуемых СОП достоверно снизилась, о чем свидетельствует понижение УОК в среднем на 5 мл ($p \leq 0,05$). Поддержание на исходном уровне МОК происходило преимущественно за счет ЧСС.

Ухудшение функции сердечно-сосудистой системы в ответ на дозированную нагрузку у спасателей происходило в этот же период — уменьшение индекса степ-теста на 6 относительных единиц ($p \leq 0,5$). Однако в дальнейшем произошло восстановление функции системы кровообращения и физической работоспособности и сохранение высоких показателей до конца плавания.

У специалистов контрольной группы на протяжении первых двух месяцев плавания в тропической зоне наблюдалось снижение сократительной функции сердца как по сравнению с исходным уровнем, так и по сравнению с показателями группы СОП, а в первый месяц отмечено достоверное



Динамика терморегуляторной функции

Показатели	До плавания		Первый месяц плавания		Второй месяц плавания		Третий месяц плавания	
	СОП	К	СОП	К	СОП	К	СОП	К
Температура тела под языком, °С	36,4 ± 0,11	36,3 ± 0,12	37,0 ± 0,15*	36,9 ± 0,18*	36,7 ± 0,17	37,0 ± 0,19*	36,7 ± 0,18	36,8 ± 0,15*
Средне взвешенная температура кожи, °С	33,2 ± 0,13	33,0 ± 0,12	33,9 ± 0,12*	34,1 ± 0,15*	33,6 ± 0,21	33,8 ± 0,17*	33,5 ± 0,18	33,6 ± 0,13*

уменьшение МОК, что следует расценивать как неблагоприятную реакцию кардиореспираторной системы на комплекс факторов плавания судна в жарком климате.

Эффективность работы сердечно-сосудистой системы в ответ на дозированную физическую нагрузку у испытуемых контрольной группы также была достоверно низкой на всем протяжении плавания ($p \leq 0,05$).

Ведущим критерием успешности адаптации к воздействию высокой температуры на организм явились показатели его терморегуляторной функции (табл. 5).

Результаты исследования показателей терморегуляции испытуемых показали, что ко второму месяцу нахождения в тропической зоне у представителей группы СОП температура "ядра" и "оболочки" тела практически пришла к исходным значениям. У лиц контрольной группы напряженные механизмы терморегуляции сохранялись до конца плавания в тропической зоне.

Таким образом, сравнительная оценка функциональных резервов организма при воздействии факторов длительного плавания судна в низких широтах показала, что у лиц из группы спасателей, регулярно занимавшихся физическими упражнениями по специальной программе, адаптация к высокой температуре завершилась ко второму месяцу плавания. Члены экипажа судна, входившие в контрольную группу, не смогли адаптироваться до конца плавания в тропической зоне. Следовательно, регулярная физическая подготовка обеспечивает повышение уровня функциональных резервов организма и способствует формированию адаптации к высокой температуре окружающей среды в короткие сроки.

Разработанный комплекс экспресс-методик позволил провести сравнительную оценку функциональных резервов организма испытуемых и выявить механизмы реагирования ключевых систем на тепловую нагрузку.

Список литературы

1. Соловьев А. В., Савчук О. В., Хартанович И. А. Влияние личностных особенностей эмоционально-волевой сферы человека на процессы адаптации к действию знакопеременных ускорений // *Новости оториноларингологии и логопатологии*. — 2002. — № 4 (32). — С. 16—19.
2. Плахов Н. Н. Безопасность жизнедеятельности: психолого-педагогические основания здоровья // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. — 2012. — № 145. — С. 90—95.
3. Макарова Л. П., Сыромятникова Л. И., Соловьев А. В. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников // *Молодой ученый*. — 2013. — № 12 (59). — С. 494—496.
4. Матусевич М. С., Новожилова А. П. Методические основы построения программ снижения риска наркотизации в молодежной среде на уровне муниципального образования // *Молодой ученый*. — 2012. — № 8. — С. 360—364.
5. Бойков А. Е., Плахов Н. Н. Профилактика информационной зависимости детей и подростков // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2011. — № 12. — С. 42—45.
6. Макарова Л. П., Плахов Н. Н., Сопко Г. И., Пазыркина М. В. Инновационные методы оздоровления детей в дошкольном образовательном учреждении // *Молодой ученый*. — 2012. — № 2. — С. 286—289.
7. Макарова Л. П., Корчагина Г. А. Особенности состояния здоровья современных школьников // *Вестник Герценовского университета*. — 2007. — № 6. — С. 47—48.
8. Буйнов Л. Г. Управление интеллектуальной собственностью в вузе // *Вестник Герценовского университета*. — 2011. — № 4. — С. 16—17.
9. Буйнов Л. Г., Макарова Л. П., Пазыркина М. В. Сохранение здоровья школьников как педагогическая проблема [Текст] // *Современные проблемы науки и образования*. — 2012. — № 4. — С. 242.
10. Буйнов Л. Г., Соломин В. П., Бахтин Ю. К., Макарова Л. П. О мотивации к здоровому образу жизни студентов педагогического университета // *Молодой ученый*. — 2013. — № 6. — С. 730—732.
11. Бахтин Ю. К. Факторы формирования здоровья человека и их значение // *Молодой ученый*. — 2012. — № 5. — С. 397—400.
12. Сорокина Л. А. Комплексное использование методов активизации познавательной деятельности при изучении курса "Естествознание" 5 класс // *История и педагогика естествознания*. — 2013. — № 1. — С. 29—30.
13. Канчурин А. А., Матусевич М. С., Шатровой О. В. Модель виктимности // *Молодой ученый*. — 2013. — № 9. — С. 306—307.

V. A. Tkachuk, Associate Professor, M. S. Matusevich, Associate Professor, L. I. Syromiatnikova, Associate Professor, e-mail: liliadok@yandex.ru, A. A. Tkachuk, Graduate Student, Russian State Pedagogical University A. I. Herzen, St. Petersburg

Functional Reserves Evaluation Specialist Dangerous Profession

Nowadays, the qualitative and quantitative assessment of the state of health of employees, working in life threatening environments (i.e. military workers, rescuers, athletes, etc.) is an key point in the security of their lives: the professional psychological and medical selection, clinical examination, treatment and rehabilitation. One of the elements of health advocates such its property as adaptability. It involves the body's ability to resist the influence of environmental factors, including climate, by regulating homeostasis mechanisms to maintain a constant internal environment with the transfer function of the body to a new level.

Reserves of the body are manifested in the physical, emotional and informational, bioenergy, volitional, value-motivational and other components of an individual's health, forming its quantitative and qualitative resource. Designed express complex techniques (subjective assessment of health, exercise stress, thermometry, dynamometry, tapping test, step test, physiological indices of cardiac activity, etc.) allow for a comparative assessment of the functional capacities of the subjects and to identify the key mechanisms of response systems for thermal load.

Keywords: *life safety specialist, workers of dangerous professions, functional reserves of the body, potential health, adaptability, rapid technique, thermal load, the subjective assessment of health, exercise stress, thermometry, dynamometry, tapping test, step test, physiological indices of cardiac activity, tropical zone, a long voyage.*

References

1. Solov'ev A. V., Savchuk O. V., Hartanoyich I. A. Vlijanie lichnostnyh osobennostej jemocional'no-volevoj sfery cheloveka na processy adaptacii k dejstvu znakoperemennyh uskorenij. *Novosti otorinolaringologii i logopatologii*. 2002. N. 4 (32). P. 16–19.
2. Plahov N. N. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti: psihologo-pedagogicheskie osnovanija zdorov'ja. *Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena*. 2012. N. 145. S. 90–95.
3. Makarova L. P., Syromiatnikova L. I., Solov'ev A. V. Aktual'nye problemy formirovanija zdorov'ja shkol'nikov. *Molodoy uchenyj*. 2013. N. 12 (59). P. 494–496.
4. Matusevich M. S., Novozhilova A. P. Metodicheskie osnovy postroenija programm snizhenija riska narkotizacii v molo-dezhnoj srede na urovne municipal'nogo obrazovanija. *Molodoy uchenyj*. 2012. N. 8. P. 360–364.
5. Bojkov A. E., Plahov N. N. Profilaktika informacionnoj zavisimosti detej i podrostkov. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2011. N. 12. P. 42–45.
6. Makarova L. P., Plahov N. N., Sopko G. I., Pazyrkina M. V. Innovacionnye metody ozdorovlenija detej v doshkol'nom obrazovatel'nom uchrezhdenii. *Molodoy uchenyj*. 2012. N. 2. P. 286–289.
7. Makarova L. P., Korchagina G. A. Osobennosti sostoianija zdorov'ja sovremennyh shkol'nikov. *Vestnik Gercenovskogo universiteta*. 2007. N. 6. P. 47–48.
8. Bujnov L. G. Upravlenie intellektual'noj sobstvennost'ju v vuze. *Vestnik gercenovskogo universiteta*. 2011. N. 4. P. 16–17.
9. Bujnov L. G., Makarova L. P., Pazyrkina M. V. Sohranenie zdorov'ja shkol'nikov kak pedagogicheskaja problema. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2012. N. 4. P. 242.
10. Bujnov L. G., Solomin V. P., Bahtin Ju. K., Makarova L. P. O motivacii k zdorovomu obrazu zhizni studentov pedagogicheskogo universiteta [Tekst] / *Molodoy uchenyj*. 2013. N. 6. P. 730–732.
11. Bahtin Ju. K. Faktory formirovanija zdorov'ja cheloveka i ih znachenie. *Molodoy uchenyj*. 2012. N. 5. P. 397–400.
12. Sorokina L. A. Kompleksnoe ispol'zovanie metodov aktivizacii poznavatel'noj dejatel'nosti pri izuchenii kursa "Estestvoznanie" 5 klass. *Istorija i pedagogika estestvoznaniya*. 2013. N. 1. P. 29–30.
13. Kanchurina A. A., Matusevich M. S., Shatrovoj O. V. Model' viktimnosti. / *Molodoy uchenyj*. 2013. N. 9. P. 306–307.

УДК 638.382.3

Л. В. Сулова, канд. биол. наук, доц. кафедры, e-mail: surova58@mail.ru,
Казанский государственный энергетический университет

Безопасность человека в социотехнических системах

Рассмотрена проблема исследования критических ситуаций и факторов, которые могут представлять определенную опасность для человека, а также поиска и обоснования комплекса мер и средств по их исключению или снижению вредного влияния в социально-технических (социотехнических) системах.

Ключевые слова: безопасность человека, социотехническая система, неопределенность социотехнической системы

Важнейшей характеристикой индустриального этапа общественного развития является возрастание значимости рисков для человека труда. На протяжении последних 150 лет наблюдается расширенное применение сложной техники и технологий, химических и биологических веществ, различных видов энергии и проникающего излучения. Это приводит к появлению новых видов рисков, природа которых все более сложная, а воздействие на человека оценить весьма затруднительно.

По данным Ростехнадзора основные фонды поднадзорных взрывоопасных и химически опасных производств и объектов введены в эксплуатацию 40...50 лет назад. На этих опасных производственных объектах (ОПО) эксплуатируются около 70 % технических устройств (включая приборы контроля и автоматики, системы сигнализации и противоаварийной защиты, электротехнические устройства), отработавших установленный ресурс безопасной эксплуатации. Продолжается старение технических устройств, зданий и сооружений химических предприятий. Значительная часть оборудования выработала нормативный ресурс безопасной эксплуатации на 60...70 %. Например, действующие хлорные объекты водоканалов многих небольших городов практически не претерпели серьезной реконструкции с 1960—1970-х гг., а уровень обеспечения безопасности процесса обращения хлора на ОПО, как и оснащение объектов системами противоаварийной защиты и табельными средствами, весьма невысок и не отвечает установленным требованиям. Доля оборудования, находящегося в эксплуатации более 20 лет, остается все еще очень высокой и составляет около 75 % на объектах нефтехимии и нефтегазопереработки, 80 % — на объектах нефтепродуктообеспечения и до 85 % — на предприятиях, эксплуатирующих мазутные хозяйства. По данным Ростехнадзора средний срок амортизации оборудования на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) достигает 80 % при 86 %-ной загрузке их мощностей. В среднем по стране около 15 % действующих котлов и сосудов, работающих под давлением, отработали нормативный срок службы.

Число пострадавших от аварий на опасных объектах ежегодно в России составляет 200 тыс. человек, а

погибает в результате аварий и катастроф, включая дорожно-транспортные происшествия, более 50 тыс. человек. Общий экономический ущерб от ЧС в год достигает 6...7 % валового внутреннего продукта (ВВП) страны. За последние 30 лет в нашей стране пострадало более 10 млн человек, из них погибло более 600 тыс. человек. Суммарный экономический ущерб за этот период сопоставим со среднегодовым ВВП России. Средний годовой рост социальных и экономических потерь от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС) за тот же период составил: по числу погибших — 4,3 %, пострадавших — 8,6 % и материальному ущербу — 10,4 %. Для создания надежной основы перехода РФ к устойчивому развитию необходимо предпринимать более интенсивные усилия в области снижения рисков ЧС.

Случаи со смертельным исходом на производстве — это лишь верхушка айсберга. В зависимости от вида выполняемой работы на каждый случай гибели приходится от 500 до 2000 менее серьезных травм. Исследования, проведенные в США и Финляндии, говорят о том, что на каждый случай производственного травматизма со смертельным исходом приходится более 1000 случаев травматизма на производстве, ведущих к временной потере трудоспособности пострадавшего на срок более трех дней. В Германии это соотношение составляет 1:1200, а по травмам, в результате которых работник отсутствует на рабочем месте более одного дня, 1:2400. Соотношение числа случаев со смертельным исходом и травм, требующих оказания первой медицинской помощи, равно 1:5000. Предпосылки к несчастным случаям на производстве возникают гораздо чаще. На каждый случай со смертельным исходом регистрируется 70 тыс. случаев возникновения предпосылок к происшествию на производстве. Для того чтобы сократить число несчастных случаев, требуется систематическая и кропотливая работа по устранению факторов, вызывающих такое большое число случаев возникновения предпосылок к происшествию на производстве. Каждый из таких потенциально опасных случаев при одновременном

совпадении ряда причин и факторов может привести к более серьезным последствиям.

Наука о безопасности человека в техносфере возникла как социальный заказ общества на теорию, способную дать ответ на возникновение новой комплексной проблемы — обеспечение безопасности человека и общества в современном мире.

Безопасность социально-экономической деятельности складывается из различных видов безопасности. Под тем или иным видом безопасности понимается защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства от угроз, связанных с интересами вида деятельности (образование, экономика, транспорт и др.).

Науки о рисках и безопасности охватывают широкий круг человеческих знаний — уже систематизированных, а также систематизирующихся в настоящее время в виде отдельных, подчас непосредственно не связанных между собой наук. Это и теории рисков и катастроф, имеющие свой специфический математический аппарат; это и прикладные науки, работающие в различных областях управления безопасностью жизнедеятельности человека, разномасштабных социумов, объектов экономики, регионов и т. д. с позиций различных видов безопасности: военной, экологической, экономической, технологической, социальной, политической, финансовой и т. п.

Так как угрозы возникают в самых разнообразных предметных областях, то появился широкий спектр направлений обеспечения безопасности — социальной, экономической, финансовой, экологической, военной и т. д., и т. п. Более того, указанные направления стали декомпозировать по масштабам, классифицировать по территориальному признаку, что повлекло за собой выделение глобальной, государственной, региональной безопасности, безопасности личности, коллектива, мегаполиса, популяции и др.

Весь цикл физического освоения людьми природной среды — производства, распределения и потребления, материальных благ — совершается в определенных социально-организованных структурах. Структура определяется как форма организации общества, внутренняя упорядоченность, согласованность взаимоотношений различных его частей. Понятие "структура" отражает форму устойчивых связей, отношений, совокупность сложившихся на их основе социальных групп и институтов, обеспечивающих целостность общества и сохранность его свойств при различных внутренних и внешних изменениях.

Социотехническая система представляет собой такой способ организации социальной деятельности людей, при котором элементами системы выступают не только сознательно действующие социальные субъекты (человек, коллектив), но и элементы "второй природы" — техника, материалы, информационные системы, технологии [1].

Для более ясного понимания проблемы обеспечения безопасности социотехническую систему целесообразно представить как совокупность двух подсистем:

технической и социальной (или личностной, человеческой), которые в совокупности взаимодействуют с внешней средой. Эти подсистемы осуществляют принципиально отличные функциональные действия, что позволяет их охарактеризовать как жесткую и мягкую соответственно.

Техническая подсистема — жесткая, поскольку ее действия (т. е. реакция объекта управления на получаемые от органа управления приказы, программы по реализации цели) являются предсказуемыми и в высшей степени контролируемыми. Реакция и действия людей на поступающие команды управления не являются столь однозначными и точно предсказуемыми результатами, поскольку производственные функции людей определяются не только законами механики, но и законами психики, без учета действия которых управление социальными системами будет неэффективным. Поэтому в противоположность жестким техническим системам системы социальные обычно называют мягкими.

Категория безопасности в социотехнической системе — это аналог функции надежности в технической системе. Если надежность есть обобщенная характеристика качества технической системы, то безопасность — обобщенная характеристика качества социотехнической системы.

Управлять функцией безопасности — это значит создавать условия, в которых система выживает, значит — снижать риск граничных условий среды, при которых развитие затруднено или невозможно. Отдельные ее свойства, такие как безопасность профессиональной деятельности, технических устройств и технологий, информационная, экологическая безопасность и др., характеризуют состояние отдельных, имеющих свою специфику сфер деятельности. Эти свойства и выражаются в соответствующих обобщающих показателях безопасности, которые, в свою очередь, могут делиться на более мелкие единичные показатели безопасности, разнообразных и завязанных на различные структурные составляющие характеристик (свойств) объекта.

Общее в определении показателей безопасности, независимо от подхода, состоит в знании наиболее актуальных источников опасности. Подобные сведения до сих пор остаются достаточно фрагментарными, информационные системы по этим данным отсутствуют, современная квалиметрия уровней безопасности видов деятельности только зарождается. Об этом говорит тот факт, что данные государственной статистики во всех сферах жизнедеятельности и во всех странах не ориентированы на показатели безопасности.

Наиболее обоснованным с методологической точки зрения подходом к оценке уровня безопасности социотехнических систем в целом и по каждому конкретному виду деятельности следует признать метод определения уровня защищенности жизненно важных интересов личности в процессе трудовой деятельности [2]. Однако решение этой задачи представляет собой весьма сложный процесс, требующий разработки прежде всего системы количественно-качественных показателей, отра-



жающих содержание жизненно важного интереса в конкретной сфере и для конкретных его носителей.

Развитие теории и практики управления безопасностью социотехнических систем до последнего времени шло, в основном, по пути предъявления экстраординарных требований к качеству оборудования, систем управления и персоналу, ограничивающих возможные негативные техногенные воздействия на окружающую среду и человека. Перспектива представляется как движение внутрь сложной социотехнической системы, к проектированию ее по критериям безопасности. Осознание обществом этого факта привело к созданию современной концепции "приемлемого риска" на основе вероятностных подходов.

Общее в определении показателей безопасности системы, независимо от подхода, состоит в знании наиболее актуальных источников опасности объекту. Подобные сведения до сих пор остаются достаточно фрагментарными, несмотря на определенные продвижения в этом направлении. Информационные системы по этим данным отсутствуют, современная квалиметрия уровней безопасности видов деятельности только зарождается [3]. Однако решение этой задачи представляет собой весьма сложный процесс, требующий разработки прежде всего системы количественно-качественных показателей, отражающих содержание жизненно важного интереса в конкретной сфере и для конкретных его носителей.

Синтез показателей безопасности связан с формализацией функции безопасности, формализацией различных рисков в различных сферах деятельности, созданием системы количественно-качественных показателей, отражающих содержание жизненно важного интереса в сфере деятельности для конкретных его носителей. Их оценка, а также оценка вклада отдельных видов безопасности в безопасность системы, задача совершенно новая для современных моделей управления безопасностью общества.

Основная идея состоит в том, что должна быть подержана некоторая форма общего наблюдения многочисленных информационных источников, чтобы обнаруживать некоторые корреляции между видом деятельности и производственным процессом, видом деятельности и безопасностью персонала.

Категория безопасности выступает как обобщенная характеристика качества системы. Природа задач обеспечения безопасности сложных систем зачастую характеризуется недетерминированностью связей условий и факторов, ее обуславливающих. Недетерминированность связей, определяющих реализацию функции безопасности в системе, вероятностная природа проявления угроз, их условий и факторов делает недоступным применение в сфере безопасности точных аналитических решений. Проблема исследования критических ситуаций и факторов, которые могут представлять определенную опасность для человека, а также поиска и обоснования комплекса мер и средств по их исключению или снижению вредного влияния характеризуются следующими особенностями:

- большим количеством факторов опасных ситуаций и необходимостью выявления источников и причин их возникновения;
- необходимостью выявления и изучения полного спектра возможных мер и средств парирования опасных факторов с целью обеспечения безопасности;
- иерархической структурой опасных факторов и необходимостью проведения многоуровневого анализа их влияния на безопасность.

Поскольку зачастую "слабым звеном" является человек, то состояние безопасности нельзя оценивать без учета факторов неопределенности в социотехнических системах. Неопределенность может быть различных видов.

- Человеческая — связана, с невозможностью точно предвидеть и предсказать поведение людей в процессе их деятельности. Люди различаются уровнем образования, знаниями, умениями, навыками, интересами, творческими и интеллектуальными способностями. Индивидуальные реакции, поведение и принимаемые решения могут меняться в достаточно широких пределах, в зависимости от различных стохастических и детерминированных факторов.
- Организационно-техническая — характеризуется значительно меньшей степенью неопределенности по сравнению с человеческой, однако, с ней необходимо считаться. Этот вид неопределенности связан с ненадежностью оборудования и установок, сложностью технологии, объемом производства, рациональностью организации производственного процесса, уровнем автоматизации, ритмичностью производства и т. п.
- Экономическая — достаточно значимая неопределенность, устанавливается чрезвычайной множественностью участников хозяйственной деятельности и процесса управления, разнообразием их интересов и мотиваций, субъективностью поведения при решении организационно-экономических и финансовых вопросов и т. п.
- Социальная — связана со стремлением людей образовывать социальные связи и помогать друг другу. Люди ведут себя в соответствии с взаимно принятыми обязательствами, стимулами, ролями, служебными отношениями, конфликтами, традициями, корпоративной культурой, ментальностью и т. п. Структура таких взаимоотношений во многом не определена или не может быть определена.

Такая среда принятия решений и управления, как вероятностная определенность, связана с понятием риска, от особенностей которого во многом зависят методы оценки и управления рисками на предприятии.

Область оценки уровня безопасности социально-экономических систем слабо разработана, а реально применимых прямых методов его измерения не существует. Анализ безопасности на практике по существу вплоть до настоящего времени сводится к чисто инженерным методам достижения технически и экономически оправданных уровней безопасности технических систем и промышленных объектов. Иссле-

дования подобной направленности нельзя отнести к какой-то одной научной дисциплине, обычно они носят системный характер с привлечением методов, применяемых в разных областях науки.

Обеспечение безопасности субъекта есть создание условий, при которых реализовывались бы его интересы, осуществлялись бы поставленные им цели, в основании которых лежат его ценности. Это, в свою очередь, значит, что безопасность есть такие условия, в которых субъекты сохраняют и воспроизводят свои ценности. Безопасность можно интерпретировать как наиболее рациональную и эффективную форму социально-технических взаимосвязей, как условие для наиболее полного и эффективного выполнения целей, задач и функций системы в целом.

Деятельностный подход к определению социотехнической системы предполагает представление ее в виде единства двух наиболее важных сфер деятельности: внешней и внутренней. Внешняя (целеполагающая деятельность) — направлена на удовлетворение материальных (духовных, информационных и т. п.) потребностей общества. Она реализуется в производстве определенных видов продукции или услуг. "Внутренняя" (интегративная деятельность) — направлена на сохранение, воспроизводство и развитие социотехнической системы, она обеспечивает различные порядки и уровни внутренней интеграции.

Исходя из этого, проблема безопасности должна решаться по двум направлениям:

- снижение негативных воздействий внешней среды;
- обеспечение внутренней безопасности, т. е. создание условий для реализации деятельности в границах рассматриваемой производственной системы.

Внешняя среда представлена факторами, которые не связаны непосредственно с деятельностью человека и имеют более широкий экономический, социальный, демографический, политический и иной характер. Внутренняя безопасность системы определяется факторами, от которых зависит эффективность ее функционирования (организация производства).

Система бытия человека и система бытия общества настолько различны, что некоторые параметры и элементы этих систем могут развиваться в совершенно противоположных направлениях: что хорошо для системы в целом может быть смертельно для индивида. Развитие техники, направленное на повышение эффективности производства, одновременно ведет и к появлению тех или иных видов опасности для человека. Подобная напряженность проявляется на различных уровнях организации: во взаимоотношениях человека и техники, человека и общества, общества и государства и т. д.

Безопасность человека с этой точки зрения необходимо рассматривать не как состояние промышленной системы, а как защищенность человека от вредных воздействий этой системы.

Список литературы

1. **Левашов С. П.** Методика экспертной оценки профессионального риска // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 1. — С. 14–16.
2. **Оценка рисков на рабочих местах** / Безрукова М. С., Иванов Г. М., Иванов Ю. Г. и др. — М.: НПКФ ЭЛЕКТОН, 2007. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://npkfelecton.ru/>.
3. **Сузова Л. В.** Техногенные опасности и риски: теоретические и прикладные проблемы анализа: Монография. — Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2012. — 136 с.

L. V. Surova, Associate Professor of Department, e-mail: surova58@mail.ru, Kazan State Power University

Safety of Person in Social Technical Systems

In article the problem of research of critical situations and factors which can constitute a certain danger to the person, and also search and justification of a package of measures and means on their exception or decrease in an adverse effect in social technical systems rises. The urgency of the problem of human safety in the modern world due to the establishment of a new type of reality, characterized by interpenetration of the unity of the natural and artificial, natural and social. The peculiarity of the contemporary biosphere and human in it is that social technical systems are combined structure in the processes of development which are equally participate strategic feedback both artificial and natural character. As a result of interaction of society and the nature revealed dialectical contradictions that define the trends of state changes.

Keywords: safety of person; social technical system; uncertainty of social technical system, technical subsystem; social subsystem

References

1. **Levashov S. P.** Metodika jekspertnoj ocenki professional'nogo riska. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2009. N. 1. P. 14–16.

2. **Ocenka** riskov na rabochih mestah / Bezrukova M. S., Ivanov G. M., Ivanov Ju. G. i dr. M.: NPKF JeLEKTON, 2007. [Jelektronnyj resurs]: Rezhim dostupa // <http://npkfelecton.ru/>
3. **Surova L. V.** Tehnogennye opasnosti i riski: teoreticheskie i prikladnye problemy analiza: Monografija. Kazan': Kazan. gos. jenerg. un-t, 2012. 136 p.

УДК 622.692.2 + 665.6

И. А. Сумарченкова, канд. хим. наук, доц. кафедры, e-mail: bjd@list.ru,
Самарский государственный технический университет

Оценка экологических и профессиональных рисков при возникновении аварийных ситуаций в технологическом процессе переработки нефтешламов

Оценены экологические и профессиональные риски при эксплуатации установки для переработки нефтешламов. С этой целью разработаны различные сценарии возникновения и развития аварийных ситуаций, оценены зоны возможного теплового поражения человека и профессиональный риск гибели персонала. Это позволило разработать нормативные документы по мерам безопасности при эксплуатации установки для очистки нефтешламов.

Ключевые слова: резервуар, аварийная ситуация, риск, пожар, нефтешлам, тепловое излучение, гибель персонала, воспламенение

Технологический процесс переработки нефти сопровождается образованием опасных в обращении отходов — нефтешламов, относящихся к веществам токсичным и взрывопожароопасным и являющихся одним из источников загрязнения поверхностных и подземных вод, почвенного покрова и атмосферного воздуха. Ежегодно на Куйбышевском нефтеперерабатывающем заводе в результате производственной деятельности образуется около 800 м³ нефтяных шламов и осадков, содержащих нефтепродукты. Источниками образования нефтешламов являются: сбросы нефти и нефтепродуктов со сточными водами с технологических установок, в том числе при проведении ремонтных работ, зачистке аппаратов; сбросы в системы оборотного водоснабжения с технологических установок в случае нарушения плотности теплообменной аппаратуры; осаждаемая смесь воды и шламов с товарных и промежуточных резервуаров, а также образующаяся при зачистке резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов перед их ремонтом; системы отвода нефтешлама из сооружений механической очистки и водяных блоков, и пены из установок напорной флотации; зачистка загрязненных нефтепродуктами территорий.

Для переработки нефтешламов используется оборудование фирмы Альфа Лаваль, предназначенное для отделения смеси нефтяных фракций от воды и механических примесей, с последующим обезвоживанием, включающее в себя [1]:

установки сепарационного оборудования в комплекте с заборным устройством для сбора и утилизации поверхностного слоя нефтешламов с буферного пруда, накопленных за период эксплуатации пруда, а также ходовых нефтешламов, образующихся на территории предприятия в результате производственной деятельности;

приемные резервуары для приема нефтесодержащих шламов, направляемых с буферного пруда и с территории завода, для нагрева и гомогенизации шлама перед подачей его на сепарационный модуль.

Биологическая деструкция нефтесодержащих шламов осуществляется на полигоне, предназначенном для биологической обработки и обезвреживания твердой фазы, образующейся в процессе разделения нефтесодержащего сырья на сепарационной установке.

Наибольшую опасность представляют резервуары для хранения нефтепродуктов, поскольку они содержат большой объем горючей жидкости и работают в сложном напряженно-деформированном состоянии, что при возникновении аварий приводит к катастрофическим последствиям — пожарам, с большим материальным ущербом и гибелью людей.

Целью работы является оценка риска при эксплуатации аварийного резервуара. Для решения поставленной цели были сформулированы следующие основные задачи:

- определение возможных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций, вероятности их реализации;
- оценка времени растекания нефтешлама.
- оценка зон теплового поражения человека при пожарах разлития нефтешлама;
- оценка риска гибели персонала.

Определение возможных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций, вероятности их реализации

Закономерность возникновения и развития аварийных ситуаций представляется последовательностью событий на технологическом блоке, так называемым сценарием развития возможной аварии.

Наиболее вероятные сценарии аварий на комплексе по переработке нефтешламов следующие [3]:
Сценарий С1. Разрушение резервуара. Разлитие нефтешлама в обвалование.

Полное разрушение резервуара → разлив нефтешлама в обвалование → пожар пролива.

Сценарий С2. Порыв трубопровода перекачки нефтешлама с резервуара → неконтролируемая утечка нефтепродукта через аварийное отверстие за время, определяемое временем обнаружения и временем устранения утечки аварийно-восстановительной бригадой.

Сценарий С3. Пожар на установке сепарационного оборудования.

Сценарий С4. Пожар на буферном пруду.

Сценарий С5. Гидродинамическая авария на буферном пруду.

Для расчетов использовались приведенные ниже характеристики резервуара РВС-400:

Диаметр резервуара, м	8,53
Масса вещества, участвующего в аварии Q , кг	348 000
Площадь обвалования $S_{обвл}$, м ²	542,9
Высота обвалования, м	1,0
Площадь, занимаемая резервуарами S_p , м ²	114
Площадь зеркала разлива в обваловании $S_{рзл}$, м ²	486
Толщина слоя разлива в обваловании после разрушения резервуара $h_{сл}$, м	0,66

При оценке времени растекания нефтепродуктов рассматривается случай квазимгновенного раскрытия резервуара с полным выбросом содержимого в окружающую среду [3], исходя из предположения, что "цилиндрический" слой жидкости, образовавшийся в результате квазимгновенного разрушения резервуара, растекается под действием только гравитационных сил (рис. 1).

Приведем уравнение материального баланса для скорости гравитационного растекания "цилиндрического" слоя жидкости (см. План по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов).

$$\frac{dR}{dt} = \sqrt{2g[h(t) - h_{\min}]}, \quad (1)$$

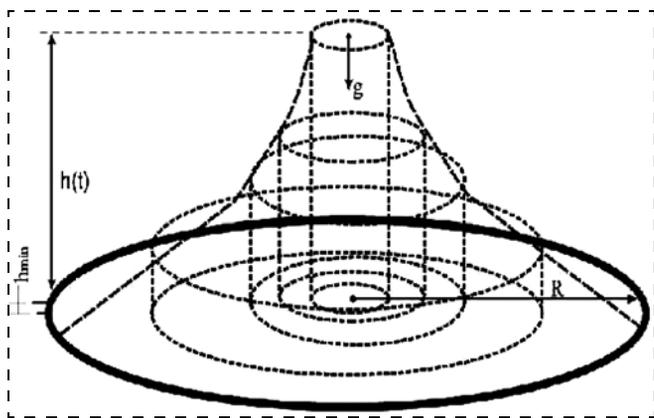


Рис. 1. Принципиальная схема расчета гравитационного растекания "цилиндрического" слоя жидкости

где g — ускорение свободного падения, м/с²; $h(t)$ и h_{\min} — текущая и минимальная толщина слоя жидкости, м; t — время, с.

Текущая толщина слоя $h(t)$ для данного объема растекающейся жидкости зависит от массы вещества, участвующего в аварии, его плотности при заданной температуре, текущего значения площади зеркала разлива и определяется выражением [5]:

$$h(t) = \frac{Q}{\rho\pi R_i^2}, \quad (2)$$

где Q — масса вещества, участвующего в аварии, кг; ρ — плотность вещества, кг/м³; R_i — текущее значение радиуса зеркала разлива в i -й момент времени, м.

С учетом этого дифференциальное уравнение первого порядка имеет вид [5]:

$$dt = \frac{dR}{\sqrt{2g\left(\frac{Q}{\rho\pi R^2} - h_{\min}\right)}}. \quad (3)$$

Время добегания нефтешлама t_p , с, до точки, расположенной на расстоянии R_i от аварийного резервуара, находится из уравнения (3):

$$t_p = \frac{1}{\sqrt{2gh_{\min}}} \times \left[-R \left(\frac{Q}{\rho\pi R^2} - h_{\min} \right)^{\frac{1}{2}} + r \left(\frac{Q}{\rho\pi r_{рез}^2} - h_{\min} \right)^{\frac{1}{2}} \right], \quad (4)$$

где R — максимальный радиус зеркала разлива при полном растекании нефтешлама по подстилающей поверхности до минимальной толщины слоя жидкости, м; $r_{рез}$ — радиус аварийного резервуара, м.

Подставляя численные значения величин в уравнение (4) вычисляем время "добегания" нефтешлама до рассматриваемой точки:

$$t_p = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,66}} \times \left[-13 \left(\frac{348\,000}{980 \cdot 3,14 \cdot 13^2} - 0,66 \right)^{\frac{1}{2}} + 4,27 \left(\frac{348\,000}{980 \cdot 3,14 \cdot 4,27^2} - 0,66 \right)^{\frac{1}{2}} \right] = 2,5 \text{ с.} \quad (5)$$

Зависимость расстояния растекания нефтешлама от рассчитанного времени (5) приведена на рис. 2.

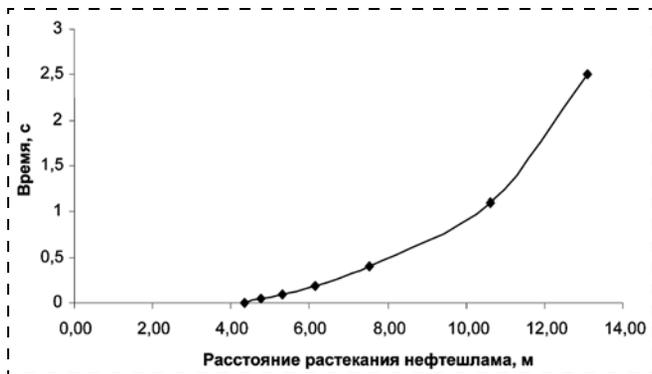


Рис. 2. Зависимость расстояния растекания нефтешлама от времени

Определение зон теплового поражения человека при разливах нефтешлама, находящегося в резервуарах

При разливе нефтешлама из резервуара часто происходит его возгорание. Для обеспечения безопасности людей необходимо определить вероятные зоны теплового поражения, которые определяют ве-

личину профессионального риска. Оценку проводили для зон возможного теплового поражения человека от места аварии на расстоянии: 50 м, где находятся места временного пребывания обслуживающего персонала; 77 и 123 м — для мест постоянного пребывания обслуживающего персонала.

Интенсивность теплового излучения q , кВт/м², вычислялась по формуле [6]:

$$q = E_f F_q \chi, \quad (6)$$

где E_f — среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени, кВт/м²; принималась равной 40 кВт/м² на основе имеющихся экспериментальных данных для нефтешлама; F_q — угловой коэффициент облученности определялся из соотношения [6]:

$$F_q = \sqrt{F_v^2 + F_h^2}, \quad (7)$$

где F_h и F_v — коэффициенты облученности для горизонтальной и вертикальной площадок соответственно определяли с помощью выражений [6]:

$$F_h = \frac{1}{\pi} \left[\frac{(1 + (2r/d)^2)/(4r/d) - (1/(2r)/d) \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{((1 + (2r/d)^2)/(4r/d) + 1)(2r/d - 1)}{((1 + (2r/d)^2)/(4r/d) - 1)(2r/d + 1)}}}{\sqrt{\left(\frac{(1 + (2r/d)^2)/(4r/d)}{2} - 1\right)^2}} - \frac{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d) - (1/(2r)/d) \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d + 1)(2r/d - 1)}{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d - 1)(2r/d + 1)}}}{\sqrt{\left(\frac{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d)}{2} - 1\right)^2}} \right]; \quad (8)$$

$$F_v = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2r/d} \operatorname{arctg} \frac{2H/d}{\sqrt{(2r/d)^2 - 1}} - \frac{2H/d}{2r/d} \left[\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{2r/d - 1}{2r/d + 1}} \right] - \frac{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d)}{\sqrt{\left(\frac{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d)}{2} - 1\right)^2}} \times \right. \\ \left. \times \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d + 1)(2r/d - 1)}{((2H/d)^2 + (2r/d)^2 + 1)/(4r/d - 1)(2r/d + 1)}} \right]; \quad (9)$$

где r — расстояние от места пролива до облучаемого объекта, м; d — эффективный диаметр пролива, м, определяли по формуле [6]:

$$d = \sqrt{\frac{4S_{\text{раз}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 486}{3,14}} = 24,8; \quad (10)$$

H — высота пламени, м, определяли по формуле [6]:

$$H = 42d \left(\frac{m}{1,2 \sqrt{gd}} \right)^{0,61} = \\ = 42 \cdot 24,8 \left(\frac{0,04}{1,2 \sqrt{9,81 \cdot 24,8}} \right)^{0,61} = 24,5; \quad (11)$$

m — удельная массовая скорость выгорания топлива; принималась равной 0,04 кг/(м · с) на основе

имеющихся экспериментальных данных для нефтепродуктов.

Коэффициент пропускания атмосферы χ определяли по формуле [6]:

$$\chi = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4}(r - 0,5d)]. \quad (12)$$

Подставляя данные в формулы (8), (9), получаем значения коэффициентов облученности на расстоянии 50, 77 и 123 м соответственно для горизонтальной площадки F_h : 0,022; 0,006; 0,001 и вертикальной площадки F_v : 0,17; 0,08; 0,03.

По формуле (7) определяем угловой коэффициент облученности. Учитывая низкое значение F_h , принимаем значение $F_q = F_v$, т. е. для расстояния 50 м — $F_q = 0,175$; 77 м — $F_q = 0,087$; 123 м — $F_q = 0,035$.

Интенсивность теплового излучения постоянного и временного пребывания

Показатель	Расстояние, м, от места аварии		
	50	77	123
Интенсивность теплового излучения q , кВт/м ²	7,0*	3,5**	1,4***

* Степень поражения для персонала — непереносимая боль, ожоги II степени через 20...30 с.
 ** Степень поражения для персонала — без негативных последствий для человека в брезентовой одежде.
 *** Степень поражения для персонала — безопасно для персонала без негативных последствий в течение длительного времени.

Коэффициент пропускания атмосферы вычисляли по формуле (12) и для всех трех расстояний результат получился равным 1.

Интенсивность теплового излучения определяли по формуле (6). Данные расчета приведены в таблице.

Оценка риска гибели персонала при реализации сценария С1

Оценку риска проводили для сценария С1, протекающего по схеме: полное разрушение резервуара → разлив нефтепродуктов в обвалование → пожар пролива. Для оценки вероятности реализации данной схемы событий использовались отчеты о статистике аварий и чрезвычайных ситуаций для группы нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Вероятность реализации данной схемы событий, год⁻¹, определяли по следующему соотношению [6]:

$$P(C1) = P_{ав} \cdot P_{мг} \cdot P_3 \cdot P_{в.п}, \quad (13)$$

где $P_{ав}$ — вероятность аварийного выброса горючего вещества (разгерметизация резервуара), год⁻¹; $P_{мг}$ — вероятность мгновенного воспламенения истекающего продукта; P_3 — вероятность невыполнения задачи средствами предотвращения пожара; $P_{в.п}$ — вероятность воспламенения пролива.

Вероятность $P_{ав}$ разгерметизации резервуара и выброса горючего вещества в течение года определяли исходя из статистических данных об авариях по формуле [5]:

$$P_{ав} = \frac{N_a}{N_{уст} T} = \frac{118}{30\,491 \cdot 43} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}, \quad (14)$$

где N_a — общее количество аварийных выбросов горючего продукта на установках данного типа; $N_{уст}$ — число наблюдаемых единиц установок; T — период наблюдения, лет.

Вероятность мгновенного воспламенения истекающего продукта определяли по формуле [6]:

$$P_{мг} = \frac{N_M}{N_a} = \frac{15}{118} = 0,127, \quad (15)$$

где N_M — число случаев мгновенного воспламенения истекающего продукта при аварийных выбросах.

Вероятность $P_{в.п}$ воспламенения пролива горючих веществ, образовавшихся в результате аварии с разгерметизацией установки, рассчитывали по формуле [6]:

$$P_{в.п} = \frac{N_B}{N_a - N_M - N_{н.в}} = \frac{23}{118 - 15 - 32} = 0,32, \quad (16)$$

где N_B — число случаев воспламенения пролива при авариях на установках данного типа; $N_{н.в}$ — число аварий, при которых не произошло воспламенения горючих веществ благодаря противопожарным мероприятиям.

Вероятность невыполнения задачи средствами предотвращения пожара определяли по формуле [6]:

$$P_3 = \frac{N_{н.в}}{N_a - N_M} = \frac{32}{118 - 15} = 0,31. \quad (17)$$

Подставляя численные значения величин в формулу (13), получаем:

$$P(C1) = 9 \cdot 10^{-5} \cdot 0,127 \cdot 0,31 \cdot 0,32 = 1,15 \cdot 10^{-6}. \quad (18)$$

Вероятность поражения человека тепловым излучением в случае возникновения и развития аварии по сценарию С1 для постоянного места пребывания персонала (на расстоянии 77 м от места аварии) определяли в следующей последовательности [6]:

— рассчитывали величину пробит-функции по формуле:

$$P = -12,8 + 2,56 \cdot \ln((t_0 + x/v)q^{1,33}) = -12,8 + 2,56 \cdot \ln((80 + 77/5)3,5^{1,33}) = 5,93, \quad (19)$$

где t_0 — характерное время обнаружения пожара, с; x — расстояние от места расположения человека до аварийной зоны, м; v — скорость движения человека, м/с;

— по величине пробит-функции с помощью таблицы П 4.2. [6] определяли вероятность поражения человека $P_p = 0,82$.

Риск гибели человека (профессиональный риск) определяли по формуле [6]:

$$R = P(C1)P_p = 1,15 \cdot 10^{-6} \cdot 0,82 = 9,4 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}, \quad (20)$$

где P_p — вероятность поражения человека тепловым излучением при реализации сценария С1; $P(C1)$ — вероятность реализации сценария С1, год⁻¹.

Вероятность поражения тепловым излучением человека, попавшего в зону непосредственного воздействия пламени пожара пролива, т. е. зону с интенсивностью теплового излучения более 4 кВт/м² для временного места пребывания персонала (на расстоянии 50 м от места аварии) принималась равной 1 [6].



Риск гибели человека (профессиональный риск) для мест временного пребывания персонала определяли по формуле [6]:

$$R = P(C1)P_p P_m = 1,15 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,0016 = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ год}^{-1} \quad (21)$$

где P_m — вероятность присутствия персонала на расстоянии 50 м от места аварии, определялась исходя из доли времени нахождения в данной области территории в течение года на основе решений по организации эксплуатации.

Результаты анализа риска аварий на рассматриваемой установке свидетельствуют о том, что граница зоны потенциального риска гибели человека не превышает $9,4 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$ и не выходит за пределы расположения комплекса по переработке нефтешламов.

Выводы

Наиболее опасный сценарий развития аварийной ситуации протекает по схеме: полное разрушение резервуара → разлив нефтешлама в обвалование → пожар пролива.

Время растекания нефтепродуктов при мгновенной разгерметизации резервуара РВС-400 до исследуемой точки составляет 2,5 с.

Выявлены три зоны возможного теплового поражения персонала:

на расстоянии 50 м от фронта пламени — степень поражения для персонала — непереносимая боль, ожоги II степени через 20...30 с;

на расстоянии 77 м от фронта пламени — степень поражения для персонала — без негативных последствий для человека в брезентовой одежде;

на расстоянии 123 м от фронта пламени — степень поражения для персонала — безопасно для персонала без негативных последствий в течение длительного времени.

Риск гибели персонала не превышает $9,4 \times 10^{-7} \text{ год}^{-1}$.

Индивидуальный риск поражения персонала, определяемый как величиной потенциального риска, так и вероятностью нахождения человека в заданной точке пространства относительно источника опасности, вследствие возможных взрывов и пожаров на рассматриваемой установке является приемлемым в рамках установленных действующими нормативными документами критериев приемлемости индивидуального риска.

Данные результаты могут быть использованы при создании ПЛАС и разделов по промышленной безопасности в регламентах и других документах.

Список литературы

1. **Сумарченкова И. А., Симаков Д. П.** Утилизация отходов нефтепереработки с использованием биотехнологии. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. II Всероссийская научно-практическая конференция "Процессы, технологии, оборудование, опыт переработки отходов и вторичного сырья". Самара, 2008 г.
2. **Рекомендации** по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах, утв. приказом Ростехнадзора от 26 декабря 2012 г. № 781, М.: НТУ и ГУП НТЦ "промышленная безопасность". — 54 с.
3. **Козлитин А. М., Попов А. И., Козлитин П. А.** Количественный анализ риска возможных разливов нефти и нефтепродуктов. Управление промышленной и экологической безопасностью производственных объектов на основе риска: Междунар. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2005. С. 135—160.
4. **Козлитин А. М., Попов А. И., Козлитин П. А.** Теоретические основы и практика анализа техногенных рисков. Вероятностные методы количественной оценки опасностей техносферы. — Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2002. 178 с.
5. **ГОСТ Р 12.3.047 ССБТ.** Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Введ. 2000-01-01. — М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов. 2003. — 110 с.
6. **Методика** определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404. — 58 с.

I. A. Sumarchenkova, Associate Professor of Department, e-mail: bjd@list.ru, Samara State Technical University

Emergence Environmental and Professional Risks Assessment in Oil Slimes Processing Technological Process

Environmental and professional risks are estimated in oil slimes processing technological process. Various scenarios of emergencies for this purpose are developed. It is shown that the greatest danger is constituted by oil slimes tanks storage as they contain large volume of combustible liquid and work in the difficult intense deformed state. The most dangerous accident scenario is defined, proceeding according to the scheme: final tank fracture → oil slime spill → a passage fire. Oil slime spreading time is estimated in case of instant disclosure of the tank with full emission of contents in environment. Probable zones of service personnel stay places thermal defeat are defined. Results of the considered installation accidents risk analysis testify that the border of a potential death person zone risk the doesn't exceed $9,4 \cdot 10^{-7} \text{ g}^{-1}$. It allowed developing oil slimes safety installation and purification operation normative documents.

Keywords: tank, oil slime, accident, dangerous situation, probability, risk, fire, ignition, thermal radiation, extent of defeat, consequence

References

1. **Sumarchenkova I. A., Simakov D. P.** Utilizatsiya othodov neftepererabotki s ispolzovaniem biotekhnologii. Izvestiya *Samarskogo nauchnogo tsentra rossiyской akademii nauk*. II Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Protsessyi, tehnologii, oborudovanie, opyt pererabotki othodov i vtorichnogo syrya". Samara, 2008 g.
2. **Rekomendatsii** po razrabotke planov lokalizatsii i likvidatsii avariyn na vzryivopozharoopasnykh i himicheskikh opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh, utv. Prikazom Rostehnadzora ot 26 dekabrya 2012 g. N 781. M.: NTU i GUP NTTs "promyshlennaya bezopasnost". 54 p.
3. **Kozlitin A. M., Popov A. I., Kozlitin P. A.** Kolichestvennyy analiz riska vozmozhnykh razlivov nefti i nefteproduktov. *Upravlenie promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnostyuproduktivnykh ob'ektov na osnove riska: Mezhdunar. nauch. sb.* Saratov: SGTU, 2005. P. 135–160.
4. **Kozlitin A. M., Popov A. I., Kozlitin P. A.** Teoreticheskie osnovy i praktika analiza tehnogennykh riskov. Veroyatnostnyye metodyi kolichestvennoy otsenki opasnostey tehnosfery. Saratov: Sarat. gos. tehn. un-t, 2002. 178 p.
5. **GOST R 12.3.047 SSBT.** Pozharnaya bezopasnost tehnologicheskikh protsessov. Obschie trebovaniya. Metodyi kontrolya. Vved. 2000-01-01. M.: Gosstandart Rossii: Izd-vo standartov, 2003. 110 p.
6. **Metodika** opredeleniya raschjotnykh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennykh ob'ektakh. Utv. prikazom MCHS Rossii ot 10.07.2009. N 404. 58 p.

УДК 504.05

В. В. Бондаренко, д-р техн. наук, проф. кафедры,
А. М. Шигапов, асп., e-mail: at-rezh@yandex.ru, Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

Оценка масштаба воздействия аварий при перевозке опасных грузов через густонаселенные районы

Приведены результаты анализа расчетных данных по масштабам воздействия на население последствий аварий при перевозке опасных грузов. Произведена оценка безопасности перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом через густонаселенные территории. Полученные результаты показывают очевидность необходимости строительства отдельного железнодорожного пути для перевозки опасных грузов в обход густонаселенных территорий.

Ключевые слова: безопасность, опасные грузы, железная дорога, авария

Современная цивилизация столкнулась с огромной проблемой, заключающейся в том, что аварии в условиях современной техносферы по своим масштабам и тяжести последствий уже сравнимы с природными катастрофами.

Увеличение интенсивности движения, постоянно расширяющийся ассортимент продукции, перевозимой по железной дороге, в том числе в виде опасных грузов, ставит ее в число объектов, на которых возникновение чрезвычайных ситуаций наиболее вероятно.

Как и любой сложный технологический комплекс, железнодорожный транспорт потенциально опасен для природной среды и населения, особенно при аварийных ситуациях во время перевозки опасных грузов. Несмотря на проводимые ОАО "РЖД" России работы по повышению безопасности движения, потенциальная опасность железных дорог продолжает сохраняться.

По результатам анализа МЧС России определяющим фактором, влияющим на безопасность движения на железнодорожном транспорте, остается изношенность технических средств. Из 125 тыс. км возвращенной длины железных дорог 17,1 тыс. км (13 %) выработали свой ресурс. Требуют замены

26,7 млн шпал (12,4 %). Протяженность участков с дефектами и деформациями земляного полотна железных дорог составляет по всем железным дорогам 12,5 %, на Северной железной дороге — 41,4 %, Забайкальской — 26,4 %, Дальневосточной — 26,1 %. Тем не менее, потребности службы пути в новых рельсах удовлетворяются на 80 %, что в существующих экономических условиях является хорошим показателем, позволяющим избежать крупных крушений и аварий.

Критическая обстановка сложилась на железных дорогах и с состоянием мостов, тоннелей и других искусственных сооружений. В результате их длительной эксплуатации (25 % мостов почти в 2 раза превысили нормативный срок службы) в конструкциях этих искусственных сооружений в последние годы резко возросло количество дефектов. В сети железных дорог эксплуатируется 11 % дефектных искусственных сооружений от их общего количества, на Сахалинской железной дороге — 37 %, Забайкальской — 36 %, Восточносибирской — 15 %. Для замены металлических конструкций мостов требуется 260 тыс. тонн металла. В последние годы в 6,6 раза сократилась закупка новых электровозов и в 7 раз новых тепловозов.



Крайне негативное влияние на состояние безопасности перевозок опасных грузов железнодорожным транспортом оказывает неудовлетворительное техническое состояние подвижного состава. Более четверти парка грузовых вагонов были построены по устаревшим нормам прочности и выработали свой ресурс. Особенно неблагоприятное положение сложилось с парком вагонов-цистерн, половина его составляют вагоны-цистерны постройки до 1973 г. В эксплуатации находится 28,5 % цистерн с продленными сроками эксплуатации. Износ основных технических средств сигнализации, централизации, блокировки составляет 55,3 %, основных фондов электрифицированных железных дорог — 50,8 %.

Острым проблемным вопросом является рост числа преступных посягательств на устройства энергоснабжения, сигнализации, централизации, блокировки и связи с целью хищения цветных металлов.

У МЧС России вызывает озабоченность продолжающаяся тенденция сокращения на железных дорогах числа восстановительных поездов. Опасность последствий аварийной ситуации на железной дороге увеличивается при попадании в зону аварии вагонов, контейнеров с опасными грузами, мест их складирования и погрузки. Транспортные перевозки, особенно перевозки опасных грузов, могут вносить негативный вклад в ухудшение безопасности и экологической обстановки по всей территории РФ.

Особо опасными являются аварии на железнодорожном транспорте при сходах подвижного состава и возникновении пожаров, сопровождающихся взрывами вагонов с взрывчатыми веществами, цистерн с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, сжиженными углеводородными газами, а также разливом горючих жидкостей при повреждении запорной арматуры и образовании пробоин. Если авария принимает крупные масштабы, то опасные факторы пожара, взрыва и вредные токсичные вещества могут привести к поражению населения и участников ликвидации последствий аварий, находящихся на территории, прилегающей к объектам железнодорожного транспорта.

Основная часть перевозимых опасных грузов (более 90 %) приходится на классы 2—6, включающие газы сжатые и сжиженные, легковоспламеняющиеся жидкости и твердые вещества, окисляющие вещества, ядовитые и инфекционные вещества.

Наибольшую опасность представляют грузы, относящиеся к классам 2, 3, 4 и 5, так как, с одной стороны, большая часть опасных грузов приходится на эти классы, а с другой стороны, аварии, связанные с этими грузами, могут приводить к чрезвычайно опасным последствиям: пожарам, взрывам, загрязнению окружающей среды и человеческим жертвам.

Структура опасных грузов, перевозимых по железной дороге, представлена ниже:

Грузы классов 2 и 6	90 %
Грузы классов 1 и 7	0,3 %
Прочие опасные грузы	9,7 %

Наиболее пожаро-взрывоопасными веществами и часто перевозимыми грузами являются сжиженные углеводородные газы (СУГ): пропан, Н-бутан, пропан-бутан, пентан, изопентан, изобутилен, пропилен и др.

Первичная опасность, возникающая при перевозке газов в сжиженном и сжатом состояниях в условиях пожара, заключается в повышении давления при воздействии тепловой (лучистой) энергии, которое приводит к разрушению (разрыву) цистерн. Происходит так называемый физический взрыв. При этом обломки разрушенной цистерны могут повредить стоящие рядом цистерны, другой подвижной состав, а также здания и сооружения, находящиеся даже на значительном расстоянии от места взрыва.

Наиболее опасным поражающим фактором при авариях цистерн со сжатыми углеводородными газами и с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) является взрыв. Взрыв сопровождается образованием ударной волны, вызывающей разрушение зданий и сооружений, резким повышением избыточного давления, загрязненностью местности и разлетом грунта, кусков разорвавшейся цистерны и других твердых предметов, являющихся поражающим человека фактором.

Поражающее действие осколков и других твердых предметов при взрывах наземного характера ограничивается 200...300 м, что значительно меньше действия на человека ударной волны. Относительно мало и действие токсичных газов, выделяющихся при взрывах.

Из сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) значительное место в структуре их перевозок по железной дороге занимают хлор (основной потребитель — коммунальное хозяйство) и аммиак (основные потребители — пищевая и химическая промышленности).

Хлор и аммиак перевозятся в сжиженном состоянии. Это газы с удушливым резким запахом. При испарении на воздухе жидкий хлор образует с водяными парами белый туман, который является причиной массового поражения людей. Главным поражающим фактором при разгерметизации цистерн с сильнодействующим ядовитым веществом является химическое заражение приземного слоя атмосферы. Возможно также заражение водных источников, почвы, растительности и т. д.

В пояснительной записке ОАО "УралГИПРО-ТРАНС" "Развитие Северного обхода Свердловского железнодорожного узла" указано, что количество грузовых поездов, проходящих в широтном направлении, будет увеличиваться и вскоре должно достигнуть 160 поездов в сутки. Если учесть, что в составе большинства поездов имеются опасные грузы, то вероятность тяжелых последствий в случае аварий крайне высока, поскольку существующий путь перевозки опасных грузов со станциями: ВИЗ — Свердловск-пассажирский — Пер-

вомайская — Шарташ проходит через густонаселенные районы и центр г. Екатеринбург.

Для оценки вероятности и возможных последствий аварийных ситуаций при перевозке опасных грузов выполнены расчеты параметров опасных факторов аварий для опасных веществ с наибольшим объемом перевозок по железной дороге [1].

Для сравнительной оценки последствий аварий с грузами 2—6 классов опасности, транспортируемых по железной дороге, расчеты выполнялись с эквивалентными количествами этих веществ. Результатом анализа выполненных расчетов последствий воздействия на население и окружающую среду факторов аварии этих веществ являлось обоснование выбора месторасположения объездного пути для перевозки опасных грузов, минуя густонаселенные районы.

Расчет параметров опасных факторов аварий со сжиженными углеводородными газами включал определение размеров взрывоопасных зон и избыточного давления взрыва [1]. Зону взрывоопасных концентраций определяли для наиболее опасного варианта — в неподвижной среде. Выполнены расчеты размеров взрывоопасных зон при неподвижной воздушной среде на открытом пространстве, зон избыточного давления взрыва топливно-воздушной смеси (ТВС) во фронте ударной волны при авариях с СУГ, определено разрушающее действие взрыва. По заданным для расчета величинам избыточного давления, поражающего людей, здания и сооружения, определены соответствующие радиусы поражения людей, зданий и сооружений.

Установлено, что при взрыве ТВС, образовавшемся в результате разгерметизации цистерн с СУГ, летальный исход в 50 % случаев будет для людей, находящихся от эпицентра взрыва на расстоянии 40 м. Порог смертельного поражения — на расстоянии 62 м, тяжелая степень поражения человека будет на расстоянии 99 м, порог поражения человека составит 1115 м от эпицентра взрыва. Полное и среднее разрушение каменных и деревянных зданий произойдет на расстоянии 372 м от эпицентра взрыва.

Расчет параметров опасных факторов аварий с легковопламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) включал определение радиуса загазованности (взрывоопасной зоны) при полной разгерметизации цистерны, расчет зон избыточного давления на различных расстояниях от геометрического центра облака.

Установлено, что при взрыве ТВС, образовавшемся в результате разгерметизации цистерны с ЛВЖ, летальный исход в 50 % случаев будет у людей, находящихся на расстоянии от эпицентра взрыва 19 м. Тяжелая степень поражения будет на расстоянии 41 м, порог поражения человека составит 350 м от эпицентра взрыва. Полное и среднее разрушение каменных и деревянных зданий произойдет на расстоянии около 87 м от эпицентра взрыва.

Наиболее плачевные последствия для населения, установленные расчетами распространения аварийно химически опасных веществ, в частности, сильнодействующего ядовитого вещества — хлора, перевозимого по железной дороге в сжиженном состоянии и относящегося к 6-му классу опасности. При аварии в атмосферу выбрасываются аварийно химически опасные вещества (АХОВ), образуя зону заражения. Двигаясь по направлению приземного ветра, облако АХОВ может сформировать зону заражения глубиной до десятков километров, вызывая поражения людей в населенных пунктах.

Ориентировочные значения глубины распространения некоторых СДЯВ в условиях городской застройки и скорости ветра 1 м/с приведены в таблице [2].

Ориентировочная структура потерь людей в очаге химического поражения составит: легкой степени — 25 %, средней и тяжелой степени (с выходом из строя не менее чем на 2—3 недели и нуждающихся в госпитализации) — 40 %.

Расчет глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком СДЯВ при авариях выполнен с использованием руководящего документа РД 52.04.253—90 [3]. При скорости ветра по прогнозам 0,6...1 м/с зона заражения имеет вид полукруглости, точка "0" (ноль) соответствует источнику заражения, угол равен 180, радиус полукруглости — это глубина зоны заражения.

Определено эквивалентное количество СДЯВ в первичном и во вторичном облаке, глубина зоны заражения при разрушении емкости со СДЯВ. Рассчитаны глубины зон поражения, в том числе со смертельной концентрацией — 6,318 км и 1,395 км соответственно. Так как газообразный хлор примерно в 2,5 раза тяжелее воздуха, он концентрируется в основном на уровне человеческого роста. Вдыхание значительного количества хлора вызывает отравление.

Расчет потери людей ведется по станциям, на которых может произойти авария с учетом того, что в доме условно принято четыре подъезда, на

Ориентировочные значения глубины (км) распространения некоторых СДЯВ в условиях городской застройки и скорости ветра 1 м/с

Масса СДЯВ, т	Аммиак	Хлор	Синильная кислота
5	0,5/0,1	4,0/0,9	24,0/1,8
25	1,3/0,4	11,5/2,5	7,1/5,5
50	2,1/0,6	18,0/3,8	12,0/9,0
100	3,4/1,0	30,0/6,3	18,0/14,0

Примечания: 1. В числителе указано расстояние для поражающей, в знаменателе — смертельной концентрации. 2. Табличные значения уменьшаются при изотермии в 1,3 раза, при конвекции — в 1,6 раза.



этаже по четыре квартиры, в квартире по три человека. Хлор распространяется до первого этажа. В частном доме проживает по три человека.

На основании расчетов были получены данные возможных последствий аварийных ситуаций, связанных с перевозкой опасных грузов железнодорожным транспортом в пределах г. Екатеринбурга.

С использованием картографических материалов было установлено, что в зоне химического заражения со смертельными концентрациями хлора по существующему пути следования опасных грузов погибают 36 325 человек. По предлагаемому северному пути (Звезда — Восточная — Малышева—Высоцкого) погибают 11 085 человек.

Таким образом, северный путь наиболее безопасный, так как в случае аварии количество погибших будет меньше в 3 раза. Следовательно, строительство северного пути более чем обосновано [4].

Поскольку многие катастрофы предотвратить нельзя, то борьба за уменьшение ущербов и потерь от них должна быть важным элементом государственной политики страны, в основу которой положены прогнозирование и своевременное предупреждение людей о грядущем бедствии.

Существующие на железной дороге проблемы изношенности транспортных средств, несанкционированного вмешательства в деятельность железнодорожного транспорта, в том числе разоборудования железнодорожных путей, устройств автоматики и телемеханики, различные хищения оборудования, а также вмешательства террористической направленности повышают риск возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте, тем более при перевозке опасных грузов.

Кроме того, с большой опасностью возникновения аварийных происшествий, последствиями которых могут быть проливы различного масштаба, а при неблагоприятных стечениях обстоятельств — пожары и взрывы, приводящие к значительным материальным потерям, загрязнению местности и поражению токсичными веществами значительных масс людей сопряжены перевозки нефти и нефтепродуктов на железнодорожном транспорте. В настоящее время доля нефтепродуктов в общем объеме грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, составляет около 20 %. По данным Межведомственной комиссии по экологической безопасности России около 30 % аварийных происшествий на железнодорожном транспорте связано с разливами нефтепродуктов [5].

При загрязнении нефтью и нефтепродуктами земель нарушаются и угнетаются все жизненные процессы: начинается деградация растительного

покрова, падает продуктивность сельскохозяйственных земель, происходит вытеснение отдельными видами растительности остальных, происходит вымывание нефтепродуктов из почв в подземные или поверхностные воды, нарушается экологическое равновесие в почвенном биоценозе. В результате процессов микробиологического и химического разложения происходит испарение нефти и нефтепродуктов, что является источником загрязнения атмосферного воздуха. В случае вымывания нефтепродуктов из почвенного профиля в водные объекты поверхностными ливневыми и тальными водами, происходит, с одной стороны, их загрязнение, а с другой — воде придается нефтяной запах и привкус, вследствие чего вода становится непригодной для водопотребления по органолептическим показателям.

Таким образом, направленность процессов, происходящих при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов, создает серьезную угрозу как для окружающей среды, так и для жизни и здоровья населения страны [6].

В этой связи актуальной является разработка мер, способных смягчить последствия техногенных аварий и катастроф, источником которых может стать железная дорога. Очевидно, что строительство объездного пути для перевозки опасных грузов в обход густонаселенных территорий является превентивной мерой снижения риска возникновения чрезвычайной ситуации для населения данных территорий.

Список литературы

1. **Руководство** по определению зон воздействия опасных факторов аварий со сжиженными газами, горючими жидкостями и аварийно химически опасными веществами на объектах железнодорожного транспорта. Утв. МПС России 20.11.97 г.
2. **Белов С. В.** Безопасность жизнедеятельности: учебн. для вузов. — М.: Высшая школа, 2001. — С. 485.
3. **Руководящий документ** РД 52.04.253—90 "Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте". Утв. Росгидрометом СССР 24.03.90 г.
4. **Бондаренко В. В.** Оценка безопасности перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом через густонаселенные территории // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 200-й годовщине победы России в Отечественной войне 1812. — Пермь, 2012. — С. 343—348.
5. **Соколов Ю. И.** Вопросы безопасности транспортировки опасных грузов // Проблемы анализа риска. — 2009. — Т. 6. — № 1.
6. **Гаврилин И. И., Шигапов А. М.** Некоторые особенности биологических методов очистки почвогрунтов от загрязнения нефтепродуктами // Международный научно-исследовательский журнал. — 2014. — № 3—1 (22). — С. 43—46.

V. V. Bondarenko, Professor of Chair, A. M. Shigapov, Postgraduate Student,
e-mail: at-rezh@yandex.ru, Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg

Assessment of the Scale of Impacts of an Accident During Carriage of Dangerous Goods Through Densely Populated Areas

The article contains the results of the analysis of calculated data on the magnitude of the impact on the population of the consequences of accidents during the transport of dangerous goods. Produced the assessment of the safety of transport of dangerous goods by rail through the densely populated territory. The results show the evidence of necessity of construction of a separate railway for transportation of dangerous cargoes bypassing populated areas.

Keywords: safety, dangerous goods, the railway accident, oil pollution

References

1. **Rukovodstvo** po opredeleniju zon vozdeystvija opasnyh faktorov avarij so szhizhennymi gazami, gorjuchimi zhidkostjami i avarijno himicheski opasnymi veshhestvami na ob'ektah zheleznodorozhnogo transporta. Utv. MPS Rossii 20.11.97 g.
2. **Belov S. V.** Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti: uchebnik dlja vuzov. M.: Vysshaja shkola, 2001. P. 485.
3. **Rukovodjashhij dokument** RD 52.04.253—90 "Metodika prognozirovaniya masshtabov zarazheniya sil'nodejstvujushimi jadovitymi veshhestvami pri avarij ah (razrushenijah) na himicheski opasnyh ob'ektah i transporte". Utv. Gosgidrometom SSSR 24.03.90 g.
4. **Bondarenko V. V.** Ocenka bezopasnosti perevozki opasnyh gruzov zheleznodorozhnym transportom cherez gustonaseennye territorii. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 200 godovshhine pobedy Rossii v Otechestvennoj vojne 1812. Perm I.* 2012. P. 343—348.
5. **Sokolov Ju. I.** Voprosy bezopasnosti tansportirovki opasnyh gruzov. *Problemy analiza riska.* 2009. T. 6. N 1.
6. **Gavrilin I. I., Shigapov A. M.** Nekotorye osobennosti biologicheskikh metodov ochestki pochvogruntov ot zagryazneniya nefteproduktami. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal.* 2014. N. 3—1 (22). P. 43—46.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ECOLOGICAL SAFETY

УДК 87.15.15:82.15.13

Ю. В. Никитенко, канд. техн. наук, преп., e-mail: yuliyanikitenk@yandex.ru,
Военно-воздушная академия, г. Воронеж

Оценка риска аварийного загрязнения окружающей среды в районах опасных производственных объектов

В статье сформулированы основные принципы управления рисками на промышленных объектах в современных условиях, базирующиеся на постулате полезности для общества. Рассмотрена схема риска и методы управления рисками на опасных производственных объектах, позволяющие уменьшить вероятность их возникновения. Предложена методика для определения факта экологической аварии, рассматривающая как выбросы вредных веществ в атмосферу, так и сбросы в водоемы.

Ключевые слова: экологический риск, принципы управления рисками, методы управления рисками, методика оценки риска

Введение

В основе управления риском любого производственного объекта лежит принцип оптимизации соотношения выгоды и ущерба. Стратегическая цель управления риском — стремление к достижению поставленных целей производственного объ-

екта, т. е. максимизация материальных и духовных благ ее сотрудников при обязательном условии: никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает вызываемого ею ущерба. Очевидно, что в условиях рыночной эконо-



мики на первое место в перечне целей производственного объекта выходит получение прибыли от его деятельности. И если каждый производственный объект ищет самостоятельно пути ее получения, то риски, сопровождающие эту деятельность, в основном, определены и не являются огромным массивом. Поэтому логично рассмотреть общие принципы управления рисками, характерные для всех сфер деятельности и типов производственных объектов и, если необходимо, скорректировать их применительно к современной действительности и предметной области исследования.

Принципы управления рисками

Первый принцип гласит, что ценность любой практической деятельности определяется ее полезностью для общества в целом, т. е. ее способностью повысить уровень благосостояния общества. Только учет всех "плюсов и минусов" любой деятельности может дать ответ на вопрос о ее полезности и целесообразности. При этом учитывается то обстоятельство, что выгода и ущерб от конкретной деятельности могут быть распределены между разными членами общества неравномерно. Тем не менее, считается необходимым исходить из этого принципа при управлении деятельностью любого производственного объекта.

В общем случае деятельность любого производственного объекта должна быть направлена на увеличение благосостояния всего общества, так как существовать в отрыве от государства невозможно. Однако изложенный принцип, если его использовать без каких-либо ограничений, может содержать серьезное противоречие с реальной действительностью. Он основан на стремлении к достижению максимально осуществимого уровня благосостояния общества в целом, которое можно считать реальным только в условиях равномерного распределения как выгоды, так и ущерба среди членов общества. Характерной особенностью реальной действительности являются ситуации, в которых негативные и позитивные результаты любой деятельности распределяются между членами общества крайне неравномерно: определенная группа населения испытывает ущерб от той деятельности, которая выгодна для другой группы.

Чтобы исключить это противоречие необходимо определить иной принцип управления рисками, отражающий реальное положение вещей в современном обществе. Назовем его принципом сочетания полезности и защищенности. Сущность его заключается в следующем: члены общества, добровольно согласившиеся на наличие в их жизни определенного, не превышающего предельно допустимого уровня риска от той или иной деятельности, которая требуется для удовлетворения их материальных и духовных потребностей, должны быть защищены от чрезмерного риска. Затраты на меры защиты (де-

нежные компенсации, создание защитных барьеров и т. д.) включаются в общую сумму затрат на вид деятельности и, таким образом, учитываются при оценке полезности реализации данного проекта или вида деятельности для общества в целом.

Введение этого принципа требует определения понятия предельно допустимого уровня (ПДУ) риска. ПДУ риска должен быть достаточно низким, чтобы это не мешало деятельности производственного объекта. Естественно стремление установить конкретное численное значение для величины ПДУ на таком низком уровне, какой технически достижим. Однако такое стремление, как показывают практика и расчеты, связано со значительными экономическими затратами на снижение риска, которые в конечном итоге, как правило, ведут к нерентабельности самой хозяйственной деятельности. В силу этого при установлении конкретного численного значения для ПДУ риска учитывают уровень экономического развития, достигнутого в рассматриваемом обществе. Принятое конкретное значение ПДУ как обязательное условие должно обеспечивать жизнеспособность дальнейшего развития производственного объекта. Более высокий уровень экономического развития позволяет установить более низкие значения ПДУ.

Для реализации стратегической цели производство некоторого объекта необходимо обеспечить достижение некоторых тактических целей управления рисками. Первая из них — обеспечить максимальную среднестатистическую продолжительность полезной жизни, в течение которой личность может и хочет вести полноценную и деятельную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия (оптимизация защиты). В этом состоит сущность *второго из принципов* управления рисками — обеспечения оптимизации защиты. Особенностью его является создание таких условий для жизнедеятельности индивидуума, чтобы он приложил максимальные усилия для обеспечения эффективной деятельности производственного объекта в максимально долгий период времени.

Третий принцип относится в большей степени к отношению между производственным объектом и окружающей средой. Суть его состоит в том, что при управлении рисками необходимо в полной мере учитывать весь спектр существующих в регионе деятельности производственного объекта опасностей, и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких-либо ограничений должна быть доступна самым широким слоям населения. Однако такая формулировка тоже вызывает неоднозначность в процессе управления рисками. Известно, что избыток информации так же вреден для процесса принятия решения, как и ее недостаток. И наличие "вредной" информации зачастую приводит к возникновению новых рисков. Поэтому предлагается измененная формулировка этого принципа. При управлении рисками необходимо

максимально возможно учитывать весь спектр существующих в регионе деятельности производственного объекта опасностей. В то же время информация о принимаемых решениях в этой области должна быть доступна самым широким слоям населения в том объеме, который не приводит к возникновению новых опасностей. В такой формулировке назовем третий принцип принципом необходимой и достаточной информированности.

Четвертый принцип более глобален в смысле его аксиоматичности. Суть его заключается в следующем: управление риском должно реализовываться в рамках строго обоснованных ограничений техногенного воздействия любого вида на природные экосистемы. Сформулированные принципы лежат в основе управления рисками производственного объекта, и дальнейшее исследование этого вопроса будет основываться на них.

Методы управления рисками

Знания о конкретном риске можно получить путем анализа этого риска и изучения аварий, которые происходили на аналогичных производственных объектах, перерабатывающих тот же вид сырья. Полученные знания используются в процессе управления рисками, который состоит из следующих этапов:

- идентификация риска;
- оценка риска;
- выбор методов управления риском и их применение.

Идентификация риска заключается в систематическом выявлении, изучении и описании рисков, которые характерны для данного вида деятельности. Затем производится оценка риска, которая сводится к определению степени его вероятности и размеров потенциального ущерба. После этого происходит выбор метода управления риском. Существует шесть методов управления риском [2]:

- 1) управление риском посредством профилактики его возникновения;
- 2) отказ от риска;
- 3) профилактика снижения последствий;
- 4) принятие риска;
- 5) хеджирование или страхование;
- 6) передача риска.

На рисунке приведена схема риска. Сами причины возникновения рисков — это стрелки, соединяющие прямоугольники "Причины" и "Рисковое событие". Прямоугольник "Причины" — это факторы риска, т. е. это та деятельность, при которой могут возникать рисковые события.

Мероприятия по снижению риска должны быть своего рода "блоками" (на схеме прямоугольники) на пути развития ситуации в двух направлениях. "Блоками" между причинами и рисковыми событиями и "блоками" между рисковыми событиями и последствиями.

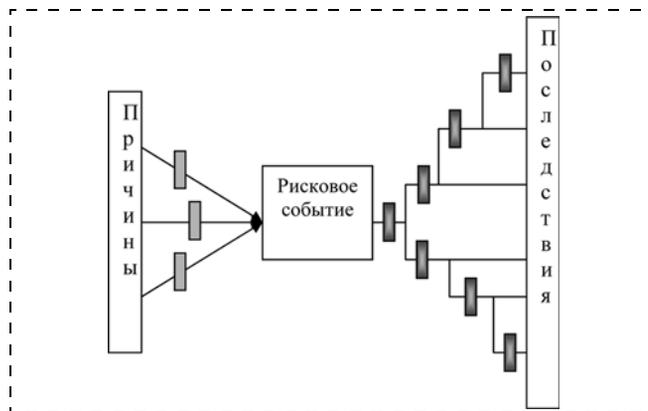


Схема риска

Зная цели, можно определить негативные последствия неких событий, которые могут привести, например:

- к ухудшению репутации производственного объекта в глазах общественности, государства, партнеров, заказчиков и т. д., за счет "грязного" производства, впоследствии — финансовые потери за счет, например, сокращения рынка сбыта продукции;

- к финансовым потерям за счет штрафов, исков и т. д.

Соответственно дальнейшая задача — выделить рисковые события, которые могут привести к этим последствиям.

В России несоблюдение установленных нормативов в настоящее время скорее правило, чем исключение. Связано это со многими причинами, основными из которых являются устаревшее оборудование и технологии и несовершенство отечественного природоохранного законодательства, устанавливающего такие нормативы, которых невозможно достичь даже теоретически.

Соответственно, одним из способов влияния на наступление рискового события в таком случае (например, у производственного объекта имеются превышения нормативов выбросов в атмосферу) будут мероприятия, направленные на снижение выбросов.

Таким образом, управление риском решает две основные задачи:

- анализ величины экологического риска и принятие решений, направленных на ее снижение до пределов, соответствующих приемлемому уровню риска;
- анализ цены экологического риска и реализация методов ее снижения.

Цена экологического риска G определяется по формуле:

$$G = R_0 \cdot Y_0,$$

где R_0 — величина экологического риска; Y_0 — экологический ущерб, определяющий экономический эквивалент потерь вследствие прогнозируемого натурального ущерба.



Экологический ущерб рассчитывается как сумма:

$$Y_0 = \sum C_i \cdot W_i,$$

где C_i — цена составляющей натурального ущерба на единицу его измерения; W_i — обобщенная составляющая прогнозируемого натурального ущерба.

Обобщенные стоимостные показатели C и W связывают с оценками ущерба: от загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов и земель; от сверхлимитного размещения отходов; от уничтожения биологических ресурсов; от уничтожения лесов и др.

На основе практического опыта и проведенных на его основе исследований разработан и используется стратегический алгоритм управления риском, основанный на логических операциях выбора направления действий в зависимости от выполнения критериев приемлемости величины и цены экологического риска [2].

1. Если оценка величины экологического риска показывает, что он мал по сравнению с пренебрежимо малым уровнем риска, то экологический риск принимается пренебрежимо малым и дальнейшие шаги не обязательны.

2. Если риск оказывается в диапазоне между пренебрежимо малым и предельно допустимым, то на основе оценки риска проводится расчет цены экологического риска. Если цена удовлетворяет заданным требованиям, то дальнейшие мероприятия не планируются. Если цена экологического риска превышает приемлемый уровень, то необходимо реализовать мероприятия, направленные на снижение риска и предотвращение ущерба. Если реализация планируемых мероприятий приведет к снижению цены экологического риска до приемлемого уровня, то задача по управлению риском решена.

3. Если экологический риск в результате оценки превысил предельно допустимый уровень, то необходимо:

а) оценить мероприятия по повышению технической безопасности техногенного объекта, направленные на снижение вероятности реализации неблагоприятных эффектов (основное направление);

б) оценить эффект от повышения защищенности объектов окружающей среды (дополнительное направление).

Существуют различные мероприятия по повышению технической безопасности, которые могут подойти в той или иной ситуации.

1. По возможности, замена опасных материалов безопасными или менее опасными в существующем технологическом процессе.

2. Снижение запасов опасных материалов. Производство опасных материалов на месте и их использование непосредственно в технологическом процессе.

3. Обеспечение безопасного расстояния между опасным производством и жилой зоной. Предотвращение размещения жилых зданий и других общественных сооружений вблизи производственного объекта. Если потребуется, выкуп земли во-

круг производственного объекта для обеспечения безопасного расстояния для населения.

4. Применение автоматизации с тем, чтобы необходимость для производственного персонала посещать опасные производственные участки производственного объекта была минимальной.

5. Предотвращение аварийных утечек путем:

— грамотного проектирования конструкций с применением коррозионно-стойких материалов, рассчитанных на определенное давление;

— соблюдения установленных норм и стандартов;

— эксплуатации производственного объекта в соответствии с установленным ограничением по предельной мощности;

— анализа по методике определения опасностей и работоспособности (HAZOP) во время проектирования и до внесения изменений на производственном объекте;

— регулярного ремонта и технического обслуживания;

— подготовки письменного руководства по безопасной эксплуатации и техническому обслуживанию (ремонту) оборудования;

— подготовки и повышения квалификации операторов, ответственных за соблюдение техники безопасности;

— минимизации потенциальных источников возгорания на производственных объектах, использующих горючие и воспламеняющиеся материалы (специальные конструкции электрооборудования и приборов, запрет и специальные меры предосторожности при проведении сварочных работ, ремонт и техническое обслуживание оборудования с вращающимися узлами для предотвращения перегрева от трения);

— быстрого определения любых утечек путем использования детекторов газа, манометров или других средств, в том числе для изоляции подтекающих участков, а также автоматических или ручных дистанционных задвижек для снижения объема выброса опасных веществ. Продувка изолированных участков через трубопроводные системы безопасности, такие как факельная установка, скруббер или вытяжная труба;

— оснащения системами аварийной сигнализации и разработки планов эвакуации людей в безопасные места, расположенные вдали от того места, где возможен выброс опасных веществ в значительных количествах;

— оборудования производственного объекта противопожарными автоматическими системами, такими как: спринклеры, дренчеры и огнетушители для снижения ущерба от пожара.

— использования подручных средств, обучения персонала пользованию противогазами и другими специальными средствами защиты при локализации утечек, борьбе с огнем или выбросом газа. Например, при выбросе аммония, который хорошо растворяется в воде, использование завесы из водяной пы-

ли может способствовать поглощению значительной части этого вредного вещества в облаке выброса.

Таким образом, процесс управления рисками достаточно сложен и включает в себя несколько этапов. Однако реализация этих этапов не является окончанием процесса управления, так как не устраняются сами риски.

Предотвращение аварий требует значительных усилий и финансовых затрат на всех этапах управленческого цикла. Средства, затраченные на обеспечение безопасности, уменьшают прибыль производственного объекта в краткосрочной перспективе и повышают стоимость продукции.

В соответствии с принципами оценки экологического риска, опишем механизм его количественного определения для опасного производственного объекта. Для этого необходимо определить ситуацию, когда объективно существуют отклонения параметров экологической обстановки от заданного уровня, которая приводит к необходимости поиска решений ликвидации социальных и экономических последствий. В дальнейшем данную ситуацию будем рассматривать как экологическую аварию.

Методика оценки риска экологической аварии

Для определения факта экологической аварии предложена следующая методика.

Оценка риска экологической аварии при загрязнении атмосферы

В перечень источников экологического риска включаются объекты, выбросы вредных веществ которых (единовременные или накоплением) могут в течение определенного периода (год) привести к загрязнению атмосферы, когда хотя бы по одному вредному веществу выполняется одно из неравенств:

$$m_{\text{ВВ}i}^{\text{с}} \geq \tau_i^1 \text{ПДВ}_i; \quad m_{\text{ВВ}i}^{\text{н}} \geq \tau_i^2 \text{ПДВ}_i;$$

$$m_{\text{ВВ}i}^{\text{м}} \geq \tau_i^3 \text{ПДВ}_i; \quad m_{\text{ВВ}i}^{\text{г}} \geq \tau_i^4 \text{ПДВ}_i,$$

где $m_{\text{ВВ}i}^{\text{с}}$, $m_{\text{ВВ}i}^{\text{н}}$, $m_{\text{ВВ}i}^{\text{м}}$, $m_{\text{ВВ}i}^{\text{г}}$ — масса вредного вещества i -го вида, которая может попасть соответственно за сутки, неделю, месяц, год (единовременно или накоплением) в атмосферу в течение анализируемого периода (год) и рассматриваться как следствие экологической аварии; ПДВ_i — предельно допустимый выброс i -го ВВ в атмосферу; τ_i^j — коэффициент загрязнения, характеризующий i -й вид ВВ, j -й отрезок времени и окружающую среду региона.

Объемы предполагаемых выбросов вредных веществ определяются либо по количеству вредных выбросов за соответствующий период, либо при изменении номенклатуры производства — расчетным путем по нормативам образования отходов при переработке сырья и обработке полуфабрикатов.

Выбросы вредных веществ от объектов также могут рассматриваться как следствие экологической аварии. Аварийным загрязнением атмосферы, фактически наступившим, считается такое загрязнение, при котором хотя бы по одному вредному веществу i -го вида выполняется одно из неравенств хотя бы один раз:

$$m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{с}} \geq 0,1(\max M_i) \geq \tau_i^1 \text{ПДВ}_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{н}} \geq 0,3(\max M_i) \geq \tau_i^2 \text{ПДВ}_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{м}} \geq 0,7(\max M_i) \geq \tau_i^3 \text{ПДВ}_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{г}} \geq \max M_i \geq \tau_i^4 \text{ПДВ}_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots,$$

где $m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{с}}$, $m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{н}}$, $m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{м}}$, $m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{г}}$ — масса вредного вещества i -го вида, поступившая соответственно за любые сутки, неделю, месяц, год (единовременно или накоплением) в атмосферу в течение анализируемого периода (год) и рассматриваемая как следствие экологической аварии; $\max M_i$ — максимальная масса выбросов i -го вещества за последние 3 года.

Опыт работы с применяемой методикой показал, что информацию о выбросах вредных веществ за 24 часа, 7 и 30 суток получить практически невозможно. Поэтому до разработки соответствующих методов сбора данных об экологических авариях, следует использовать в расчетах годовые объемы предполагаемой и фактической массы вредных выбросов. Кроме того, коэффициенты τ в процессе практических расчетов должны быть дифференцированы как по видам вредных веществ, так и в зависимости от состояния окружающей среды в регионе.

Оценка риска экологической аварии при загрязнении водоемов

В перечень источников экологического риска включаются объекты, сбросы вредных веществ (ВС) которых (единовременные или последовательные) могут в течение анализируемого периода (год) привести к загрязнению водоемов, когда хотя бы по одному вредному веществу вида выполняется одно из неравенств:

$$m_{\text{ВС}i}^{\text{с}} \geq \lambda_i^1 \text{ПДС}_i; \quad m_{\text{ВС}i}^{\text{н}} \geq \lambda_i^2 \text{ПДС}_i;$$

$$m_{\text{ВС}i}^{\text{м}} \geq \lambda_i^3 \text{ПДС}_i; \quad m_{\text{ВС}i}^{\text{г}} \geq \lambda_i^4 \text{ПДС}_i,$$

где $m_{\text{ВС}i}^{\text{с}}$, $m_{\text{ВС}i}^{\text{н}}$, $m_{\text{ВС}i}^{\text{м}}$, $m_{\text{ВС}i}^{\text{г}}$ — масса сбросов вредного вещества i -го вида, которая может поступить соответственно за любые сутки, неделю, месяц, год (единовременно или накоплением) в водоем в течение анализируемого периода (год) и рассматриваться как следствие экологической аварии; λ_i^j — коэффициент загрязнения, характеризующий i -й вид вредного вещества, j -й отрезок времени и водоем.



Аварийным загрязнением водоема, фактически наступившим, считается такое загрязнение, при котором хотя бы по одному вредному веществу i -го вида выполняется одно из неравенств хотя бы один раз:

$$m_{\text{BC}i\phi}^{\text{C}} \geq 0,2(\max M_i) \geq \lambda_i^1 \text{ПДС}_i, i = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m_{\text{BC}i\phi}^{\text{H}} \geq 0,4(\max M_i) \geq \lambda_i^2 \text{ПДС}_i, i = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m_{\text{BC}i\phi}^{\text{M}} \geq 0,7(\max M_i) \geq \lambda_i^3 \text{ПДС}_i, i = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m_{\text{BC}i\phi}^{\text{Г}} \geq \max M_i \geq \lambda_i^4 \text{ПДС}_i, i = 1, 2, 3, \dots,$$

где $m_{\text{BC}i\phi}^{\text{C}}$, $m_{\text{BC}i\phi}^{\text{H}}$, $m_{\text{BC}i\phi}^{\text{M}}$, $m_{\text{BC}i\phi}^{\text{Г}}$ — масса сбросов вредного вещества i -го вида, поступившая соответственно за любые сутки, неделю, месяц, год (единовременно или накоплением) в водоем в течение анализируемого периода (год) и рассматриваемая как следствие экологической аварии; $\max M_i$ — максимальная масса сбросов i -го вещества за последние 3 года.

В случае отсутствия нормативов образования отходов по конкретному вредному веществу объемы сбросов этого вещества устанавливаются экспертно сотрудниками природоохранных служб.

На практике не ведется учет сбросов (в том числе и аварийных) вредных веществ за сутки, неделю и месяц. Поэтому до разработки соответствующих методов сбора данных об экологических авариях в расчетах следует использовать годовые объемы предполагаемой и фактической массы вредных сбросов.

Кроме того, коэффициенты λ в процессе практических расчетов должны быть дифференцированы как по видам вредных веществ, так и в зависимости от экологического состояния водоема.

Расчет величины убытков от экологических аварий определяют на основе рекомендаций, сформули-

рованных с учетом особенностей каждого производственного объекта. При этом годовая масса фактического аварийного выброса $\Delta m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{Г}}$ вредных веществ в атмосферу находится из выражения:

$$\Delta m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{Г}} = 0,75(m_{\text{ВВ}i\phi}^{\text{Г}} - \tau_i^4 \text{ПДВ}_i),$$

а годовая масса вредных веществ, которая может поступить в атмосферу в результате потенциальной экологической аварии:

$$\Delta m_{\text{ВВ}i}^{\text{Г}} = 0,75(m_{\text{ВВ}i}^{\text{Г}} - \tau_i^4 \text{ПДВ}_i).$$

Годовая масса фактического аварийного сброса $\Delta m_{\text{BC}i\phi}^{\text{Г}}$ вредных веществ в водоемы вычисляется по формуле:

$$\Delta m_{\text{BC}i\phi}^{\text{Г}} = 0,75(m_{\text{BC}i\phi}^{\text{Г}} - \lambda_i^4 \text{ПДС}_i),$$

а годовая масса вредных веществ, которая может быть сброшена в водоемы:

$$\Delta m_{\text{BC}i}^{\text{Г}} = 0,75(m_{\text{BC}i}^{\text{Г}} - \lambda_i^4 \text{ПДС}_i).$$

Описанный выше механизм оценки экологического риска может быть применим для производственных объектов любых отраслей промышленности.

Список литературы

1. **Методические рекомендации** по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. РД 03-357-00. — М.: Госгортехнадзор России. ГП научно-технической центр по безопасности в промышленности, 2000. — 97 с.
2. **Методика** определения предотвращенного экологического ущерба. — М.: Госкомэкология России, 1999. — 61 с.
3. **Никитенко Ю. В.** Управление экологическим риском химически опасных объектов: Монография. — Воронеж: ВУНЦ ВВС "ВВА", 2013. — 69 с.

Y. V. Nikitenko, Lecturer, e-mail: yuliyankitenk@yandex.ru, Air-military academy, Voronezh

Risk Assessment of the Emergency Contamination Surrounding Ambiences in Region Dangerous Object

In article the cardinal principles of management risk on industrial object in modern condition, basing on postulate of usefulness for society are worded. The analysed methods of management risk and management problems, appearing herewith. Scheme of the risk, reflecting place action on reduction risk and their consequence, methods of management risk on dangerous production object, allowing reduce probability of their origin are considered. The methods for determination of the fact to ecological damage, considering both surges bad material in atmosphere, and unsets in yards and lakes are offered. The presented way of the calculation of the annual mass of the actual emergency surge can be used for determination of the value of the losses from ecological damage. Given methods applicable for analysis of the risk of the emergency contamination dangerous production object different branches to industry.

Keywords: ecologic risk, methods of risk management, methods of the risk estimation, at most possible level

References

1. **Metodicheskie rekomendacii** po sostavleniju deklaracii promyshlennoj bezopasnosti opasnogo proizvodstvennogo ob'ekta. RD 03-357-00. — М.: Gosgortehnadzor Rossii. GP nauchno-tehnicheskij centr po bezopasnosti v promyshlennosti, 2000. 91 p.
2. **Metodika** opredelenija predotvrashhennogo jekologicheskogo ushherba. М.: Goskomjekologija Rossii, 1999. 61 p.
3. **Nikitenko Ju. V.** Upravlenie jekologicheskim riskom himicheski opasnyh ob'ektov: Monografija. Voronezh: VUNC VVS "VVA", 2013. 69 p.

С. М. Слободян, д-р техн. наук, доц. кафедры, Институт природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, e-mail: sms_46@ngs.ru, **В. П. Куц**, канд. техн. наук, доц., проф. Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя, Украина

Совершенствование ступенчатых систем пылевой и аэрозольной очистки вредных выбросов

Приведены данные анализа и практической оценки эффективности очистки воздушных промышленных потоков различающихся по принципам действия и конструктивному исполнению центробежно-инерционных пылеуловителей с жалюзийным отводом воздуха, для обоснования выбора наиболее эффективного принципа действия при последующей разработке нового типа пылеуловителя. Рассмотрены вопросы решения проблемы экологии, в том числе возможные варианты оценки состояния загрязнения водной и воздушной среды городов выбросами промышленных предприятий и транспорта. Изучены особенности различных принципов действия и механизмы функционирования нескольких типов центробежно-инерционных пылеуловителей с разными конструкциями отвода воздуха. Выявлены некоторые явления, препятствующие достижению одноэтапной полной очистки от пыли газовых потоков. Проведено моделирование процессов извлечения пыли разработанными авторами системами очистки. Разработаны и созданы три типа пылеуловителей загрязненных воздушных потоков и опробована схема технологии очистки от пыли техногенных газовых и воздушных потоков. Применение предложенных устройств позволяет значительно сократить длительность анализа по сравнению с известными методами. Изложена методика расчетов эффективности созданных новых и усовершенствованных пылеулавливающих систем — центробежно-инерционных с жалюзийным отводом воздуха, мокрых и магнитных. Представлены результаты экспериментальных исследований и промышленной эксплуатации трех конструкций центробежно-инерционных пылеуловителей с жалюзийным отводом воздуха.

Ключевые слова: техногенная пыль, метод очистки, пылеуловители, эффективность, технология, пылеулавливание, предельно допустимая концентрация

Введение

Повышение безопасности жизнедеятельности, непосредственно связанное с решением проблем экологии, в том числе оценкой состояния загрязнения водной и воздушной среды городов вредными дымовыми, газовыми и аэрозольными выбросами промышленных предприятий и транспорта как в России, так и за рубежом, является актуальным [1—5]. Наиболее сильными загрязнителями воздуха являются агрегаты тепловых электростанций, тепловых сетей, а также индивидуальные топки жилых домов, работающие на жидком и твердом топливе. Выполнить требования к допустимому остаточному содержанию пыли в выбросах промышленных и вентиляционных установок только с помощью одного пылеуловителя-абсорбера [3—4] удается редко. Применение даже самого эффективного пылеулавливающего аппарата возможно только при достаточно малом содержании пыли в газовых средах, подлежащих очистке.

При сильной запыленности газовой среды (200...300 г/м³) приходится использовать несколько аппаратов, причем на каждой следующей ступени должны использоваться пылеуловители более высокого класса, чем на предыдущем. Такой подход применяют, во-первых, для достижения

концентрации пыли в выбросах уловителями с меньшей, чем необходимо, эффективностью; во-вторых, когда хотят получить после первых ступеней очистки, в которых, как правило, используют сухие пылеуловители (пылеосадительные камеры, циклоны), крупнодисперсный порошок, пригодный для применения в технологии или более удобный для транспортировки, чем шлам мокрых пылеуловителей-абсорберов.

Основные положения

При использовании рукавных фильтров обычно предварительное отделение части пыли перед ними необходимо при начальной ее концентрации, превышающей 20 г/м³, или при необходимости фракционирования уловленного материала путем выделения крупных фракций в первой степени очистки.

Эффективность пылеуловителя или суммарная эффективность пылеулавливающей установки E , %, должна быть не менее величины, рассчитанной по следующей формуле:

$$E = [(C_H - C_K) / C_H] 100, \quad (1)$$

где C_H — концентрация твердых частиц в воздухе, поступающем на очистку, мг/м³; C_K — конечная концентрация твердых частиц в очищенном воздухе, мг/м³.



Для определения концентрации твердых частиц в очищенном воздухе C_k из условия не превышения допустимой концентрации пыли в выбросах в литературе, например [4, 5], для упрощения оценок соответствия практически получаемой концентрации твердых частиц в очищаемом воздухе с установленной санитарными нормами допустимой концентрацией частиц в воздухе, принята аппроксимирующая формула

$$C_k = (160 - 4L)k, \quad (2)$$

где L — расход запыленного воздуха, тыс. м³/ч; k — коэффициент, зависящий от ПДК пыли в воздухе рабочей зоны помещения ($k = 0,3 \dots 1$). Например, при $L > 15$ тыс. м³/ч; $C_k = 100k$.

При наличии значительных подсосов воздуха эффективность абсорбера пыли более точно выразится формулой

$$E = (L_H C_H - L_K C_K) / L_H C_H, \quad (3)$$

где L_H и L_K — расход запыленного и очищенного воздуха, соответственно.

Эффективность отдельных ступеней, например, двухступенчатой установки, определяется по формулам:

первой ступени:

$$E_1 = [(C_H - C_1) / C_H] 100; \quad (4)$$

второй ступени:

$$E_2 = [(C_1 - C_K) / C_1] 100, \quad (5)$$

где C_1 и C_K — концентрация пыли в воздухе на выходе пылеуловителей, соответственно первой и второй (конечной) ступеней. Значения этих концентраций находят по формулам (4) и (5): $C_1 = C_H - C_H E_1$ и $C_K = C_1 - C_1 E_2$.

После подстановки и преобразований получим

$$C_K = C_1 + C_H (E_1 E_2 - E_2). \quad (6)$$

Формула для общей эффективности имеет вид

$$E_{1,2} = E_1 + E_2 (1 - E_1). \quad (7)$$

Аналогично для трехступенчатой установки

$$E_{1,2,3} = E_{1,2} + E_3 (1 - E_{1,2}). \quad (8)$$

Полученные формулы на стадии проектирования позволяют оценить эффективность пылеуловителя конечной ступени очистки, необходимую для обеспечения нормируемой остаточной запыленности очищенного выброса [2, 3] или же необходимое количество ступеней очистки.

Экспериментальные исследования

Результаты экспериментальных исследований трех конструкций [6—8] пылеулавливающих аппаратов: жалюзийно-вихревого, батарейного циклона с жалюзийными элементами и циклона со ступенчатым отводом пыли говорят о том, что по эффективности и гидравлическому сопротивлению они превосходят известные в настоящее время аппараты центробежной очистки — циклоны.

Улучшение этих показателей обусловлено сочетанием в предложенных пылеуловителях двух принципов разделения запыленных потоков: центробежного, как в циклонах, и жалюзийных (прохождение через решетки). Все типы аппаратов испытывались по требованиям стандартной методики, рекомендованной для такого пылеочистного оборудования. Исследования проводились в два этапа: на первом этапе на незапыленном воздухе определялись гидродинамические характеристики и изучалось влияние на них режимных и конструктивных параметров, а на втором — определялась эффективность пылеулавливания и исследовалось влияние на нее тех же параметров. В качестве экспериментальной использовалась кварцевая пыль с медианным распределением диаметра частиц $\delta_{50} = 8$ мкм плотностью $\rho_p = 2650$ кг/м³. Начальная концентрация пыли в воздухе, поступающем в аппарат, составляла $C_H = 3$ г/м³.

В натуральных испытаниях учтены конструктивные особенности каждого аппарата для использования в полной мере их преимуществ и устранения выявленных недостатков. Это позволило получить результаты, не вызывающие сомнений в их достоверности. Самый высокий показатель эффективности пылеулавливания в жалюзийно-вихревом пылеуловителе диаметром 0,16 м составляет 96 %. Показатель эффективности этого пылеуловителя выше эффективности аппарата со встречными закрученными потоками (без жалюзийной решетки).

Ниже приведены оптимальные значения режимных и конструктивных параметров жалюзийно-вихревого пылеуловителя.

а) скорость в поперечном плане (сечении) аппарата составляет 3,7 м/с;

б) скорость прохождения воздуха через жалюзийную решетку близка к 4,5 м/с; эту скорость при оптимальных значениях расходов в пылеуловителях такой конструкции обеспечивает жалюзийная решетка с коэффициентом живого сечения $k_p = 0,4$;

в) количество направляющих спиральных перегородок в завихрителях как первичного, так и вторичного воздушных потоков составляет 4;

г) соотношение расходов вторичного и первичного потоков равно 2, 3;

д) гидравлическое сопротивление пылеуловителя при этом составляет $\Delta p = 1155$ Па, коэффициент гидравлического сопротивления $\zeta = 132$.

В батарейном циклоне с жалюзийными элементами (при использовании в качестве направляющих аппаратов в циклонных элементах аппаратов типа "розетка") наивысший показатель эффективности достигает 93 % при следующих значениях параметров:

скорость в поперечном сечении циклонных элементов составляет ~3,5 м/с;

скорость прохождения воздуха через жалюзийные решетки циклонных элементов находится в пределах 4,5...5,0 м/с;

гидравлическое сопротивление пылеуловителя составляет 753 Па, а коэффициент гидравлического сопротивления $\zeta = 102$.

При использовании в качестве направляющих аппаратов типа "винт" максимальный коэффициент эффективности пылеулавливания составляет ~91 % при сопротивлении 502 Па, коэффициент гидравлического сопротивления $\zeta = 68$.

Максимальный показатель эффективности пылеулавливания в циклоне со ступенчатым отводом пыли составляет 95 % для аппарата диаметром 0,4 м и 96 % для аппарата диаметром 0,1 м при следующих значениях режимных и конструктивных параметров:

скорость пылевоздушного потока на входе в аппарат 25...28 м/с;

скорость потока в сечении аппарата в пределах 3,5...4,0 м/с;

скорость прохождения воздуха через жалюзийную решетку в пределах 4...5 м/с;

гидравлическое сопротивление аппаратов составило 850 Па, коэффициент гидравлического сопротивления, отнесенный к входной скорости, равен 1,84, а коэффициент сопротивления, отнесенный к скорости в поперечном сечении аппарата, — 115 для пылеуловителя диаметром 0,4 м, а для пылеуловителя диаметром 0,1 м с гидравлическим сопротивлением 790 Па — коэффициенты сопротивления 1,91 и 107.

Результаты и их обсуждение

В процессе экспериментальных исследований эффективность пылеулавливания, достигнутая во всех трех типах предложенных пылеуловителей с жалюзийным отводом воздуха, довольно высокая. Она выше эффективности других существующих пылеуловителей того же класса, однако достичь норм остаточного содержания пыли в очищенном воздухе только за счет применения одного любого из аппаратов оказалось невозможным. Поэтому рекомендовать их применение можно в качестве ступеней очистки перед аппаратами высших классов. Для применения аппаратов [6—10] в конкретных условиях производства следует учесть специфику этих условий и внести коррективы в показатели, полученные при исследованиях в лабораторных условиях.

Эксплуатационные свойства всех трех типов предложенных пылеуловителей, которые будут работать в условиях, отличающихся от тех, для которых известны экспериментальные данные по фракционной эффективности, могут быть предусмотрены на основе имеющихся данных путем сопоставления с экспериментальными данными [11]:

1) при изменении плотности пыли размер частиц новой пыли, которые будут улавливаться с той же эффективностью, что и частицы заданного размера тестовой пыли, может быть найден путем умножения размера тестовой пыли на величину, равную отношению: $(\text{плотность тестовой пыли}/\text{плотность новой пыли})^{1/2}$;

2) при изменении объемной скорости газового потока, проходящего через пылеуловитель, приводящему к изменению расхода размер частиц, которые будут улавливаться с той же эффективностью, что и частицы тестового размера при экспериментальном расходе, может быть рассчитан путем умножения размера частиц экспериментальной пыли на величину, определяемую соотношением: $(\text{экспериментальный расход}/\text{новый расход})^{1/2}$;

3) при изменении вязкости газа (например, связанном с изменением температуры газа), размер частиц при равной эффективности можно найти умножением размера частицы тестовой пыли на величину, определяемую отношением: $(\text{новая вязкость}/\text{тестовая вязкость})^{1/2}$;

4) при изменении диаметра пылеуловителя (циклонного элемента батарейного циклона), но при сохранении геометрического подобия с экспериментальным аппаратом, размер частиц для равной эффективности может быть найден умножением размера частицы экспериментального циклона на величину корня квадратного из отношения: $(\text{диаметр новой модели}/\text{диаметр экспериментальной модели})^{1/2}$.

Так как разработанные пылеуловители (жалюзийно-вихревой, батарейный циклон с жалюзийными элементами, циклон со ступенчатым отводом пыли), исследованные на экспериментальном стенде, имели различную производительность и различные диаметры, целесообразно оценить их эффективность при одинаковой производительности, воспользовавшись приведенными выше множителями.

Если принять какое-то конкретное значение расхода газового потока (производительность пылеуловителя), например 3000 м³/ч (0,83 м³/с), то для жалюзийно-вихревого пылеуловителя производительностью 0,07 м³/с (250 м³/ч) поправочный множитель для исчисления размера частиц при изменении расхода составит величину, равную $\sqrt{0,07/0,83} = 0,29$.

Для батарейного циклона с жалюзийными элементами производительностью 0,55 м³/с (2000 м³/ч) без изменения диаметра элементов циклона (самых эффективных с наименьшим рекомендованным размером) при изменении расхода изменится только количество циклонных элементов. Итак, при производительности 3000 м³/ч (0,83 м³/с) их количество должно быть в 1,5 раза больше, чем в аппарате, который исследовался.

Для циклона со ступенчатым отводом пыли поправочный множитель для производительности 0,44 м³/с (1600 м³/ч) равен: $\sqrt{0,44/0,83} = 0,73$;



для производительности $0,0277 \text{ м}^3/\text{с}$ ($100 \text{ м}^3 - \sqrt{0,0277/0,83} = 0,18$).

Однако внесение поправки на изменение производительности в пылеуловителе выглядит не совсем корректным без установления определенных границ таких изменений, например, не более $\pm 20\%$ от оптимальной производительности, ведь конструкции аппаратов рассчитываются по оптимальным значениям скоростей в них. Значительное изменение этих скоростей может очень существенно повлиять, в первую очередь, на гидравлическое сопротивление аппарата и не привести к улучшению показателя эффективности. Если же сделать перерасчет диаметра частиц, которые полностью улавливаются в аппарате другого размера, по формуле

$$d'_q = d_q \sqrt{D'/D}, \quad (9)$$

где d'_q , d_q — диаметры частиц, м, улавливаемых в новом аппарате и в исследованном аппарате, соответственно; D' , D — диаметр, м, нового аппарата и исследованного аппарата, соответственно.

Затем по графику интегральной функции распределения экспериментальной пыли определить показатель эффективности очистки в новом аппарате, то для жалюзийно-вихревого пылеуловителя производительностью $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,83 \text{ м}^3/\text{с}$) он составит 93% (диаметр аппарата при этом $0,53 \text{ м}$), а для циклона со ступенчатым отводом пыли — 92% (диаметр аппарата при этом $0,55 \text{ м}$).

Эти значения показателя эффективности позволяют определить эффективность очистки системой той же производительности $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,83 \text{ м}^3/\text{с}$) с одним из рассматриваемых уловителей на первой ступени и, например, мокрого пылеуловителя [9] на второй ступени, показатель эффективности которого составляет $98,5\%$. Предельно допустимая концентрация пыли в очищенном воздухе составляет $5 \text{ мг}/\text{м}^3$. Используя формулу (7), можно найти значение эффективности этой двухступенчатой установки $E_{1,2}$. Из формулы (1) можно определить предельное значение начальной запыленности газового потока, при котором можно достичь нормируемого значения C_K .

Наибольшую начальную запыленность газового потока, который можно очистить до ПДК в трехступенчатой установке из циклона со ступенчатым отводом пыли, жалюзийно-вихревого и мокрого пылеуловителей, можно определить по формулам (7), (8) и (1). Расчетное значение начальной запыленности при этом составит величину, равную $C_K = 60 \text{ г}/\text{м}^3$. Значит, для очистки газов с большей запыленностью на первой ступени очистных систем нужно использовать пылеуловители других типов, которые позволили бы уловить основную

часть пыли. Для очистки газов от пыли с ферромагнитными свойствами на конечной ступени очистки пригоден магнитный пылеуловитель, предложенный в патенте [10].

Заключение

Результаты анализа говорят о том, что использование в очистных системах предложенных пылеуловителей-абсорберов позволяет достичь допустимого остаточного содержания пыли в выбросах промышленных и вентиляционных установок при некотором начальном содержании пыли в газах, поступающих на очистку. При большей начальной запыленности необходимо применять пылеочистные аппараты, способные существенно уменьшать пылевые нагрузки на следующие ступени очистных систем. Максимальная начальная запыленность газового потока, при которой можно достичь ПДК пыли в очищенном воздухе в пылеулавливающей установке из указанных абсорберов, составляет $60 \text{ г}/\text{м}^3$.

Список литературы

1. Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Алейникова А. М. Теоретические основы системы учета фактических выбросов загрязняющих веществ автотранспортом // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 5. — С. 31—37.
2. Шмиголь И. Н., Володин А. М., Тимашков К. В. Интенсифицированный абсорбер для улавливания диоксида серы из дымовых газов // Энергетик. — 2013. — № 12. — С. 48—49.
3. Куц В. П., Слободян С. М. Метод анализа дисперсного состава аэрозолей, пыли и порошков // Известия Алтайского государственного университета. — 2014. — № 1/1 (80). — С. 148—149.
4. Пирумов А. И. Обеспыливание воздуха. — М.: Стройиздат, 1981. — 296 с.
5. Белевицкий А. М. Проектирование газоочистительных сооружений. — Л.: Химия, 1990. — 228 с.
6. Жалюзийно-вихревой пылеуловитель: патент № 23900 Украина, МПК⁶ В04С 3/06 / Куц В. П., Каспрук В. Б., Плескун М. И. — № 96062491; заявл. 24.06.96; опубл. 31.08.98. Бюл. № 4.
7. Батарейный циклон с жалюзийными элементами: патент № 59139 Украина, МПК⁷ В04С3/06 / Куц В. П., Ярош Я. Д., Марцияш О. М. — № 2003021573; заявл. 24.02.2003; опубл. 15.08.2003. Бюл. № 8.
8. Циклон повышенной эффективности со ступенчатым отводом твердой фазы: пат. № 62320А Украина, МПК⁷ В04С3/06 / Куц В. П., Марцияш О. М., Ярош Я. Д. — № 2003031933; заявл. 04.03.2003; опубл. 15.12.2003. Бюл. № 12.
9. Аппарат для мокрого пылеулавливания: Патент на полезную модель № 35760 Украина, МПК⁷ В01D47/06 / Куц В. П., Горишна Г. П., Марцияш О. М. — № 4200802735; заявл. 03.03.2008; опубл. 16.10.2008. Бюл. № 19.
10. Устройство для удаления аэрозольных частиц из газового потока: Патент на полезную модель № 39426 Украина, МПК⁷ В01D47/00 / Куц В. П. — № 420081142; заявл. 09.09.2008; опубл. 25.02.2009. Бюл. № 4.
11. Страус В. Промышленная очистка газов: пер. с англ. Ю. Я. Косога. — М.: Химия, 1981. — 616 с.

S. M. Slobodyan, Associate Professor, e-mail: sms_46@ngs.ru, National Research Tomsk Polytechnic University,

V. P. Kuts, Associate Professor, Ternopil National Technical University, Ukraina

The Improved Dust and Aerosol Collection Efficiency by N-step System

The dedusting systems are centrifugal inertia with air exhaust louver, wet and magnetic systems. Their efficacy in differing experimental conditions was evaluated. The article considers the concept of integrated ecology problems which combine mutuality complementary methods and devices for the analysis of dust particulate materials and powders disperse composition. Their efficacy in differing experimental conditions was evaluated. It needs to ensure regulatory residual dust concentration in the emissions taking into account reliability of dust collectors in their operation. This work is devoted to the investigation of problem estimation of variable introduction into various logical models and practical apparatus — operation principle of new devices for the analysis of dust particulate materials. Application of the proposed devices can significantly reduce duration of the analysis in comparison with known methods. The article considers the concept of integrated ecology problems which combine mutuality complementary methods and devices for the analysis of dust particulate materials and powders disperse composition. It is shown that the account of equations of connections stipulates parameters of new devices for the difference from zero estimations approximations equations, which allows solving the problem of time outside quantum and fractal of dust particulate materials, control and diagnosis of dust particulate materials the framework of traditional approaches to this tack problems. Methodology for calculating efficiency of created dedusting systems was expounded. The dedusting systems are centrifugal inertia with air exhaust louver, wet and magnetic systems.

Keywords: dedusting, technogenic dusts, method, technology, reproducing of air technology, efficiency, maximum permissible concentration

References

1. **Badalyan L. H., Kurdyukov V. N., Aleinikova A. M.** Teoreticheskie osnovy sistemy ucheta vrednyh vybrosov transporta. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2013. N. 5. P. 31—37.
2. **Shmigol I. N., Volodin A. M., Timashkov K. V.** Intensifirovannu absorber dlya ulavlivaniya dioksida seru iz gaza. *Energetik*. 2013. N. 12. P. 48—49.
3. **Kuts V. P., Slobodyan S. M.** Metod analiza dispersnogo sostava aerorozley, puli i poroshkov. *Izvestiya ASU*. 2014. N. 1/(81). P. 248—251.
4. **Pirumov A. I.** Obespulivanie vozduha. Moscow: Stroyizdat, 1981. 296 p.
5. **Belevickiy A. M.** Proektirovanie gazoochistnuh sooruzheniy. Leningrad: Himiya, 1990. 228 p.
6. **Kuts V. P., Kaspruk V. B., Pleskun M. I.** Zhalyuziyno-vihrevoy pyleotdelitel. Patent UA, no. 23900, 1998.
7. **Kuts V. P., Yarosch Y. D., Martsiyasch O. M.** Batareyny tsiklon s zhalyuziynymi elementami. Patent UA, N. 59139, 2003.
8. **Kuts V. P., Martsiyasch O. M., Yarosch Y. D.** Tsiklon povyschennoy effektivnosti so stupenchatym otvodom tverdogo fazy. Patent UA, N. 62320, 2003.
9. **Kuts V. P., Gorishna G. P., Marciyash O. M.** Apparat dlya mokrogo puleulavlivaniya. Patent UA, N. 35760, 2008.
10. **Kuts V. P.** Ustroystvo dlya udaleniya aerosolnyh chastic iz gasovogo potoka. Patent UA, N. 39426, 2009.
11. **Straus V.** Promushlennaya ochistka gasa. Moscow: Himiya, 1981. 616 p.

УДК 504.062

А. С. Яценко, канд. мед. наук, доц. кафедры, e-mail: alexandr-yatsenko2012@yandex.ru,
С. О. Белинский, канд. техн. наук, доц. кафедры, Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург

Об использовании красного шлама в цементной промышленности

Рассмотрена экологическая угроза, связанная с деятельностью человека, в частности с опасностью глиноземного производства. Подчеркнута актуальность данной проблемы. Предложена попытка использовать отходы глиноземного производства в строительстве, что приведет к улучшению экологии населенных мест, так как красный шлам будет утилизироваться с шламоотвалов, что позволит перейти к безотходному производству. Показана возможность использования различных видов красного шлама как заменителя песка при цементных и бетонных работах, что позволит уменьшить вес строительных конструкций без потери их прочности. Подобные бетонные конструкции, используемые для градостроительства, будут обладать меньшей теплопроводностью, что скажется на экономии коммунальных услуг.

Ключевые слова: система "человек—среда обитания", экологическая угроза, глиноземное производство, красный шлам, строительные цементные и бетонные работы

Введение

В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует с окружающей средой, образуя систему "человек — среда обитания".

Усиление антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду обусловило создание нового типа среды обитания — техносферы. Появление техносферы привело к тому, что во многих регионах нашей планеты она стала активно замещать биосферу. На планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами.

Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, росту коммуникабельности, обеспечению защиты от естественных негативных воздействий. Все это благоприятно отразилось на условиях жизни и в совокупности с другими факторами положительно сказалось на продолжительности жизни людей.

Однако стремясь получить максимальные результаты от своей хозяйственной деятельности, современное человечество с его мощной техникой стало использовать не только огромные энергетические ресурсы биосферы, но и небiosферные источники энергии (ядерные, термоядерные, электромагнитные и др.), ускоряя тем самым геохимические преобразования природной среды. Многие процессы, вызванные техногенной деятельностью человека, оказались противоположно направленными естественному ходу в биосфере (рассеивание металлов, освобождение углерода, нарушение процессов в атмосфере и т. д.) [1].

В настоящее время стало очевидным, что рост населения неизбежно влечет за собой увеличение потребления всех видов ресурсов, рост объемов производства и количества отходов, усиление воздействия на среду обитания. Сегодня остро стоит проблема земельных ресурсов, которые быстро уменьшаются. Так, площадь земель, подвергшихся антропогенному опустыниванию, достигла 1 млрд га, а с разрушенным почвенным покровом свыше 2 млрд га [1].

Сильное воздействие на среду обитания оказывает урбанизация — резкое увеличение численности городского населения. В городах изменены гравитационное, электромагнитное и другие поля Земли, наблюдается повышенный уровень загрязнения окружающей среды. Серьезными являются проблемы энергетики, сырьевых ресурсов и транспорта. Актуальна проблема сохранения ресурсов минерального сырья во всем мире, обусловленная невиданным ростом добычи полезных ископаемых. Важной задачей человечества сегодня является защита среды обитания от химических веществ. Развитие химической промышленности, а именно интенсивное использование химических веществ в сельском хозяйстве, привело к увеличению их неконтролируемого поступления в окружающую среду. Сейчас существует около 60 тыс. различных веществ, которые не деформируются в экосистемах. Многие химические вещества, в том числе пестициды, гербициды и др., попавшие в почву, усваиваются растениями, попадают в организм животных или смываются водами и загряз-

няют реки, озера и другие водоемы, а, следовательно, накапливаются в биосфере.

Одной из основных причин ухудшения среды обитания явилось внедрение в производство неэкологичных технологий, которое привело к резкому увеличению количества загрязнителей, приходящихся на единицу продукции и содержащихся в промышленных отходах. Одной из таких технологий является глиноземное производство — самое масштабное производство в цветной металлургии.

Переработка боксита на глинозем по гидрохимической технологии (Байера) сопровождается получением красного шлама (КШ). Для производства 1 т глинозема расходуется примерно 2,5 т боксита, до 100 кг каустической щелочи и 30 кг извести, а в отвал за пределы территории завода перекачивают пульпу, содержащую до 1,5 т КШ. Шламы намываются в шламохранилища в виде усеченных пирамид высотой 20...30 м [2]. Мощности по производству глинозема во всем мире непрерывно возрастают и объем выпуска 1 млн т глинозема в год превзойден на ряде заводов. В Австралии четыре завода разных компаний достигли мощности 3,5...4,7 млн т в год. В Бразилии, Индии, Гвинее, Суринаме заводы по производству глинозема расширены до масштабов в несколько миллионов тонн в год. Обогащительный комбинат "Русский алюминий" также расширяет мощности по производству глинозема в Гвинее (1,6 млн т/год), Венесуэле (1,4 млн т/год), Украине (до 1,6 млн т/год), предполагается пуск завода в Коми (1,4 млн т/год). Уральские заводы — Белоярский (БАЗ) и Ульяновский (УАЗ) алюминиевые заводы достигли производительности по 1,0 млн т/год каждый.

Хранилища КШ занимают многие сотни гектаров земли и таят в себе постоянную экологическую угрозу. Из-за высокого содержания щелочи (до 6...8 кг/м³ пульпы, pH > 10,0) районы захоронения КШ практически лишены растительности. Выветривание и водная эрозия КШ загрязняют близлежащие почвы и поверхностные воды. Соседство со шламовым полем крайне опасно для населения.

В Венгрии 4 октября 2010 г. произошло экологическое бедствие национального масштаба — прорвалась дамба хранилища отходов глиноземного завода (AJKA Timfoldgyar компании Magyar Aluminium). Вытекло 1,7 млн м³ КШ, заливших семь поселков. Было затоплено 400 жилых домов, глубина токсичной грязи здесь достигла 2 м. Общая площадь загрязнения составила 40 км². Погибли десять человек, около 150 получили травмы и химические ожоги. Власти Венгрии заявили, что стране потребуется более года и сотни миллионов долларов для ликвидации последствий аварии. Венгерская катастрофа вызвала обеспокоенность и в других странах, имеющих глиноземные за-

воды. На Украине Николаевский глиноземный завод имеет хранилище площадью 188 га, расположенное в 100 м от Днепро-Бугского лимана, в котором хранится более 25 млн т КШ. Еще большие объемы КШ хранятся на шламовых полях БАЗ и УАЗ, а также более чем на десятке предприятий России по добыче боксита, нефелина и производству из них глинозема. Рекультивация шламоотвалов только частично решает проблему, поскольку покрытие их слоем инертных отходов и почвы с последующим травопосевом снимает лишь вопрос пылеуноса. Кроме того, в настоящее время рекультивировано только около 5 % всей площади шламоотвалов. Бурение рекультивированного шламоотвала УАЗ показало, что внутри "захоронения" остается подвижная жидкая пульпа, которая продолжает проникать в нижележащие водоносные слои [3]. Проведенное при участии Greenpeace исследование проб воды в канале в окрестностях шламохранилища завода АЖКАИ обнаружило загрязнение мышьяком с уровнем концентрации, в 25 раз превышающем ПДК евростандарта для питьевой воды. В КШ также содержатся значительные количества хрома, ванадия, ртути, урана, тория и радиоактивных продуктов распада последних.

Использование гидроизоляционного материала — микродисперсного кольматанта (разработка института "Гиредмет", г. Екатеринбург) для покрытия поверхностей дамбы котлована шламохранилищ, вероятно, не сможет на долгие годы обезопасить шламовые поля. Со временем возможны местные подвижки грунта, а также ряд других неучитываемых воздействий: микробиологического, радиационного, термического и др. Самым кардинальным решением является полная комплексная переработка КШ, который уже измельчен, находится на поверхности и может подаваться с действующего завода в виде пульпы. В настоящее время и за рубежом, и в России проводятся многочисленные исследования утилизации КШ в черной металлургии, цементной промышленности и других областях.

В черной металлургии проводятся работы по получению из КШ чугуна, гипса, удобрений и ряда редких металлов.

В цементной промышленности шлак используется для производства портландцемента. Красный шлак может использоваться в строительстве дорог, аэродромных полос, дворовых выездов, промышленных дамб, строительных фундаментов, производстве черепицы и кирпича и др.

Однако ввиду высокой капиталоемкости проблема утилизации КШ до сих пор не решена [3]. После извлечения скандия и некоторых других редких элементов КШ после карбонизации приобретает другие свойства. Важным положительным моментом является значительное снижение в КШ



содержания щелочи. Повышенная исходная ее концентрация в КШ приводит к запотеванию цементных и бетонных изделий, что ограничивает применение исходного КШ в жилищном строительстве. Также благоприятным обстоятельством является удаление части радиоактивных элементов (10...20 %) из КШ. С целью уточнения влияния карбонизации шламовой пульпы на свойства цементных изделий были проведены исследования по сопоставлению добавок исходного и карбонизированного КШ на сроки схватывания, равномерность изменения объема и механическую прочность образцов.

Цель работы

Постановлениями правительства РФ неоднократно указывалось на развертывание выработки местных цементов, для производства которых могут быть использованы самые разнообразные сырьевые ресурсы. Использование сырьевых добавок в цементной промышленности позволит увеличить прочность бетонных изделий, при снижении их массы и себестоимости, а также решить экологические проблемы. Использованию сырьевых добавок в производстве цемента уделяется большое внимание. Наиболее быстро развивается производство шлако-портландцемента. Развитие производства других видов цемента с сырьевыми добавками также представляет большой интерес.

Методика проведения эксперимента

Была сделана попытка использовать отходы алюминиевой промышленности (КШ) для изготовления бетонных, строительных конструкций. В качестве связующих веществ использовали цементы: марки ПЦБ-500 (супер белый производителя из Турции) и ПЦБ-400 (Сухоложского завода Свердловской обл.). Кроме шлама (до и после карбонизации) в качестве наполнителей использовали речной и строительный песок, а также алюминиевый порошок (марки ПА-3 Богословского алюминиевого завода). Изделия изготовляли путем тщательного перемешивания перечисленных ингредиентов с различным их процентным содержанием в смеси, затем добавляли воду до образования массы густой консистенции, которая выкладывалась в цилиндрические формы ($d = 5,5$ см, $h = 4$ см).

Формы заполнялись вручную и с использованием пресса давлением 5 и 10 МПа. Экспозицию изделий меняли от недели до 0,5 года. Часть идентично приготовленных образцов извлекали для испытания на разрушение давлением прессом давлением до 150 кгс/см² (98 кПа). Предварительно изделия измерялись и взвешивались на простых рычажных весах. Во время испытаний на механи-

ческую прочность использовался штырь диаметром 1,4 см и длиной 4,5 см (площадью $1,53$ см²) и гирия массой 500 г площадью $12,56$ см². Штырь и гирия подкладывались между изделиями и верхней рабочей поверхностью пресса. Поправка на показание манометра, масса гири и ее площади были учтены.

Результаты эксперимента

От испытаний на прочность изделий с помощью штыря пришлось отказаться, так как показания манометра оставались на нуле, а изделия раскалывались. Следовательно, необходимо было либо увеличить время экспозиции, что затянет работу на более длительный срок, либо увеличить площадь используемого штыря. Последнее более приемлемо, поэтому в качестве раздавливающего "инструмента" была выбрана цилиндрическая гирия массой 500 г и площадью давящей поверхности — $12,56$ см².

Предварительно была оценена прочность цементов, приготовленных из двух разных марок (ПЦБ-500 и ПЦ-400) в соотношении 1:3 к песку и выдержанных в течение 14 дней при влажности около 98 %. Установлено отсутствие разницы в механической прочности трамбованных образцов, приготовленных под давлением 10, 5 МПа и без давления.

Изделия из ПЦБ-500 разламывались при давлении $3,3 \pm 0,1$ и $3,23 \pm 0,1$ МПа. Первый результат получен при изготовлении строительных изделий под давлением, второй — без давления. Механическая прочность цементов, приготовленных с использованием ПЦ-400, была определена $1,51 \pm 0,1$ и $1,50 \pm 0,1$ МПа соответственно.

Из приведенных результатов видно, что при всех равных условиях изделия, приготовленные с использованием цемента ПЦБ-500, оказались прочнее в 2 раза по сравнению с изделиями, приготовленными с цементом марки ПЦ-400.

В дальнейшем, использовался только цемент марки ПЦБ-500 и в качестве раздавливающего "инструмента" гирия массой 500 г.

Изменение прочности на сжатие строительных изделий при добавлении отвального КШ в различных соотношениях в смеси показано в табл. 1.

Содержание цемента в строительной смеси составляло 25 % масс. Соотношение КШ и песка в исходных смесях варьировало от 0:3 до 3:0.

Установлено, что полная замена песка на КШ значительно снижает относительную прочность цементных изделий. Причем замена песка на исходный КШ снижает прочность почти в 2 раза — с 3,2 до 1,86 МПа, а при замене песка карбонизированным КШ прочность снижается в 5 раз — с 3,2 до 0,62 МПа.

Таблица 1
Сопrotивление сжатию образцов из цементов разного состава

Соотношение песок : КШ : цемент	Сопrotивление сжатию, МПа, для КШ	
	Исходного	Карбонизированного
3,0 : 0 : 1,0	3,20 ± 0,1	3,20 ± 0,1
2,35 : 0,65 : 1,0	3,15 ± 0,1	3,10 ± 0,1
2,0 : 1,0 : 1,0	3,19 ± 0,1	3,12 ± 0,1
1,5 : 1,5 : 1,0	2,60 ± 0,2	2,40 ± 0,2
0,34 : 2,66 : 1,0	2,12 ± 0,2	2,00 ± 0,2
0 : 3,0 : 1,0	1,86 ± 0,2	0,62 ± 0,2

Таблица 2

Вес строительных изделий в зависимости
от содержания основных ингредиентов

Соотношения песка : КШ : цемента	Усредненный вес образцов, г
2 : 1 : 1	170,05 ± 2,8
1 : 2 : 1	162,25 ± 1,4
0 : 3 : 1	157,2 ± 1,9

Однако при замене определенной части песка КШ прочность строительных изделий практически не изменяется. Последнее четко видно из табл. 1 — при соотношении песка и отвалного КШ до 2:1. При замене исходного КШ на карбонизированный происходит снижение прочности изделий, причем с увеличением процентного содержания его в образце прочность изделий заметно понижается. Это хорошо видно при сравнении прочности изделий при полной замене песка на КШ исходный и карбонизированный (см. табл. 1).

Динамика изменения относительной прочности образцов в течение 12 мес. показывает небольшое возрастание значений в пределах 8...12 % от значений, полученных после 14 суток твердения в тех же условиях.

При относительно равной массе размеры изделий примерно одинаковые, вес сильно варьирует в зависимости от процентного содержания КШ: от 128 г до 175 г. В табл. 2 приведены данные о весе строительных изделий в зависимости от соотношения основных ингредиентов: песка : КШ : цемента.

Последнее позволяет предположить, что использование КШ в цементной промышленности приведет к значительному уменьшению веса строительных конструкций при сохраненной механической прочности и уменьшению теплопроводности, что выгодно скажется на строительных характеристиках цементно-бетонных изделий.

Также для оценки механических показателей, прежде всего прочности изделий, в образцах строительных смесей использовалась добавка в виде алю-

миниевого порошка ПА-4. Смесей приготавливались аналогичным образом, но добавлялся алюминиевый порошок в объеме 1...2 % от общей массы.

Добавка алюминия в виде порошка в строительную смесь заметно ухудшила механическую прочность строительных изделий. Так, при содержании 1 % Al механическая прочность составила 0,19 МПа, а при увеличении содержания Al до 2 % механическая прочность понижалась. Аналогичные строительные изделия, но без добавки алюминия, показывали прочность 2,27 МПа и соотношения песка : шлама и цемента = 3:1:1. Следовательно, чем полнее будет извлечен Al из бокситов, тем лучше будут свойства КШ для использования в строительстве.

Проведенные исследования по использованию КШ в строительстве позволяют сделать следующие выводы.

1. Целесообразно добавлять КШ в строительные смеси при определенных соотношениях с песком, при которых незначительно меняются механические свойства.

2. Использование КШ в бетонных изделиях приведет к уменьшению веса строительных конструкций без потери их прочности.

3. Подобные бетонные конструкции, используемые для градостроительства, будут обладать меньшей теплопроводностью, что скажется на экономии коммунальных услуг.

4. Использование КШ в широких масштабах приведет к улучшению экологии населенных мест, так как КШ будет утилизироваться сшламоотвалов.

5. После полной экстракции всех полезных ископаемых КШ можно использовать в строительстве, что приведет к безотходной технологии.

6. Показана возможность использования различных видов КШ в строительстве при замене части песка, при цементных и бетонных работах.

В заключение следует отметить, что проведенная работа показывает целесообразность использования КШ в строительстве.

Работа выполнена при финансовой поддержке программ Президиума Уральского отделения РАН.

Список литературы

1. Сапронов Ю. Г., Сыса А. Б., Шахбазян В. В. Безопасность жизнедеятельности: учебн. пособие для студ. Учреждений сред. проф. образования. — 2-е изд. — М.: Издательский центр "Академия", 2004. — 320 с.
2. Шморгуненко Н. С., Корнеев В. И. Комплексная переработка и использование отвалных шламов глиноземного производства. (Проблемы цветной металлургии). — М.: Металлургия, 1982. — 128 с.
3. Пягай И. Н., Пасечник Л. А., Яценко А. С. и др. Утилизация шлама глиноземного производства // Журнал прикладной химии. — 2012. — Т. 85. — Вып. 11. — С. 1736—1740.



A. S. Yatsenko, Associate Professor of Department, e-mail: alexandr-yatsenko2012@ya.ru,
S. O. Belinsky, Associate Professor of Department, Ural state railway University, Ekaterinburg

On the Use of Red Mud in the Cement Industry

In this work the ecological threat connected with activity of the person, in particular is shown by danger of aluminous production. Relevance of this problem is emphasized. Attempt in use of waste of aluminous production, in particular, in construction that will lead to improvement of ecology of the occupied places since is made. The Red Slime (RS) will be disposed of with samootvod that can lead to waste-free production and decrease in an environmental risk.

On the basis of introduction of modern waste-free technologies in the industry RS utilization in construction can lead to decrease in technogenic load of the biosphere and will improve consumer properties of construction cement and concrete designs. In work possibility of use of different types of red slime is also shown when replacing sand during the cement and concrete works that will allow to reduce the weight of construction designs, without loss of their durability. The similar concrete designs used for town planning will possess the smaller weight, smaller heat conductivity, the last will affect economy of utilities and a possible economic benefit without harm for human health.

Keywords: system "the person — habitat", ecological threat, aluminous production, red slime, carbonization, construction cement and concrete works, cement products, mechanical durability of products

References

1. Sapronov Yu. G., Sysa A. B., Shakhbazyan V. V. Bezopasnost zhiznedeyatel'nosti: uchebn. posobiye dlya stud. Uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya. 2-e izd. M.: Izdatelskiy tsentr "Akademiya", 2004. 320 p.

2. Shmorgunenko N. S., Korneyev V. I. Kompleksnaya pererabotka i ispolzovaniye otyalnykh shlamov glinozemnogo proizvodstva. (Problemy tsvetnoy metallurgii). M.: Metallurgiya, 1982. 128 p.

3. Pyagay I. N., Pasechnik L. A., Yatsenko A. S. i dr. / Utilizatsiya shlama glinozemnogo proizvodstva. *Zhurnal prikladnoy khimii*. 2012. V. 85. N. 11. P. 1736—1740.

УДК 504.064.47

A. Н. Косариков, д-р экон. наук, проф., П. В. Макаров, асп., e-mail: pvm@ro.ru,
Российская Академия народного хозяйства и государственной службы,
г. Нижний Новгород

Развитие обращения твердых бытовых отходов на постиндустриальном этапе

Рассмотрены характерные особенности экологии в постиндустриальном обществе в части управления муниципальными отходами: снижение скорости роста объемов ТБО, изменение морфологического состава за счет ликвидных составляющих, увеличение стоимости вторичного сырья. Развитие сектора высокотехнологичных услуг сбора и рециклинга ТБО дает возможность усиления рентабельности переработки, прогнозирования сокращения в 2—2,5 раза объемов долговременного депонирования.

Ключевые слова: управление отходами, постиндустриальная экология, комплексный рециклинг, морфология отходов, эффективность инвестиций

Смена приоритетов технологических укладов, характерная для выхода в постиндустриальный период, радикально влияет на параметры развития. Насыщение потребительского рынка с ростом душевого валового национального продукта (ВНП), характерное для выхода в постиндустриальный период [1], стимулирует рост

нематериального производства, секторов экономики, связанных с услугами и высокими технологиями. На этом этапе рост объема отходов, связанный с увеличением уровня экономической обеспеченности, становится более сдержанным.

Экономические приоритеты для отраслей производства услуг, широкое внедрение иннова-

ционных технологий проявляются и в постиндустриальных новациях генерации и обработки отходов, отражаются, в том числе на морфологии ТБО, технологических процессах извлечения и организации рециклинга ТБО, в ценовых изменениях и потребностях рынка вторичных ресурсов.

Вместе с тем, расширение сектора услуг [2] в ВВП начинается с определенного уровня подушевой обеспеченности, сказывается на снижении скорости нарастания объемов отходов. Показательным представляется характер изменения роста объема ТБО у коммунальных хозяйств (рис. 1), а также сравнение проявившихся тенденций в

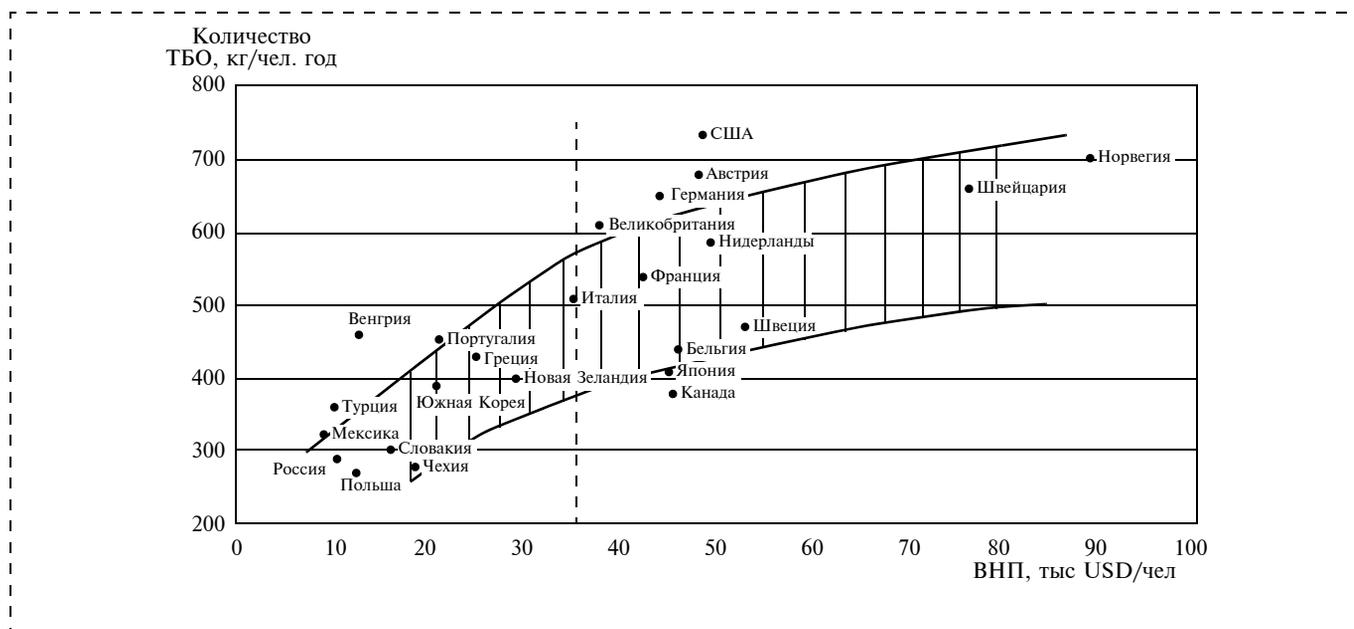


Рис. 1. Распределение удельных объемов ТБО в зависимости от подушевого ВВП развитых стран [3, 4]

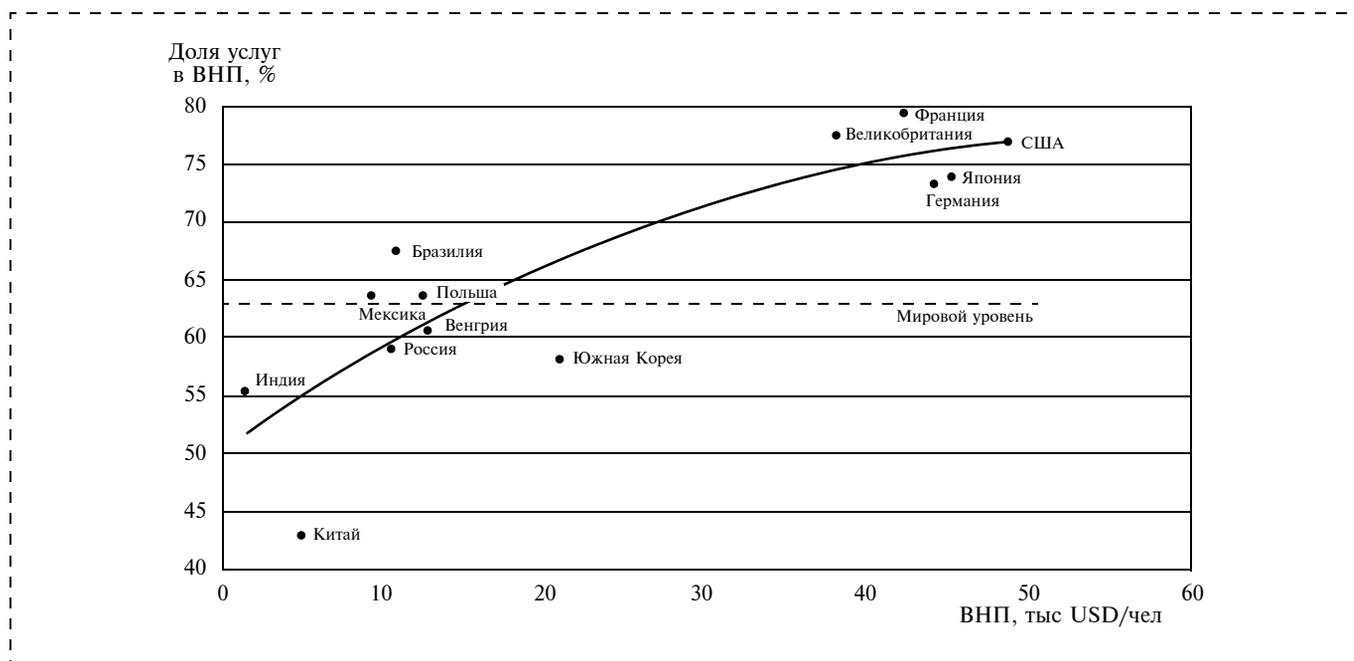


Рис. 2. Распределение услуг в ВВП в зависимости от подушевого ВВП [3, 5]



ВВП с увеличением доли услуг в ВВП развитых стран (рис. 2). Для построения диаграммы были использованы следующие данные:

Страна	Доля услуг	ВВП/тыс. USD/чел.
Китай	43,0	4,9
Индия	55,2	1,4
Россия	59,1	10,4
Венгрия	60,5	12,7
Польша	63,5	12,5
Мексика	63,5	9,2
Бразилия	67,4	10,7
Германия	73,3	44,0
Великобритания	77,5	37,8
США	76,8	48,5
Япония	73,8	45,2
Франция	79,5	42,4
Южная Корея	58,2	20,9
Мировой уровень	63,2	

В части обращения с отходами для современной цивилизации сохраняется общий тренд роста с экономикой производства отходов, соответственно сохраняется высокая степень актуальности проблем сбора, переработки и депонирования.

Для уровня подушевого ВВП свыше 35...40 тыс. долларов США, значение градиента роста объема отходов населения падает с 8...8,5 до 6...5 $\left(\frac{\text{кг/чел.}}{\text{тыс.USD}}\right)$.

С дальнейшим увеличением ВВП снижаются условия критического роста, когда скорость накопления пропорциональна создаваемой массе отходов. Смягчение критичности процесса при доле услуг в ВВП более 65...70 % позволяет на этом этапе снизить и риски неопределенности при проектировании и экономическом обосновании размещаемых мощностей переработки и депонирования ТБО. Объемы производства и накопления коммунальных отходов определяются в первую очередь антропогенным давлением на территорию. Предсказуемость долгосрочных перспектив при выборе структур управления ТБО поддерживается и тенденциями демографического роста, приобретающего в рамках современного демографического перехода умеренный характер [4] с ростом экономических показателей в различных странах.

Предприятия по размещению, переработке и депонированию ТБО как правило входят в число естественных монополий. Трудно представить условия для полноценной конкуренции полигонов ТБО как в связи с естественными трудностями их размещения, определяемыми географическими и геологическими условиями, так и с жесткими условиями социального планирования и районирования территорий, ограниченным набором вариантов логистических схем вывоза и доставки ТБО на полигон. В связи с монопольным положением полигонов

ТБО, высокой социальной чувствительностью к экономике и качеству услуг сектора управления ТБО развитие этой отрасли определяется политикой поддержки государственных структур, региональной власти, местного управления. Размещение и экономика полигонов ТБО, технологические решения программируются властями регионального уровня. Актуальность и требования к эффективности таких программ нарастают с увеличением объемов производства и накопления отходов.

Подходы к программированию современных структур управления отходами носят принципиально интегрированный характер. В государственных и региональных программах развития логистических структур сбора и доставки ТБО, системах размещения полигонов и реализации отходов должен учитываться весь комплекс факторов социально-экономического развития территории с прогнозом долгосрочных перспектив, отражающих экологические последствия принимаемых решений и способы их реализации. Матрица конкретных показателей для интегрированных программ развития структур управления отходами может быть сформирована на прецедентной основе, например, по лучшим достигнутым результатам стран-лидеров организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

Для определения вероятных рубежей развития управления ТБО в постиндустриальных экономиках рассмотрен ряд векторных показателей. В анализ включены как интегральные индикаторы минимизации объемов отходов, идущих на долговременное депонирование, так и показатели участия и сравнительной эффективности в этой сфере государственных (муниципальных) органов, бизнес-структур, организаций управления в форме государственно-частного партнерства (ГЧП). К первой группе отнесены: общий объем ТБО в долевых единицах, включенный в переработку (a_1); процент ТБО, подвергаемый сжиганию (a_2); доля рециклинга (a_3). Характер влияния участников процесса отражается индикативными векторами: доля полигонов ТБО в собственности муниципалитетов (a_4), совместное (ГЧП) использование полигонов (a_5), стоимость сбора ТБО для населения (a_6). Исходя из данных показателей была составлена индикативная схема, представленная на рис. 3.

Отставание по основным показателям уровня управления ТБО от стран ЕС связано с запоздалым стартом в Российской Федерации масштабного инвестирования в отрасль переработки отходов. Приблизительно на одном уровне находятся индикаторы, показывающие процентную величину ТБО, идущих на мусоросжигание (в РФ 10 %, в странах ЕС 16,6 %). В определенной мере это свя-

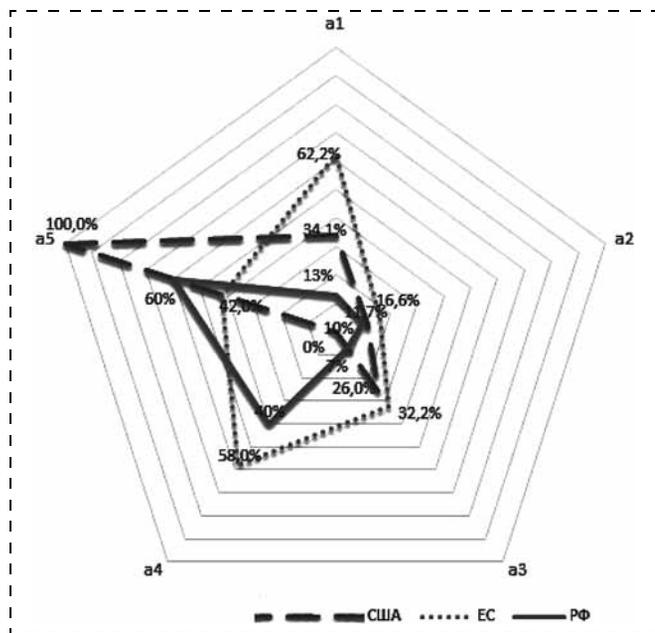


Рис. 3. Индикативная схема состояния управления ТБО

зано с неоднозначной позицией властей, отечественных и международных экологических организаций к данному способу переработки.

Мусоросжигание становится предпочтительным или необходимым при большом количестве отходов и малой либо дорогой территории. Так, в Московской области 1 га земли в 2003 г. стоил порядка 60 000 руб., в 2013 г. этот показатель превысил 500 000 руб. При росте цен на землю ориентировочно на порядок актуальным становится вопрос о строительстве мусоросжигательных заводов. Вливание частных инвестиций в значительной мере зависит от перспектив увеличения тарифов на сбор мусора. Сравнение с ЕС показывает, что тарифная плата за сбор тонны ТБО в странах ЕС выше в среднем на 30...40 %, однако для средней заработной платы в экономических лидерах ЕС это составляет лишь 1...1,5 % от нее. В РФ при средней заработной плате примерно на уровне 20 000 рублей этот индекс составляет почти 5 %. При доле ГЧП в отрасли управления ТБО свыше 60 %, с переходом на новые технологии и стимулирование высокого уровня инвестирования, данный процент, для ряда регионов РФ может быть выше. За счет прямого или скрытого дотирования цены поддерживаются на сложившемся уровне. Исходя из других мотиваций вовлечения бизнес-структур, дальнейшее развитие в этой отрасли связано с более четкой, современной нормативной базой, распределяющей ответственность между частным инвестором и властными органами.

Исследования в сфере обращения с отходами отмечают пределы экономического давления на население тарифным ростом в целях обеспечения модернизации и оптимальных условий эксплуатации полигонов ТБО на уровне 1...1,5 % от среднего дохода семьи. Настоятельная необходимость дальнейшего развития отрасли управления отходами определяет актуальность привлечения дополнительных источников финансирования.

Инвестиционная привлекательность определяется эффективностью экономических вложений. Стимулом для бизнеса, для новых условий и форм сотрудничества бизнеса и государства в развитии государственного — частного партнерства (ГЧП) в сфере обращения с отходами явились изменения в морфологической структуре ТБО — увеличение массы высоколиквидных отходов. При достижении определенного, относительно высокого уровня душевого ВВП, происходят изменения в структуре потребления, характерного для постиндустриального общества, что соответствующим образом отражается на морфологии ТБО. Для экономически развитых стран, отнесенных классификацией Всемирного банка [3] к категории стран с развитой экономикой, морфологический состав ТБО во времени достаточно стабилен и высоколиквидные фракции: металл, пластик, бумага, стекло (упаковочные материалы) составляют по массе больше 30...40 %; для стран с переходной экономикой этот показатель вдвое ниже; для стран с низким уровнем экономического развития доля тарных фракций меньше на порядок. В то же время процесс переходов в более высокие экономические категории для многих регионов достаточно динамичен, раскрывает новые территории для развития направлений рециклинга отходов.

Не только сами морфологические изменения формируют инвестиционный интерес бизнеса в переработке коммунальных отходов. В последнее десятилетие наблюдается и существенный рост цен на ряд фракций вторичного сырья в 1,5—3 раза, связанный со стабильным повышением цен на энергоносители, на невозобновляемые природные ресурсы. Это позволяют прогнозировать эффективность инвестиций в современный комплекс интегрированной переработки на уровне 15...20 %. В современных условиях динамичного выхода в режим постиндустриальных экономических отношений представляется доступным прогнозируемое сокращение в 2—2,5 раза массы ТБО, депонируемых на полигонах [6].

Таким образом, можно констатировать следующее.

- С ростом доли услуг в ВВП (более 50...60 %) возникают условия снижения скорости роста



объема отходов с повышением экологической обеспеченности населения.

- Индикативный анализ структур управления ТБО: уровни переработки, рециклинга, энергетического использования, стоимостные характеристики и распределение собственности позволяет конкретизировать перспективы обращения с ТБО, отраженные в национальной и региональных программах развития.
- Морфологические изменения в структуре ТБО направлены в сторону увеличения высоколиквидных фракций, таких как пластик, бумага и стекло, что является стимулом развития государственно-частного партнерства в сфере управления ТБО.

Список литературы

1. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. Пер. с англ. / Под ред. В. Л. Иноземцева. — М.: Академия, 1999. — 162 с.
2. Родионова И. А. Современные тенденции развития промышленности мира. — М.: РУДН, 2012. — 50 с.
3. **The World Bank:** World Development Indicators. 2012 г. Электронный ресурс: <http://www.worldbank.org/>
4. **Электронный ресурс:** <http://inventica.ru/researches/mr>
5. **ООН:** Прогноз численности населения мира. 2010 г. Электронный ресурс: <http://www.cia.gov/publications/facebook/2011>
6. **Косариков А. Н., Макаров П. В.** Экономические стимулы в управлении отходами урбанизированных территорий // Экология урбанизированных территорий. — 2013. — № 2. — С. 30—32.

A. N. Kosarikov, Professor, **P. V. Makarov**, Graduate Student, e-mail: pvm@ro.ru, Russian Academy of National Economy and Civil Service, Nizhny Novgorod

Development of Residential Solid Waste (RSW) management at a postindustrial period

Typical characteristics of ecology in residential solid waste management system at a postindustrial period are presented: decreased in RSW volume growth, morphological content changes, due to its liquid components, increased recycled raw material cost. Development of hi-tech collecting and recycling service system provides with an opportunity to increase profit margin of RSW recycling, hence programming of decreasing by 2—2,5 times of long-term deposition of volumes. An indicating system of RSW management system of the world was developed and presented as a diagram in the present article. It consists of analyzing the following indicators: RSW volumes involved in recycling, RSW volumes, that has been incinerated, RSW volumes that has been already recycled, % of RSW facilities in municipal property, % of RSW facilities in private public property, RSW collection cost for citizens. This diagram provides with opportunity to compare RSW management system in EU, USA and Russia in total and separately.

Keywords: RSW management, postindustrial ecology, complex recycling, RSW morphology, efficiency of investments, RSW collection cost, RSW incineration, RSW recycling, RSW indicators, US RSW management, EU RSW management

References

1. **Bell D.** Gryadushee postindustrialnoe obshestvo. Opit sotsialnogo prognozirovaniya. Per. s angl. / Pod red. V. L. Inozemtseva. — М.: Akademiya, 1999. 162 p.
2. **Rodionova I. A.** Sovremennyye tendentsii razvitiya promyshlennosti mira. М.: RUDN, 2012. 50 p.
3. **The World Bank:** World Development Indicators. 2012 g. Jelektronnyj resurs: <http://www.worldbank.org/>
4. **Jelektronnyj resurs:** <http://inventica.ru/researches/mr>
5. **ООН:** Prognoz chislennosti naselenija mira. 2010 g. Jelektronnyj resurs: <http://www.cia.gov/publications/facebook/2011>
6. **Kosarikov A. N., Makarov P. V.** Jekonomicheskie stimuly v upravlenii othodami urbanizirovannyh territorij. *Jekologija urbanizirovannyh territorij*. 2013. № 2. P. 30—32.

О межгосударственном стандарте "Материалы звукопоглощающие, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения"

About an International Standard "Sound Absorbing Materials for Uing in Buildings. Sound Absorbtion Assessment"

Межгосударственный стандарт ГОСТ 31705—2011 (EN ISO 11654:1997) "Материалы звукопоглощающие, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения" введен в действие с 01.07.2013. Этот документ является модифицированным по отношению к европейскому региональному стандарту EN ISO 11654:1997 Acoustics — Sound absorbers for use in buildings — Rating of sound absorption (Акустика. Звукопоглотители, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения.)

В разделе стандарта "Область применения" отмечается, что он устанавливает метод оценки звукопоглощения материалов и изделий одним числом, при применении которого частотная характеристика коэффициентов звукопоглощения, измеренная в соответствии с ГОСТ 31704—2011 в третьоктавных полосах частот, должна быть предварительно преобразована в виде спектра в октавных полосах частот.

Обращается внимание, что метод оценки звукопоглощения материалов и конструкций одним числом применяют для установления требований к акустическим характеристикам звукопоглощающих материалов и конструкций, предназначенных для применения в офисах, коридорах, классных помещениях, больницах и т. д.

Однако метод не применим для материалов и конструкций, эксплуатирующихся в условиях окружающей среды, где требуется более тщательный акустический анализ и расчеты, когда должны использоваться полные данные о частотных характеристиках коэффициентов звукопоглощения.

Разъясняется, что введенное стандартом понятие "индикаторы форм" используют для описания специфических особенностей характеристик звукопоглощения материалов и конструкций, которые могут иметь относительно низкий индекс звукопоглощения, но при этом обладать более высокими коэффициентами звукопоглощения в отдельных полосах частот нормируемого диапазона. Такие материалы следует оценивать на основе полной частотной характеристики коэффициентов звукопоглощения.

Особо подчеркивается, что стандарт не распространяется на дорожные экраны и покрытия, а также на оценку коэффициентов звукопоглощения на частотах ниже 250 Гц.

В разделе "Термины и определения" разъясняется смысл таких понятий как: фактический коэффициент звукопоглощения α_p , индекс звукопоглощения α_w , индикаторы формы частотной характеристики L , M , N . Обращается внимание, что эти индикаторы указывают на наличие в частотных характеристиках коэффициен-

тов звукопоглощения в отдельных октавных полосах превышения смещенной нормативной кривой более чем на 0,25.

В разделе "Правила расчета" фактический коэффициент звукопоглощения α_p в каждой i -й октавной полосе частот определяют как среднеарифметическое значение трех коэффициентов звукопоглощения α_{i1} , α_{i2} , α_{i3} , измеренных в третьоктавных полосах частот, входящих в состав октавы. Полученные значения рассчитываются с точностью до второго десятичного знака и округляются с шагом 0,05, при этом максимальное значение коэффициента α_{pi} не должно превышать 1,00.

Для определения индекса звукопоглощения α_w стандарт устанавливает нормативные кривые для различных классов звукопоглощения согласно приложению В. Полученный по приведенной методике график спектра коэффициента α_{pi} совмещают с соответствующей его величинам нормативной кривой таким образом, пока сумма величин отклонений от нее не будет менее или равна 0,10. Отклонения считают недопустимыми, если измеренное значение коэффициента звукопоглощения лежит ниже нормативной кривой в какой-либо октавной полосе частот. Индекс звукопоглощения α_w определяют значением смещенной нормативной кривой на частоте 500 Гц. Примеры вычисления индексов звукопоглощения α_w приведены в приложении А.

Обращается внимание, что при превышении значения коэффициента звукопоглощения над нормативной кривой на 0,25 или более, значение индекса звукопоглощения α_w дополняется указанием в скобках одним или несколькими индикаторами форм. При превышении фактического коэффициента звукопоглощения в октавной полосе частот со среднегеометрической частотой $f_{с.г} = 250$ Гц используется индикатор L, для полос частот с $f_{с.г} = 500$ Гц и $f_{с.г} = 1000$ Гц — индикатор M, для полос с $f_{с.г} = 2000$ Гц или $f_{с.г} = 4000$ Гц индикатор N. В этом случае стандарт рекомендует использовать обычную частотную характеристику коэффициента звукопоглощения материала или конструкций в октавных полосах частот.

В разделе "Представление результатов расчета" приводится подробная информация, касающаяся построения графиков спектров коэффициентов звукопоглощения в третьоктавных и в октавных полосах частот α_p (использование логарифмической шкалы частот, линейной шкалы для коэффициента звукопоглощения с шагом 0,2; указывается масштаб построения по осям графика).

Обращается внимание, что при определении значения коэффициента α_p и индекса α_w для образцов мате-



Рис. А. 1. Пример вычисления индекса звукопоглощения α_w ($\alpha_w = 0,60$)

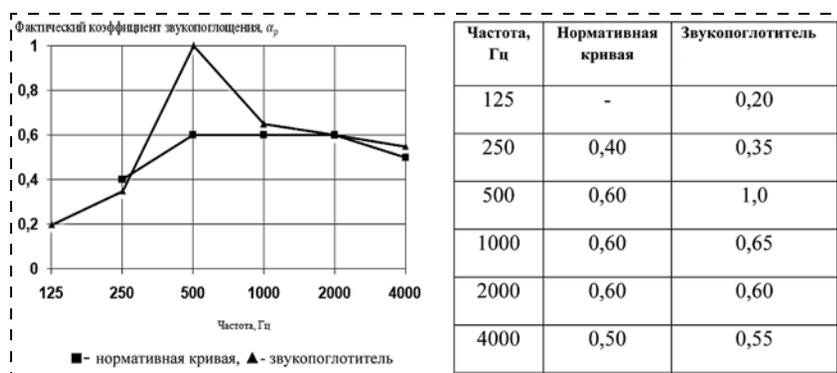


Рис. А. 2. Пример вычисления индекса звукопоглощения α_w [$\alpha_w = 0,60$ (M)]

риалов, которые при испытаниях устанавливаются с отнесом от ограждающей строительной конструкции, величина отнеса должна быть указана в протоколах измерений и в информации для заказчиков.

В справочном Приложении А приведены примеры вычисления индексов звукопоглощения α_w (звукопоглотитель), в том числе при наличии индикатора формы частотной характеристики.

Для наглядности авторы приводят соответствующие графики (рис. А.1 и рис. А.2).

В справочном приложении В приведена классификация звукопоглощающих материалов (класс звукопоглощения) (см. таблицу). Кроме того, для каждого класса звукопоглощения приведены соответствующие нормативные кривые (рис. В.1).

Обращается внимание, что приведенная классификация предназначена для оценки звукопоглощающих материалов и конструкций, эффективных в широкой полосе частот.

В справочном Приложении С приведен пример построения графика спектра коэффициента звукопоглощения α_s , измеренного в соответствии с ГОСТ 31704—2011 в третьоктавных полосах частот.

Представляется, что введение ГОСТ 31705—2011 "Материалы звукопоглощающие, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения" в значительной мере упро-

Класс звукопоглощения

Класс звукопоглощения	Значение α_w
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Не классифицировано	0,10; 0,05; 0,00

стит процедуру сравнения и последующего выбора необходимых звукопоглощающих материалов и конструкций, что будет способствовать решению важной социальной проблемы снижения шума в окружающей среде и на производстве.

Э. П. Пышкина, канд. техн. наук, проф.,
 А. В. Бондаренко, асп.,
 МГТУ им. Н. Э. Баумана
 E-mail: anytabond@rambler.ru

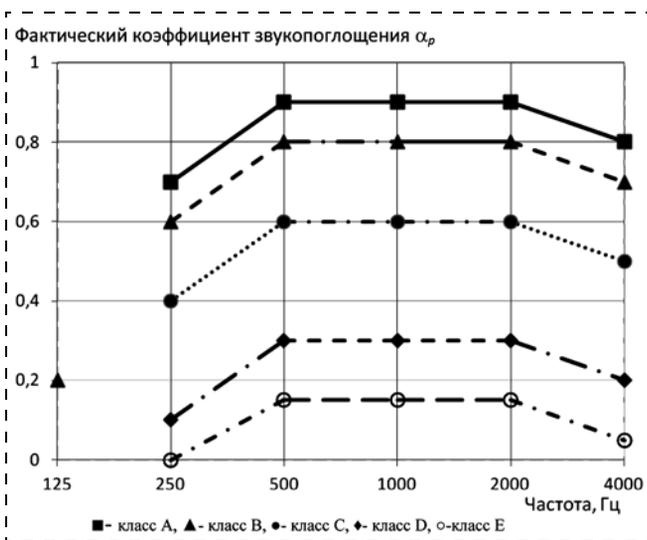


Рис. В. 1. Нормативные кривые, ограничивающие классы звукопоглощения

Законодательное обеспечение охраны и использования подземных вод (по материалам заседания Высшего экологического совета Госдумы РФ)

Federation on the Theme: "Legal Protection and Use of Groundwater's" (Materials of Meeting of the Higher Environmental Council of the State Duma of Russian)

20 марта 2014 г. состоялось расширенное заседание секций Высшего экологического совета (ВЭС) Комитета Государственной думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии "Охрана и использование водных ресурсов" и "Охрана и использование природных ресурсов при пользовании недрами" на тему: "Законодательное обеспечение охраны и использование подземных вод". Это мероприятие было приурочено к Всемирному дню водных ресурсов, который по решению Генеральной Ассамблеи ООН от 1993 г. отмечается ежегодно 22 марта.

В заседании приняли участие члены ВЭС, депутаты Госдумы РФ, члены Совета Федерации, представители Минприроды РФ и других федеральных органов исполнительной власти, исполнительных и законодательных органов власти субъектов РФ, представители научно-исследовательских учреждений и общественных организаций.

Проблема оценки запасов, качества водных ресурсов, а также их использования имеет не только особую важность и актуальность с научной точки зрения, но и приобретает в последние годы чрезвычайно острый социальный и политический характер. Это обусловлено, с одной стороны, возрастанием роли антропогенных факторов, связанных с водопотреблением населения, промышленности, сельского хозяйства, а с другой — изменениями глобального и регионального климата. Ряд проведенных исследований в области взаимного влияния водного фактора и международной политики показывает, что возможность использования водных ресурсов в достаточном количестве и необходимого качества уже является предметом споров на международной арене.

Одним из ценнейших и незаменимых видов полезных ископаемых являются подземные воды. Они представляют собой составной компонент природной среды и являются источником питьевого водоснабжения, обладают бальнеологическими и энергетическими свойствами, содержат ценные химические вещества (хром, бром, йод). По данным UNEP (программа ООН по окружающей среде) 1/3 населения мира зависит от ресурсов подземных вод. Эти воды, как наиболее защищенные от внешних воздействий, являются важнейшим источником питьевого и производственно-технического (технологического) обеспечений населения и объектов

промышленности, сельского хозяйства и коммунальных служб.

Месторождения подземных вод России содержат свыше 10 % мировых разведанных запасов. Использование подземных вод является многофункциональным. Согласно Общероссийскому классификатору (ОК 032—2002) полезных ископаемых и подземных вод существуют следующие виды подземных вод: питьевые, технические, теплоэнергетические и др. На использование подземных водных объектов для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд приходится 69 %, т. е. более половины всего объема добываемых вод. Именно пресные подземные воды нередко являются единственным источником обеспечения населения питьевой водой высокого качества, защищенным от загрязнения.

Водоснабжение более 50 % территорий и населения РФ базируется на подземных водах. Интенсивная эксплуатация подземных вод при работе водозаборов для целей водоснабжения приводит к снижению их уровня и формированию обширных депрессионных воронок как в эксплуатируемом водоносном горизонте, так и в гидравлически связанных с ним смежных водоносных горизонтах. Площадь депрессионных воронок на участках интенсивного водозабора может достигать сотен и тысяч квадратных километров, а понижение уровня подземных вод — до 100 м и более. Такая воронка, например, существует в Московской области.

Увеличение антропогенной нагрузки на подземные воды в процессе их использования, а также безвозвратная утрата полезных свойств подземных вод, препятствующая их дальнейшему использованию, приводят к необходимости усиления мер правового регулирования отношений в области использования и охраны подземных вод.

Между законодательством о недрах, которое регулирует геологическое изучение и добычу подземных вод, и охраной этих вод имеются несоответствия. При этом в законодательстве о недрах даже не содержится определения "подземные воды", а водное законодательство содержит расплывчатые характеристики подземных водных объектов. В регулировании вопросов изучения, охраны и использования водных ресурсов России принимает участие большое количество федеральных ведомств, но среди них не определено одно



головное, координирующее все вопросы для подземных вод.

По оценкам специалистов, объем загрязненных подземных вод в 2 раза превышает объем разведанных вод, пригодных к применению. Ведущие западные страны с 1980-х гг. уже развернули работы по реабилитации (ремедиации) загрязненных поверхностных вод. В России пока такие работы не ведутся. Необходимо усиление требований к территориальным отделам Роспотребнадзора по контролю организации и соблюдения зон санитарной охраны водоисточников.

Терминологические проблемы в области использования подземных вод создал Федеральный закон от 21.10.2013 № 282-ФЗ, в котором инфильтрационные воды даны в перечне разновидностей сточных вод, тогда как в гидрогеологии инфильтрационные воды — это подземные воды, образовавшиеся путем просачивания атмосферных (дождевых и талых) и речных вод через поры и трещины горных пород, и по происхождению относятся к подземным водам, как и конденсационные, седиментационные, магматические и др. В результате такого некорректного определения источник водоснабжения многих городов (например, Сочи, Красноярск, Воронеж, Курск) переводится в сточные воды, из-за чего в этих городах могут возникнуть проблемы.

В соответствии с Водной стратегией РФ на период до 2020 г. и принятой в ее развитие ФЦП "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012—2020 годах" одной из основных задач, определяющих направления развития этого комплекса, является ликвидация локальных вододефицитов в ряде регионов за счет строительства и реконструкции гидроузлов водохранилищ для создания дополнительных регулируемых мощностей и увеличения их водоотдачи, а также за счет увеличения объемов использования водных ресурсов из подземных источников. Однако существующий Примерный образец региональной целевой программы/подпрограммы в области охраны и использования водных объектов,

утвержденный Министерством природных ресурсов и экологии РФ для разработки конкретных региональных программ, не содержит разделов по возможному использованию подземных вод. Это значит, что регионы лишены возможности включать в региональные программы развития водохозяйственного комплекса мероприятия по ликвидации дефицита водных ресурсов на территориях муниципальных образований с использованием подземных источников питьевого водоснабжения на условиях софинансирования из федерального бюджета.

Происходящие в последние два десятилетия изменения в условиях развития водопользования на базе подземных вод (дефицитный водный баланс на интенсивно осваиваемых новых территориях, быстрый рост неконтролируемых малодебитных водозаборов в виде одиночных скважин, невозможность освоения разведанных запасов подземных вод из-за сложностей в организации зон санитарной охраны в связи с застройкой земельных участков и пр.) обуславливают необходимость пересмотра нормативных документов, определяющих требования и методику подсчета запасов подземных вод. Для развития водоснабжения на основе утвержденных запасов подземных вод, стоящих на государственном балансе, целесообразно рассмотреть вопрос и обосновать возможность упрощения методики подсчета запасов подземных вод при относительно небольших величинах водоотбора, в том числе для сельскохозяйственного водоснабжения и бытовых нужд.

На заседании особое внимание было уделено вопросам использования и охраны подземных вод на региональном и муниципальном уровнях, системе государственного управления подземными водами, вопросам резервирования источников питьевого водоснабжения и др.

По итогам заседания были выработаны рекомендации органам исполнительной и законодательной власти Российской Федерации.

Редакция

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Т. В. Пчелкина*

Сдано в набор 03.06.14. Подписано в печать 14.07.14. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ814.

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 солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.