



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

**Редакционный совет:**

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.  
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.  
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.  
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,  
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)  
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,  
 проф.  
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.  
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.  
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.  
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.  
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 АНТОНОВ Б. И.  
 (директор издательства)

**Главный редактор**

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**

ПОЧТАРЕВА А. В.

**Редакционная коллегия:**

АЛБОРОВ И. Д., д.т.н., проф.  
 БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.  
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.  
 ВОРОБЬЕВ Д. В., д.м.н., проф.  
 ЗАБОРОВСКИЙ Т., д.т.н., проф.  
 (Польша)  
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.  
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.  
 КИРСАНОВ В. В., д.т.н., проф.  
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.  
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,  
 проф.  
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,  
 проф.  
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.  
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.  
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.  
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.  
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.  
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.  
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.  
 (Польша)  
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.  
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.  
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.  
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.  
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.  
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

6(210)  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

**Ермолаева В. А.** Исследование уровня содержания нитратов в растительной продукции . . . 3  
**Небытов В. Г.** Применение пестицидов в сельском хозяйстве — фактор риска здоровью работников, меры профилактики . . . . . 10

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Иванов Н. И., Светлов В. В., Шашурин А. Е.** Снижение шума стационарных источников в жилой застройке технологическими шумозащитными экранами . . . . . 16  
**Галлямов М. А., Проскура В. С.** К вопросу обеспечения безопасности при гидроочистке бензиновых фракций на нефтеперерабатывающих предприятиях . . . . . 23  
**Алекина Е. В., Мельникова Д. А., Яговкин Г. Н.** Управление контрольной деятельностью для обеспечения безопасности на промышленном предприятии . . . . . 27

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Никольский О. К., Мартко Е. О., Овечкина Ю. А.** Принципы оценки и управления пожарными рисками в электроустановках производственных объектов . . . . . 31

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Волчатова И. В., Попова Н. А.** Обеспечение норм качества сточных вод как основа стабильности экосистем поверхностных водных объектов . . . . . 41  
**Савельев С. Н., Савельева А. В., Тазова О. О., Фридланд С. В.** Оценка возможности совместной очистки сернисто-щелочных сточных вод и отработанных гальванических растворов . . . . . 48

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

**Бобович Б. Б., Колюхов А. Н.** Утилизация отходов асбестального полотна с использованием термодеструкции . . . . . 51

### ОБРАЗОВАНИЕ

**Погодаева М. В.** Безопасность образовательной среды как условие развития личности дошкольника . . . . . 54  
**Костенок П. И.** Методические особенности построения и реализации программы учебной дисциплины "Гражданская оборона" при подготовке будущих учителей ОБЖ в вузе . . . . . 61

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, включен в систему Российского индекса научного цитирования и Международную базу данных CAS (Chemical Abstract).



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

AGOSHKOV A. I., Dr. Sci. (Tech.)  
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,  
Dr. Sci. (Tech.)  
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)  
DURNEV R. A., Dr. Sci. (Tech.)  
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)  
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)  
PRONIN I. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.)  
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)  
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)  
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)  
USHAKOV I. B., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Med.)  
FEDOROV M. P., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Tech.)  
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Med.)  
ANTONOV B. I.

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)  
BELINSKIY S. O.,  
Cand. Sci. (Tech.)  
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
VOROBYEV D. V., Dr. Sci. (Med.)  
ZABOROVSKIY T. (Poland),  
Dr. Sci. (Tech.)  
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)  
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)  
KIRSANOV V. V., Dr. Sci. (Tech.)  
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)  
KRASNOGORSKAYA N. N.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
KSENOFONTOV B. S.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
KUKUSHKIN Yu. A.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)  
MARTYNYUK V. Ph.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)  
MIRMOVICH E. G.,  
Cand. Sci. (Phis.-Math.)  
PALJA Ja. A. (Poland),  
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)  
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)  
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)  
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)  
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)  
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)  
SHVARTSBERG L. E.,  
Dr. Sci. (Tech.)

6(210)  
2018

## CONTENTS

### POPULATION HEALTH PROTECTION

- Ermolaeva V. A.** Study of the Level of Nitrate Content in Plant Products ..... 3  
**Nebytov V. G.** The Application of Pesticides in the Agriculture — the Risk Factor to Health of  
Workers: Measures of Preventive Maintenance ..... 10

### INDUSTRIAL SAFETY

- Ivanov N. I., Svetlov V. V., Shashurin A. E.** Decrease Noise by Stationary Sources in Residen-  
tial Areas by Technological Noise Barriers ..... 16  
**Gallyamov M. A., Proskura V. S.** To the Question of Safety Protection at Hydrocleaning of  
Petrol Fuels on Oil-Processing Works ..... 23  
**Alekina E. V., Melnikova D. A., Yagovkin G. N.** Management of Control Activities to Ensure  
Safety at an Industrial Enterprise ..... 27

### FIRE SAFETY

- Nikolskiy O. K., Martko E. O., Ovechkina Ju. A.** Methods of Fire Risk Assessment and  
Management of Electric Installations of Production Facilities ..... 31

### ENVIRONMENT PROTECTION

- Volchatova I. V., Popova N. A.** Ensuring Standards of Wastewater Quality as a Basis for the  
Stability of Aquatic Ecosystems ..... 41  
**Savelyev S. N., Savelyev A. V., Tazova O. O., Friedland S. V.** Evaluation of the Possibility  
of Joint Clean Sulfur-Alkaline Waste Water and Waste Galvanic Solutions ..... 48

### USE AND RECYCLING OF WASTE

- Bobovich B. B., Konjuhov A. N.** Utilization of Wastes of Asbestos-Steel Sheets with Using  
Thermal Destruction ..... 51

### EDUCATION

- Pogodaeva M. V.** Safety of the Educational Environment as the Condition of Development  
of the Preschool Personality ..... 54  
**Kostenok P. I.** Systematic Special Features of Construction and Implementation of the Pro-  
gram of Training Discipline "Civil Defense" with Training of the Future Teachers of "Basics  
of Life Safety" in Higher School ..... 61

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

УДК 504.05

**В. А. Ермолаева**, канд. хим. наук, доц. кафедры, e-mail: ErmolaevaVA2013@mail.ru, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых

## Исследование уровня содержания нитратов в растительной продукции

*Рассмотрена актуальная проблема накопления нитратов в растительной продукции, употребляемой человеком в пищу. Приведены результаты исследования уровня содержания нитратов в растительной продукции различных видов, имеющих разное происхождение и выращенных в разных условиях. Дана характеристика процессов трансформации соединений азота в биосфере, особенностей накопления нитратов в растениях. Кратко проанализированы методы определения нитратов в окружающей среде, а также методы снижения концентрации нитратов в растительной продукции. Для проведения эксперимента выбран потенциометрический метод с использованием нитратселективного электрода. Представлены пределы содержания нитратов в растениях разных видов. Рассмотрены способы уменьшения концентрации нитратов в растительной продукции.*

**Ключевые слова:** нитраты в растительной продукции, соединения азота, нитратселективный электрод

### Введение

В настоящее время одной из важных проблем, возникшей как результат усиления антропогенной нагрузки на экосистемы, является проблема нитратов, которая появилась достаточно давно и сейчас активно обсуждается. Применение минеральных азотсодержащих удобрений привело к увеличению содержания нитратов в питьевой воде и растительных пищевых продуктах и к возникновению угрозы неблагоприятного воздействия на организм человека. В соответствии с прогнозами предусматривается интенсивный рост спроса на минеральные удобрения. Соответственно, будет и дальше наблюдаться рост применения удобрений и увеличение содержания нитратов в продуктах питания, воде и окружающей среде.

Актуальность выбранной темы обуславливается тем, что растения являются основным источником питания человека и животных. Вот почему проблема загрязнения растениеводческой продукции нитратами, избыточное содержание которых может привести к ряду серьезных заболеваний, приобрела такую остроту в настоящее время.

### Цель работы

Цель работы состоит в исследовании уровня содержания нитратов в растительной продукции различных видов, имеющих разное

происхождение и выращенных в различных условиях. Задачи работы:

- охарактеризовать особенности накопления и миграции нитратов в окружающей среде и их влияние на организм человека;
- проанализировать методы определения нитратов в растениях;
- провести исследования по определению содержания нитратов в различных видах растительной продукции;
- кратко описать методы снижения концентрации нитратов в растительной продукции.

### Трансформация соединений азота в биосфере

"Азот — биогенный элемент. Совершая свой биогеохимический цикл, соединения азота мигрируют из неживой среды в живые организмы, в которых содержится 0,3 % азота, в золе растений — 7 %. Азот накапливается преимущественно в живых организмах и почвах, а не в осадочных породах [1]. Это обусловлено неустойчивостью соединений азота вне живых организмов, их быстрым разложением, минерализацией и активной миграцией в биосфере. В почвах азот связан с живым органическим веществом или гумусом, в отличие от соединений серы и фосфора, которые образуют трудно растворимые соединения.

Азот проявляет переменную степень окисления, при образовании химической связи он может



выступать как донор или как акцептор электронов. Такая особенность электронного строения атома азота обуславливает высокую химическую активность, многообразие форм соединений, участие в различных физиологических процессах.

Азот — важнейший элемент питания, необходимый для нормального развития живых организмов. Основные формы соединений азота в биосфере следующие:

1. Основные запасы азота на планете находятся в атмосфере. Объемная доля молекулярного азота  $N_2$  составляет около 78 %, а примерная масса  $4...6 \cdot 10^{15}$  т.

2. Другие газообразные соединения азота: аммиак  $NH_3$ , оксиды азота  $NO$ ,  $NO_2$ . Азот может образовывать пять оксидов, реализуя все свои возможные степени окисления.

3. Неорганические соединения: соли азотной и азотистой кислот (нитраты  $NO_3^-$  и нитриты  $NO_2^-$ ), соли аммония  $NH_4^+$ . В биоценозах на долю минеральных соединений азота приходится не более 10 %. Содержание нитритов в почве составляет десятые доли миллиграмма на 1 кг почвы. Несмотря на низкое содержание, нитритам принадлежит существенная роль в реакции превращения соединений азота в почве. Они образуются как промежуточные соединения и при нитрификации в аэробных условиях, и при денитрификации — в анаэробных. В почве нитриты малоустойчивы и быстро окисляются до нитратов.

4. Разнообразные органические соединения, входящие в состав живых организмов: белки (до 18 % мас.), нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды, хлорофилл, гемоглобин, фосфатиды, алкалоиды, амиды, гетероциклические соединения (пиридин, пиримидин). Биофильность азота сравнима с биофильностью углерода.

5. Главный источник азота в почве — гумус. В гумусовых горизонтах почв содержится до 93...99 % азота в составе органических соединений. Однако он находится в недоступной для растений форме и переходит в растворимые и доступные для питания растений формы в результате ряда сложных и длительных микробиологических превращений. Во всех почвах имеется запас соединений азота в воде негидролизующих форм и составляет 30...45 %.

Кроме органических соединений, в живых организмах присутствует нитратная форма азота. Растения синтезируют белки, используя нитраты из почвы. Нитраты образуются в почве из атмосферного азота и аммонийных соединений в результате сложных, разнообразных многостадийных процессов.

1. Азотфиксация — фиксация (связывание) атмосферного молекулярного азота и образование

азотистых соединений, обогащающих почву. Азотфиксаторы — аэробные свободно живущие почвенные бактерии или бактерии, живущие в симбиозе с корнями бобовых растений. Клубеньковые азотобактерии поселяются на корнях растений из семейства бобовых, вызывая образование характерных вздутий — "клубеньков", отсюда их название. Усваивая атмосферный азот, клубеньковые бактерии перерабатывают его в азотные соединения, а растения превращают их в белки и другие сложные вещества. При pH менее 5 азотфиксирующие бактерии погибают, что приводит к нарушению азотного питания растений.

2. Нитрификация — биологическое аэробное окисление аммиака, образующегося при деградации органических веществ. Автотрофная нитрификация — основной путь образования нитратов в почве, осуществляется последовательно двумя группами нитрифицирующих хемосинтезирующих бактерий (роды *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*, *Nitrobacter*). При гниении и разложении органических веществ значительная часть содержащегося в них азота превращается в аммиак (аммонификация). На первой стадии деятельность бактерий приводит к окислению аммиака до азотистой кислоты (нитритов), на второй стадии — к окислению азотистой кислоты до азотной (нитратов) [2]. Азотная кислота, вступая в реакцию с минеральными веществами почвы, например с карбонатом кальция  $CaCO_3$ , образует нитраты, хорошо усвояемые высшими растениями. Нитрификация может осуществляться гетеротрофными организмами, включая грибы, и приводит к окислению не только аммиака, но и органических соединений азота.

3. Денитрификация — разрушение солей азотной кислоты (нитратов) до нитритов, молекулярного азота и аммиака, что приводит к обеднению почв. Осуществляется денитрифицирующими почвенными и водными анаэробными бактериями. Деятельность этих бактерий приводит к тому, что часть азота из доступной для зеленых растений формы (нитраты) переходит в недоступную (свободный азот). Таким образом, далеко не весь азот, входивший в состав погибших растений, возвращается обратно в почву; часть его постепенно выделяется в свободном виде.

4. Молекулярный азот выделяется в атмосферу при гниении и горении органических веществ. В неорганической природе также может происходить азотфиксация. Электрические разряды молний в атмосфере образуют некоторое количество оксидов азота, которые при взаимодействии с водой дают азотную кислоту, превращающуюся в почве в нитраты.

В природе совершается непрерывный биогеохимический круговорот азота. Однако ежегодно

с урожаем с полей убираются наиболее богатые белками, а значит соединениями азота, части растений. Непрерывная убыль минеральных азотных соединений не может быть восполнена естественными процессами. Поэтому в почву необходимо вносить удобрения (наиболее используемые нитрат кальция  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , нитрат натрия  $\text{NaNO}_3$  и нитрат калия  $\text{KNO}_3$ ). В организме человека нитраты могут превращаться в нитриты и, по мнению некоторых ученых, в нитрозамины. Однако вопросы трансформации нитратов в организме человека изучены неполно.

Антропогенная деятельность вносит изменения в биогеохимический круговорот азота. Наблюдается повышение содержания нитратов в питьевой воде и растительной продукции. В связи с этим необходимо разумное ограничение поступления соединений азота в окружающую среду" [3].

### Методы определения нитратов в растительной продукции

Для выполнения работы необходимо проанализировать существующие методы определения нитратов в растениях. Достаточно широкое применение получили рассмотренные ниже способы анализа, позволяющие контролировать уровень содержания нитратов и качество сельскохозяйственной продукции.

1. Анализ по внешнему виду. Наибольшее содержание нитратов определяется в темных листьях зеленных культур, под коркой и в недозрелых плодах, в проводящих тканях, в частях растений, подвергшихся затенению при выращивании.

2. Анализ по качественным реакциям. Наиболее распространена химическая реакция с дифениламином, при которой нижний предел обнаружения составляет 100 мг/кг. На срез растения по каплям наносится 1 %-ный раствор дифениламина: появление синей окраски оценивается визуально и свидетельствует о значительном содержании азотных соединений. Также возможно проведение химической реакции с цинковой пылью и щелочью. При этом нитраты восстанавливаются до аммиака, который легко обнаружить по покраснению смоченной фенолфталеиновой бумаги.

3. Спектрофотометрические методы — достаточно точные методы, основанные на реакциях нитрования и окисления органических соединений, на реакциях восстановления нитратов до нитритов, особенностях поглощения нитратов в ультрафиолетовой части спектра. Чем выше интенсивность светопоглощения, тем больше нитратов содержится в пробе.

4. Ионметрический (потенциометрический) метод — количественный метод определения,

предназначен для серийных анализов свежей растительной продукции, основан на использовании приборов-иономеров и специальных нитратселективных электродов. Метод заключается в извлечении нитратов раствором алюмокалиевых квасцов и в последующем измерении их концентрации в полученной вытяжке. Метод высокоточен, универсален, может быть использован для анализа растений, имеющих ярко окрашенный сок, который мешает анализировать нитраты колориметрическими методами.

6. Анализ по индикаторной бумаге "индам". Химические компоненты, нанесенные на бумагу (цинковая пыль, сульфат марганца, сульфаниловая, лимонная или винная кислоты, сульфат бария или кальция), образуют окрашенные соединения при взаимодействии с нитратами. Нижний предел обнаружения нитратов 50 мг/кг.

Проанализировав аналитические методы определения нитратов, для проведения эксперимента по исследованию уровня содержания нитратов в растительной продукции различных видов, выращенных в различных условиях, выбрали метод с использованием нитратселективного электрода, относящийся к группе потенциометрических методов. Данный метод является высокоточным и дает возможность определить количественное содержание нитратов во всех видах овощей и фруктов, даже при наличии окрашенных соков.

### Методика проведения эксперимента

Для проведения эксперимента использовалась следующая аппаратура и реактивы: комплект "Микон-2" в составе: иономер "Эксперт 001" с блоком питания, штатив лабораторный для электродов, электрод "ЭЛИТ-021", электрод сравнения ЭСр-10101, лабораторные весы 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г, мешалка лабораторная электрохимическая, пластмассовая терка, ножницы, нож, квасцы алюмокалиевые  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (чда), калий хлористый (хч), калий азотнокислый (хч), перекись водорода (33 %-ный раствор), вода дистиллированная.

Подготовка к исследованию: в зависимости от вида растительной продукции или его семейства отбор проб проводится по разной технологии. Ниже перечислены методы подготовки проб для растительной продукции, которая использовалась в данном эксперименте.

— Клубни, корнеплоды и плоды моют водой, вытирают чистой тканью досуха и разрезают крестообразно вдоль оси на четыре равные части. У свеклы срезают верхнюю и нижнюю части корнеплода. У перца вырезают и отбрасывают семена



и плодоножку. Взятые для анализа части измельчают.

— У луковичных растений удаляют чешую, верхнюю и нижнюю части луковицы, разрезают крестообразно вдоль оси на четыре равные части. Плоды томатов и огурцов разрезают вдоль оси на сегменты по окружности. Для анализа берут сегменты с противоположных сторон, снимают кожуру и удаляют семена.

Для анализа нецелесообразно использовать не съедобные части растений. В случае повышенного содержания нитратов может возникнуть необходимость повторения анализа [4].

Этапы проведения анализа:

1. Пробы были измельчены с помощью терки. Зеленые культуры резали ножницами или ножом до частиц размером 0,5...1,0 см.

2. Измельченный материал в количестве 10 г взвешивали с точностью до второго десятичного знака и помещали в стакан вместимостью около 100 мл, добавляли 50 мл экстрагирующего раствора (раствор алюмокалиевых квасцов с массовой долей 1 %), после чего перемешивали с помощью мешалки в течение 3 мин.

3. При анализе материала, содержащего твердые ткани, пробу массой 10 г растирали в ступке с прокаленным песком до однородной массы, помещали в стакан вместимостью около 100 мл, добавляли 50 мл экстрагирующего раствора и перемешивали с помощью мешалки в течение 3 мин.

4. При анализе растений семейства крестоцветных (капуста, редис) 10 г измельченного материала взвешивали с точностью до первого десятичного знака, помещали в стакан вместимостью 100 мл. Наливали 50 мл специального экстрагирующего раствора, содержащего 10 г алюмокалиевых квасцов, 1 г марганцевокислого калия, 0,6 мл концентрированной серной кислоты в 1 л раствора. Перемешивали с помощью мешалки в течение 3 мин. Затем при перемешивании добавляли 2-3 капли 33 %-ного раствора перекиси водорода до обесцвечивания раствора.

5. В суспензии, приготовленной одним из описанных выше способов, измеряли концентрацию нитрат-ионов на анализаторе иономер "Эксперт 001" (комплект "Микон-2"). Перед проведением анализа прибор необходимо калибровать согласно известной методике с использованием стандартных растворов азотнокислого калия (концентрация 0,01, 0,001 и 0,0001 моль/л).

С целью ускорения и снижения трудоемкости анализа возможно использование для анализа сока. Полученный сок собирали в одну емкость. От полученного сока с помощью пипетки отбирали 10 мл (точность до 0,1 мл), добавляли 50 мл экстрагирующего раствора, перемешивали, и в полученном растворе измеряли концентрацию нитрат-ионов [4].

## Результаты исследования содержания нитратов в растительной продукции

Результаты проведенного исследования, представленные в таблице, сравнивались с предельно допустимыми уровнями (ПДУ) содержания нитратов в растительной продукции.

### Обсуждение результатов

В ходе проведения исследования уровня содержания нитратов было проанализировано 62 пробы растительной продукции различных видов, часть которой была приобретена в магазинах, а часть была выращена на различных приусадебных участках как в открытом, так и в защищенном грунте. Результаты исследования содержания нитратов в образцах растений разных видов, исследованных наиболее массово, представлены в графическом виде на рис. 1—4.

1. Содержание нитратов:

- в картофеле колеблется от 21,5 до 323 мг/кг (допустимый уровень 250 мг/кг) — см. рис. 1;
- в моркови — от 13,5 до 645 мг/кг (допустимый уровень 250 мг/кг) — см. рис. 2;
- в яблоках — от 10,5 до 41,2 мг/кг (допустимый уровень 60 мг/кг) — см. рис. 3;
- в свекле — от 2316 до 3300 мг/кг (допустимый уровень 1400 мг/кг);
- в репчатом луке — от 17,6 до 56,8 мг/кг (допустимый уровень 80 мг/кг) — см. рис. 4;
- в кабачках — от 310 до 944 мг/кг (допустимый уровень 400 мг/кг);
- в тыкве — от 444 до 1010 мг/кг (допустимый уровень 200 мг/кг);
- в перце сладком от 16,5 до 91 мг/кг (допустимый уровень 200 мг/кг);
- в помидорах от 19,4 до 143 мг/кг (допустимый уровень 150 мг/кг);

Диаграмма максимумов содержания нитратов в растительной продукции представлена на рис. 5 (см. 3-ю стр. обложки).

2. Соответствие ПДУ:

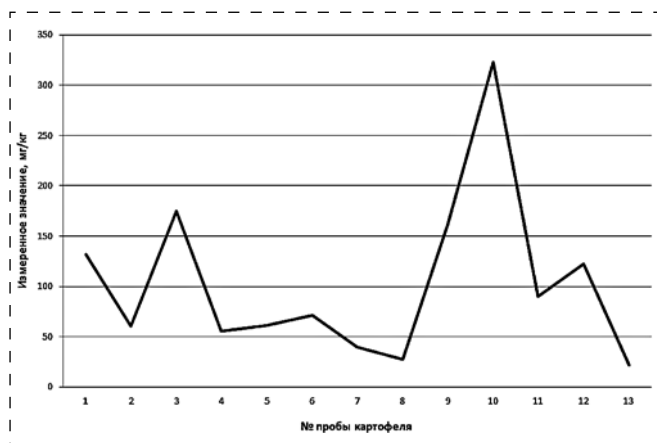
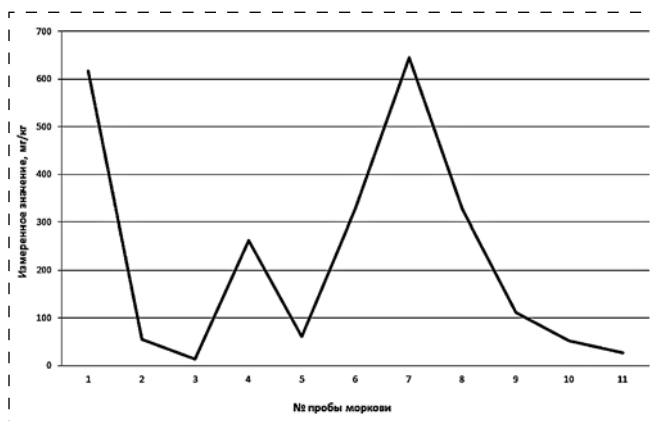
- из тринадцати проб картофеля только в одной пробе (купленной в магазине) было найдено превышение ПДУ в 1,3 раза;
- среди одиннадцати проб моркови в 45 % имелось превышение ПДУ от 1,052 до 2,58 раза, среди которых 36 % это пробы моркови, выращенной на приусадебных участках, а 9 % — приобретенной в магазине;
- во всех пробах свеклы столовой, выращенной на разных приусадебных участках, найдено превышение ПДУ от 1,65 до 2,36 раза;
- во всех пробах тыквы было найдено превышение ПДУ от 2,22 до 5,05 раза;

**Результаты исследования уровня содержания нитратов в растительной продукции**

Название растительной продукции	Измеренные значения, мг/кг	ПДУ, мг/кг	Название растительной продукции	Измеренные значения, мг/кг	ПДУ, мг/кг
Картофель <sup>1*</sup>	132	250	Яблоко <sup>8**</sup>	41,2	60
Картофель <sup>2*</sup>	60,5	250	Свекла столовая <sup>1*</sup>	2690	1400
Картофель <sup>3*</sup>	175	250	Свекла столовая <sup>2*</sup>	2316	1400
Картофель <sup>4*</sup>	55,2	250	Свекла столовая <sup>3*</sup>	2450	1400
Картофель <sup>5*</sup>	61,3	250	Свекла столовая <sup>4*</sup>	3300	1400
Картофель <sup>6*</sup>	71,6	250	Тыква <sup>1*</sup>	581	200
Картофель <sup>7*</sup>	39,6	250	Тыква <sup>2*</sup>	444	200
Картофель <sup>8*</sup>	27,2	250	Тыква <sup>3*</sup>	1010	200
Картофель <sup>9**</sup>	161	250	Лук репчатый <sup>1*</sup>	17,8	80
Картофель <sup>10**</sup>	323	250	Лук репчатый <sup>2*</sup>	35,5	80
Картофель <sup>11**</sup>	90,1	250	Лук репчатый <sup>3*</sup>	56,8	80
Картофель <sup>12**</sup>	122	250	Лук репчатый <sup>4**</sup>	17,6	80
Картофель <sup>13**</sup>	21,5	250	Лук репчатый <sup>5**</sup>	41,2	80
Морковь <sup>1*</sup>	616	250	Лук репчатый <sup>6**</sup>	44,2	80
Морковь <sup>2*</sup>	55,7	250	Лук репчатый <sup>7**</sup>	31,3	80
Морковь <sup>3*</sup>	13,5	250	Кабачок <sup>1**</sup>	310	400
Морковь <sup>4*</sup>	263	250	Кабачок <sup>2 (открытый грунт) *</sup>	944	400
Морковь <sup>5*</sup>	61,2	250	Кабачок <sup>3 (открытый грунт) *</sup>	521	400
Морковь <sup>6*</sup>	329	250	Перец <sup>1**</sup>	16,5	200
Морковь <sup>7*</sup>	645	250	Перец <sup>2**</sup>	91	200
Морковь <sup>8**</sup>	328	250	Перец <sup>3*</sup>	50,8	200
Морковь <sup>9**</sup>	111	250	Помидор <sup>1 (защищенный грунт) *</sup>	143	300
Морковь <sup>10**</sup>	52	250	Помидор <sup>2 (открытый грунт) *</sup>	34,6	150
Морковь <sup>11**</sup>	27,4	250	Помидор <sup>3**</sup>	19,4	150
Яблоко <sup>1*</sup>	24,5	60	Помидор <sup>4**</sup>	20,6	150
Яблоко <sup>2*</sup>	21,4	60	Огурец (защищенный грунт) *	126	400
Яблоко <sup>3*</sup>	38,2	60	Капуста*	2641	500
Яблоко <sup>4*</sup>	30	60	Петрушка**	578	3000
Яблоко <sup>5**</sup>	16,3	60	Банан	109	—
Яблоко <sup>6**</sup>	10,5	60	Апельсин	17	—
Яблоко <sup>7**</sup>	13,3	60			

\* Растительная продукция, выращенная на приусадебных участках в различных условиях

\*\* Растительная продукция, приобретенная в магазинах


**Рис. 1. Результаты исследования содержания нитратов в образцах картофеля**

**Рис. 2. Результаты исследования содержания нитратов в образцах моркови**

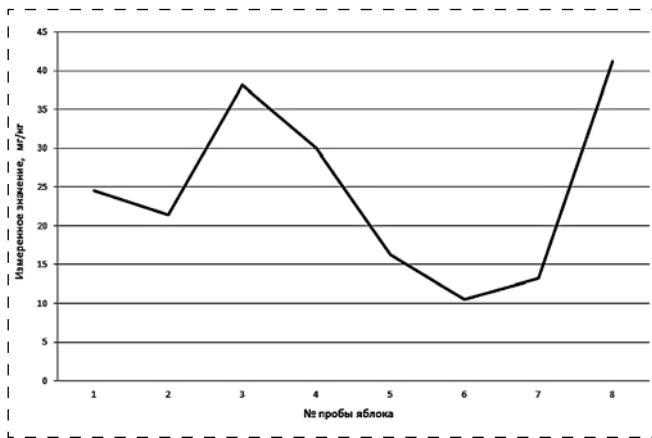


Рис. 3. Результаты исследования содержания нитратов в образцах яблока

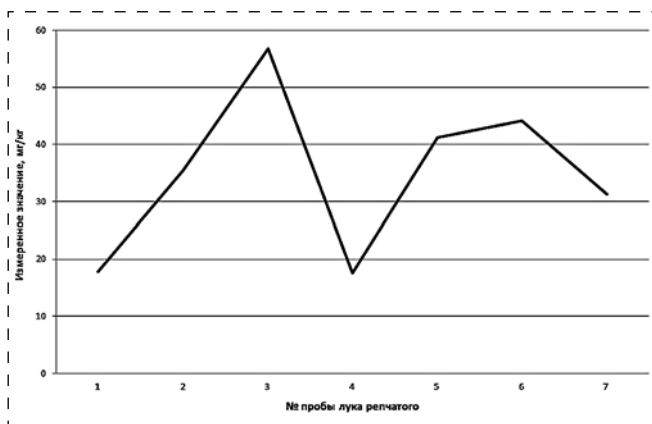


Рис. 4. Результаты исследования содержания нитратов в образцах лука репчатого

- в двух пробах кабачка, выращенного на приусадебных участках в открытом грунте, значения превышают ПДУ от 1,3 до 2,36 раза;
- в пробе капусты превышение ПДУ составило 5,3 раза;
- ни в одной из проб яблок, лука репчатого, перца и помидор, а также в пробе огурца и петрушки превышение ПДУ не найдено.

3. Несмотря на стереотип, что на своем участке продукция безопаснее, чем в магазине, полученные данные исследования этого не подтвердили, а в какой-то степени опровергли. Было отмечено повышенное содержание нитратов в пробах растительной продукции, выращенной на приусадебных участках. Это можно объяснить тем, что, не имея достаточных знаний о требуемых дозах, применялось избыточное количество азотосодержащего или органического удобрения (навоза). В целом корреляций между концентрацией нитратов и способом выращивания растений (огородный или промышленный) не обнаружено.

4. Повышенное содержание нитратов обнаружено в 25,8 % от всех проанализированных проб растительной продукции, содержание нитратов в остальных пробах значительно ниже ПДУ (в 2–7 раз).

5. Полученные в результате исследования данные хорошо согласуются с особенностями накопления нитратов растениями различных видов и семейств. Известно, что свекла, кабачки, тыква склонны к накоплению нитратов из-за своеобразия их физиологических процессов. Напротив, яблоки, перец сладкий, луковичные культуры накапливают нитраты слабо, возможно, по причине склонности к накоплению других веществ.

### Заключение

Проведенное исследование уровня содержания нитратов в растительной продукции различных видов, имеющих различное происхождение и выращенных в различных условиях, позволяет сделать приведенные ниже выводы.

1. Нитраты являются основным источником азота, необходимого биогенного элемента, им принадлежит основная роль в повышении урожайности растительной продукции. Однако высокая концентрация нитратов представляет опасность для здоровья человека.

2. Решение проблемы искусственных удобрений не решит проблему накопления нитратов в растениях: невозможно вырастить овощи, не содержащие нитраты. Из-за особенностей биохимического круговорота азотсодержащих соединений, наличия антропогенных выбросов почва содержит данные вещества, которые усваиваются растениями в той или иной степени.

3. Уменьшить концентрацию нитратов, а следовательно, поступление их с пищей в организм человека можно с помощью:

- рационального и дозированного использования азотсодержащих удобрений, учитывая тип почвы, сорт растений, период развития растения, естественное плодородие почвы, сочетаемость с другими удобрениями, возможности передвижения удобрений и их питательных элементов;
- применения правильных технологий выращивания для создания благоприятных условий для роста и развития растений с соблюдением сроков посева и уборки, прополки и полива, предпосевной обработки семян;
- соблюдения правил хранения, правильной первичной и вторичной кулинарной обработки и приготовления растительной продукции в соответствии с ее склонностью к накоплению нитратов.



### Список литературы

1. **Ермолаева В. А.** Причины накопления нитратов в растительной продукции // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. VI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сборник тезисов докладов. — Владимир: Изд.-полиграф. центр ВлГУ, 2014. — С. 669.
2. **Преращения** неорганических соединений азота. URL: <http://ecologylife.ru> (дата обращения 20.09.2017).
3. **Ермолаева В. А.** Трансформация соединений азота в биосфере. Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. VII Всероссийские научные Зворыкинские чтения. — Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2015. — С. 509.
4. **Методические указания** по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. URL: [http://www.opengost.ru/iso/67\\_gosty\\_iso/67050\\_gost\\_iso/13511-mu-5048-89-metodicheskie-ukazaniya-po-opredeleniyu-nitratov-i-nitritov](http://www.opengost.ru/iso/67_gosty_iso/67050_gost_iso/13511-mu-5048-89-metodicheskie-ukazaniya-po-opredeleniyu-nitratov-i-nitritov) (дата обращения 20.09.2017).

**V. A. Ermolaeva**, Associate Professor, e-mail: [ErmolaevaVA2013@mail.ru](mailto:ErmolaevaVA2013@mail.ru), Murom Institute (Branch) Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs

## Study of the Level of Nitrate Content in Plant Products

*The paper considers the actual problem of accumulation of nitrates in plant products used by humans for food. The aim of the work is to study the level of nitrate content in plant products of various species, of various origins and grown in different conditions. The characteristics of the processes of transformation of nitrogen compounds in the biosphere, the features of accumulation of nitrates in plants are given. Methods for the determination of nitrates in the environment, as well as methods for reducing the concentration of nitrates in plant products, are briefly analyzed. A potentiometric method using a nitrate-selective electrode was used to carry out the experiment. The increased content of nitrates was found in 25,8 % of all analyzed samples of plant products, the content of nitrates in the remaining samples is much lower than the remote control. The limits of nitrate content in plants of different species are presented. The results of the study of the content of nitrates in samples of plants of different species are presented graphically. Reduce the concentration of nitrates can be through the rational and dosed use of nitrogen-containing fertilizers, the use of proper growing technologies, compliance with storage rules, proper primary and secondary cooking and the preparation of plant products in accordance with its propensity to accumulate nitrates.*

**Keywords:** nitrates in plant products, nitrogen compounds, nitrate-selective electrode

### References

1. **Ermolaeva V. A.** Prichiny nakopleniya nitratov v rastitel'noj produkcii. *Nauka i obrazovanie v razvitii promyshlennoj, social'noj i jekonomicheskoy sfer regionov Rossii, VI Vserossijskie nauchnye Zvorykinskie chtenija: sbornik tezisov dokladov.* Vladimir: Izdatel'sko-Poligraficheskij centr VIGU, 2014. P. 669.
2. **Prevrashhenija** neorganicheskikh soedinenij azota. URL: <http://ecologylife.ru> (date of access 20.09.2017).
3. **Ermolaeva V. A.** Transformacija soedinenij azota v biosfere. *Nauka i obrazovanie v razvitii promyshlennoj, social'noj i jekonomicheskoy sfer regionov Rossii: VII Vserossijskie nauchnye Zvorykinskie chtenija.* Murom: Izdatel'sko-Poligraficheskij centr MI VIGU, 2015. P. 509.
4. **Metodicheskie ukazaniya** po opredeleniju nitratov i nitritov v produkcii rastenievodstva. URL: [http://www.opengost.ru/iso/67\\_gosty\\_iso/67050\\_gost\\_iso/13511-mu-5048-89-metodicheskie-ukazaniya-po-opredeleniyu-nitratov-i-nitritov](http://www.opengost.ru/iso/67_gosty_iso/67050_gost_iso/13511-mu-5048-89-metodicheskie-ukazaniya-po-opredeleniyu-nitratov-i-nitritov) (date of access 20.09.2017).



УДК 632.95.02:631

**В. Г. Небытов**, канд. биол. наук, доц., вед. науч. сотр., e-mail: nebuytov@yandex.ru, Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина

## **Применение пестицидов в сельском хозяйстве — фактор риска здоровью работников, меры профилактики**

*Исследованы условия труда на рабочих местах при опрыскивании посевов и централизованном протравливании семян сахарной свеклы пестицидами. Уровни шума на рабочих местах оператора линии централизованного протравливания семян и пилота мотоделтаплана превышали ПДУ на 3...14 дБА. Содержание пестицидов в воздухе рабочей зоны на рабочих местах оператора линии протравливания семян, подсобного рабочего, пилота составило соответственно 0,11...0,13; 0,07...0,90, 0,05...0,70 мг/м<sup>3</sup>. Кожные покровы лица и ладонные поверхности рук оператора линии протравливания семян были загрязнены карбофураном в количестве 0,02...0,04 мг/см<sup>2</sup>. Наиболее загрязнена обувь оператора линии протравливания семян (3,92...4,59 мг/см<sup>2</sup>) вследствие проливов водорастворимой пасты карбофурана на пол при выполнении ручных операций по загрузке в емкость с рабочим раствором. Внесение пестицидов прицепным штанговым опрыскивателем с воздушной завесой снижало загрязненность воздуха рабочей зоны механизатора. Необходимым условием безопасного труда работников при применении пестицидов являлось комплексное использование средств индивидуальной защиты с учетом соответствия их защитных свойств условиям труда работников.*

**Ключевые слова:** пестициды, параметры микроклимата, воздух рабочей зоны, карбофуран, фунгицид Альто, мотоделтаплан, прицепной опрыскиватель, условия труда, средства индивидуальной защиты

### **Введение**

В процессе трудовой деятельности работники АПК подвергались сочетанному воздействию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса [1]. В неблагоприятных микроклиматических условиях под влиянием повышенных уровней шума и вибрации, превышения показателей по тяжести и напряженности трудового процесса, запыленности отмечалось ухудшение условий труда работников вследствие загрязнения оборудования, производственных помещений, воздуха рабочей зоны, спецодежды, обуви остаточными количествами пестицидов [2—6]. Работники подвержены кратковременному воздействию концентрированных пестицидов и менее токсичных рабочих растворов, а также остатков пестицидов в последующих работах в контакте с обработанными растениями и оборудованием.

В последнее время обострилась проблема хранения, утилизации запрещенных к применению пестицидов. Среди устаревших пестицидов имеются обезличенные препараты, ртутьсодержащие протравители семян, хлорорганические соединения, отнесенные Стокгольмской конвенцией к стойким органическим загрязнителям [7]. Неудовлетворительное техническое и санитарное состояние складов пестицидов, условий хранения создает опасность для жизни и здоровья людей, животных, загрязнения атмосферы, почвы

и водных источников. При хранении на складах большого ассортимента пестицидов имеет место негативное действие на работников сложного комплекса загрязнителей. Имеются примеры фальсифицированной и контрафактной продукции на российском рынке пестицидов, не решены вопросы утилизации контрафактных пестицидов. При использовании пестицидов в сельском хозяйстве чаще всего несчастные случаи происходят с трактористами-машинистами, подсобными рабочими. На их долю приходилось более 70,0 % несчастных случаев. При проведении химобработок мотоделтапланами посевов зерновых культур зарегистрированы несчастные случаи травматизма с тяжелым исходом, причины которых были обусловлены бликами и засветками на линзах очков пилотов и ошибочного расчета траектории подъема на высоту [8].

Учитывая ухудшение условий труда в сельском хозяйстве при использовании пестицидов, цель исследований состояла в изучении условий труда на рабочих местах, включая подбор эффективных средств защиты, направленных на профилактику отрицательного влияния препаратов на здоровье работников.

### **Материалы и методы исследования**

Оценку условий труда на рабочих местах при централизованном протравливании семян сахарной свеклы пестицидами (Ржавский семенной завод, Курская область) и опрыскивании посевов

мотодельтапланом, прицепными опрыскивателями (хозяйства Орловской области) проводили в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса" [9].

### Результаты и их обсуждение

Централизованное протравливание семян сахарной свеклы осуществляется в неблагоприятных условиях труда [10–12]. Подработка семян сахарной свеклы выполнялась в холодное и переходное время года, некоторые технологические операции — на открытом воздухе в неотапливаемых помещениях (табл. 1).

Высокая влажность воздуха (89 %) в помещении растворного узла связана с использованием воды для приготовления рабочего раствора пестицидов. Температура воздуха на рабочих местах оператора линии централизованного протравливания семян, аппаратчика по обработке семян достигала 6...14 °С, относительная влажность — 75...82 %, на рабочем месте грузчика — 76...80 %, скорость движения воздуха — 0,1...1,0 м/с. При перемещении мешков с протравленными семенами из склада готовой продукции на эстакаду для погрузки в транспорт температура воздуха на рабочем месте грузчика была 3...13 °С. При

опрыскивании посевов пестицидами температура воздуха на рабочем месте пилота мотодельтаплана составляла 16...21 °С, относительная влажность 75...85 %, скорость движения воздуха — 0...16 м/с.

Температура воздуха на рабочем месте механизатора составляла 18...22 °С; влажность — 72...81 %, скорость движения воздуха — 0,1...2 м/с. Уровни шума превышали предельно допустимые уровни на 3...12 дБА на рабочих местах оператора линии централизованного протравливания семян. Наиболее неблагоприятным по данному фактору оказалось рабочее место пилота мотодельтаплана. Уровень шума, генерируемого двигателем и винтом, существенно превышал нормируемые значения на 5...14 дБА.

Значительна доля ручного труда на тяжелых погрузочно-разгрузочных работах при штабелировании мешков с протравленными пестицидами семенами. "Затаривание протравленных семян в мешки" является механизированной операцией, однако по степени напряженности трудового процесса отнесена к категории II а. Операция "заполнение карбофураном рабочей емкости из бочек" выполняется непродолжительное время (30...40 мин в смену) и отнесена к категории II б. Пилот мотодельтаплана находится в течение более 80 % времени в вынужденной рабочей позе. Труд пилотов характеризуется нервно-эмоциональными нагрузками при взлете, посадке и

Таблица 1

Условия труда работников при применении пестицидов

Рабочее место, профессия	Уровень шума, дБА	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
Централизованное протравливание семян сахарной свеклы пестицидами				
Приготовление рабочего раствора пестицидов в растворном узле (оператор линии)	35...58	6...7	0,1	70...89
Централизованное протравливание семян (оператор линии)	83...92	9...10	0,1...0,5	75...82
Заполнение, взвешивание, зашивание мешков с протравленными семенами (упаковщик)	85...92	10...14	0,1...0,2	75...83
Погрузка мешков с протравленными семенами (грузчик)	75...80	3...13	0,1...1,0	76...80
Опрыскивание посевов пестицидами (наземное, авиационное)				
Приготовление рабочего раствора (рабочий)	35...60	+18...+22	0,2...0,6	72...77
Опрыскивание (авиационное) посевов (пилот мотодельтаплана)	85...94	+16...+21	0,1...16	75...85
Опрыскивание (наземное) посевов с помощью ОПШ 15-01 (механизатор)	82...88	+18...+22	0,1...2,0	72...81
Опрыскивание (наземное) посевов с помощью "Advance 3000 Vortex" (механизатор)	80...88	+18...+22	0,1...2,0	72...80
ПДУ	80	15...22/16...27*	0,2...0,5	15...75

\* Для не отапливаемых помещений –15,9...+27 °С



низким полетом (1...3 м) при опрыскивании посевов пестицидами. Пилот дельтаплана на фоне выраженных неблагоприятных микроклиматических условий, интенсивного шума, вибрации подвергается воздействию выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания. Труд пилота мотodelьтаплана по степени ответственности за окончательный результат работы и возникновению по его ошибочным действиям опасных ситуаций для жизни людей отнесен к 3-му классу 2-й степени вредности.

Воздух рабочей зоны на рабочих местах характеризуется значительным варьированием концентраций пестицидов (табл. 2). Наибольшие концентрации протравителей отмечены в помещении растворного узла и превышают ПДК в 2,6—14,4 раза. Воздух рабочей зоны загрязнен карбофураном, концентрация которого превышала ПДК в 2,0—2,6 раза, что соответствовало труду оператора линии протравливания семян по химическому фактору, отнесенному к 3-му классу 1-й степени вредности.

На рабочем месте подсобного рабочего в воздухе рабочей зоны отмечено содержание фунгицида Альто (ципроконазола) 0,07...0,90 мг/м<sup>3</sup> при кратковременных в течение 5...10 мин ручных операциях по приготовлению рабочего раствора фунгицида. В связи с тем, что воздух рабочей зоны был загрязнен Альто в концентрациях, превышающих ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющих веществ) в 1,3 раза, труд рабочего по

химическому фактору отнесен к 3-му классу 1-й степени вредности.

При изменяющихся направлениях ветра отмечались случаи попадания пилота дельтаплана под шлейф фунгицида, оставляемого мотodelьтапланом. Концентрация Альто в воздухе рабочей зоны пилота составила 0,05...0,70 мг/м<sup>3</sup>. Обработка посевов прицепным штанговым опрыскивателем Advance 3000 Vortex с воздушной завесой обеспечила качественное опрыскивание. Вентилятор создавал воздушный поток, который через воздухопроводы выходил вдоль штанги, образуя завесу, снижая снос капель из зоны обработки и загрязненность воздуха рабочей зоны механизатора фунгицидом.

Загрязнение воздуха рабочей зоны производственного оборудования пестицидами приводит к загрязнению кожных покровов, спецодежды работников (табл. 3).

Кожные покровы лица и ладонные поверхности рук оператора линии протравливания семян загрязнены карбофураном в количестве 0,02...0,04 мг/см<sup>2</sup>. Еще в большей степени (3,92...4,59 мг/см<sup>2</sup>) загрязнена обувь, что связано с проливами водорастворимой пасты карбофурана на пол при выполнении ручных операций по загрузке в емкость с рабочим раствором.

При внесении Альто в посевы пшеницы наземным прицепным опрыскивателем Advance 3000 Vortex кожные покровы лица и ладонные поверхности рук рабочего и механизатора загрязнены фунгицидом Альто и 2,4-ДА

Таблица 2

Содержание пестицидов в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup>

Рабочее место, профессия	Содержание пестицидов, мг/м <sup>3</sup>
Централизованное протравливание семян сахарной свеклы карбофураном	
Емкость с мешалкой для приготовления рабочего раствора	0,01...0,05
Загрузочное устройство	0,11...0,13
Пульт управления	0,01...0,02
Смесительный барабан	0,01...0,05
Наземное опрыскивание посевов фунгицидом Альто	
Приготовление рабочего раствора (рабочий)	0,08...0,9
Опрыскивание посевов с помощью ОПШ-15-01 (механизатор)	0,01...0,3
Опрыскивание посевов с помощью Advance 3000 Vortex (механизатор)	0,01...0,03
Авиационное опрыскивание посевов мотodelьтапланом фунгицидом Альто	
Приготовление рабочего раствора (рабочий)	0,07...0,90
Опрыскивание посевов (пилот мотodelьтаплана)	0,05...0,70

**Содержание пестицидов в смывах со спецодежды, обуви и кожных покровов, мкг/100 см<sup>2</sup>**

Место смывов пестицидов	Оператор линии	Пилот мотодельтаплана	Механизатор	Рабочий
	Карбофуран	Альто		
Обувь	3,92...4,59	0,001...0,06	0,001...0,02	0,001...0,02
Спецодежда	0,26...0,80	0,003...0,10	0,003...0,1	0,003...0,1
Кожные покровы лица	0,02...0,03	Следы	Следы	Следы
Кожные покровы рук	0,02...0,04	Следы	Следы	Следы

в следовых количествах. Вследствие соприкосновения с загрязненными Альто почвой и оборудованием в смывах с обуви было определено 0,001...0,01 мкг/100 см<sup>2</sup> Альто. Механизатору во время обработки посевов пестицидами приходилось прочищать засоренные распылители. В результате происходило загрязнение спецодежды 0,001...0,01 мкг/100 см<sup>2</sup> Альто. Вследствие соприкосновения с загрязненными фунгицидом почвой и оборудованием в смывах с обуви пилотов было определено 0,001...0,06 мкг/100 см<sup>2</sup> Альто.

Определяющим фактором выбора СИЗ для работников, занятых на работах с пестицидами, является соответствие защитных их свойств условиям труда. Используемые материалы должны обладать необходимыми гигиеническими свойствами, проявляющими устойчивость к действию концентрированных и рабочих растворов пестицидов. При выполнении операций в отделении упаковки и зашивки протравленных семян в мешки рекомендуется использование комбинезонов Tyvek Classik, обеспечивающих защиту от проникновения карбофурана в пододежное пространство.

Для защиты рук могут использоваться технические резиновые перчатки или перчатки из дисперсии бутилкаучука. При погрузке мешков с протравленными семенами рекомендуется использовать рукавицы из хлопчатобумажных тканей с пленочным покрытием.

Для защиты глаз необходимо использовать герметичные очки ПО-2, защитные фильтрующие очки ЗФ-2 и защитные очки с непрямой вентиляцией типа ЗН.

Для защиты органов дыхания требуются универсальные или противогазовые респираторы с патронами марки А. Для рабочих, занятых на кратковременных работах по приготовлению рабочих растворов Альто и последующей их заправке в емкости, необходимы респиратор РПГ-67 с коробкой марки А, костюм из прорезиненной хлопчатобумажной ткани, перчатки из дисперсии бутилкаучука и поливинилхлорида. Для защиты

ног следует использовать сапоги резиновые, дополнительно нарукавники и фартуки из прорезиненных материалов.

Для защиты механизатора рекомендуется применять респиратор У-2К, комбинезон из хлопчатобумажной ткани, перчатки из дисперсии бутилкаучука, сапоги резиновые. Для защиты пилота мотодельтаплана необходимы комбинезон из нетканых материалов Tyvek С, защитный шлем, комплект НИВА 2М, состоящий из нагнетателя очищенного воздуха, лицевой части, противоаэрозольных фильтров, аккумуляторной батареи, а также перчатки из бутилкаучука и сапоги резиновые. Необходимо соблюдать нормативные требования охраны труда при осуществлении работ с использованием пестицидов в АПК, которые устанавливают "Правила по охране труда в сельском хозяйстве" [13].

### Заключение

Работники АПК при протравливании пестицидами семян сахарной свеклы и опрыскивании ими посевов зерновых культур авиационным (мотодельтапланом) и наземным (прицепными опрыскивателями) способами подвергались сочетанному воздействию факторов производственной среды — неблагоприятных микроклиматических условий, повышенных уровней шума, повышенных показателей по тяжести и напряженности трудового процесса, а также воздействию загрязненных остаточными количествами пестицидов оборудования, производственных помещений, воздуха рабочей зоны, кожных покровов, спецодежды и обуви. Необходимым условием безопасного труда работников при применении пестицидов является комплексное использование средств индивидуальной защиты с учетом соответствия их защитных свойств условиям труда работников, включая средства индивидуальной защиты органов дыхания с улучшенными эксплуатационными свойствами.

## Список литературы

1. **Профессиональный риск** для здоровья работников сельского хозяйства, гигиенические аспекты его оценки и управления / Т. А. Новикова, В. Ф. Спиринов, Н. А. Михайлова, В. М. Таранова // Медицина труда и промышленная экология. — 2012. — № 5. — С. 22–28.
2. **Герштейн Е. Г., Накарякова М. В., Борисов С. Ю.** Вопросы гигиены труда при применении пестицидов // Медицина труда и промышленная экология. — 2003. — № 11. — С. 13–17.
3. **Ракитский В. Н.** Прогностический риск токсического воздействия пестицидов на здоровье работающих // Медицина труда и промышленная экология. — 2015. — № 10. — С. 5–7.
4. **Терещенко В. Г.** Некоторые гигиенические аспекты использования сверхлегких летательных аппаратов (СЛА), применяемых для десикации подсолнечника // Окружающая среда и здоровье. — 2002. — № 1 (20). — С. 56–58.
5. **Артемюк О. В.** Риск воздействия пестицидов на работающих при авиаобработках // Гигиена и санитария. — 2016. — Т. 95. — № 4. — С. 375–380.
6. **Небытов В. Г.** Условия труда работников и рекомендуемые средства индивидуальной защиты при применении ципроконазола (Альто) наземным и авиационным способами // Медицина труда и промышленная экология. — 2014. — № 5. — С. 45–48.
7. **Стокгольмская конвенция** о стойких органических загрязнителях (СОЗ) 2003 г. Persistent Organic Pollutants (ЮНЕП). URL: [irptc.unep.ch/pops](http://irptc.unep.ch/pops) UNEP. URL: <http://www.globelaw.com/> (дата обращения 02.06.2017).
8. **Условия труда в АПК** — фактор риска травматизма и заболеваемости работников: технические решения и профилактика / Н. С. Студенникова, А. В. Пыталев, А. И. Пантюхин, А. Л. Кузнецов, В. Г. Небытов, О. В. Тимохин. — Орел: Картуш, 2017. — 352 с.
9. **Руководство** по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (Утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.05): Р 2.2.2006-05. Здоровоохранение России, 2006. — М.: ДЕАН, 2006. — 240 с.
10. **Петриченко Л. Н.** Гигиеническая оценка условий труда при централизованном протравливании семян // Гигиена труда и профзаболевания. — 1979. — № 1. — С. 25–36.
11. **Оценка** загрязнения рабочих мест фураданом при централизованном протравливании семян сахарной свеклы и рекомендуемые средства защиты / А. П. Лапин, В. Г. Небытов, Т. В. Гушина, О. А. Максименко // Медицина труда и промышленная экология. — 2004. — № 4. — С. 10–14.
12. **Липкина Л. И., Заволокина Н. Г., Михеева Е. Н.** Минимизация риска здоровья работающих при предпосевной обработке посадочного материала // Медицина труда и промышленная экология. — 2016. — № 3. — С. 17–23.
13. **Правила** по охране труда в сельском хозяйстве. Приказ Минтруда и социальной защиты РФ № 76н от 25 февраля 2016. Зарегистрировано в Минюсте РФ № 41558 от 25 марта 2016.

V. G. Nebytov, Associate Professor, Leading Researcher, candidate of biology science, e-mail: [nebuytov@yandex.ru](mailto:nebuytov@yandex.ru), Orel State Agrarian University named after N. V. Parahin

## The Application of Pesticides in the Agriculture — the Risk Factor to Health of Workers: Measures of Preventive Maintenance

*In article working conditions on workplaces are investigated at spraying crops and centralized sterilization seeds of sugar beet by pesticides. In adverse microclimatic conditions under influence of the increased noise levels, excess of parameters on weight and intensity of labour process, deterioration of working conditions of workers, owing to pollution of the equipment, industrial rooms, air of working zone, overalls, footwear was marked by residual amounts of pesticides. The temperature of air on workplaces of operator of line sterilization of seeds, the loader, the pilot of motorglider, the ancillary worker, the machine operator reached 3–22<sup>0</sup>C, relative humidity — 75...89 %, speed of movement of air — 0,1 up to 2,0 m/s. Noise levels on workplaces of the operator of line sterilization of seeds and the pilot of motorglider on above MPL on 3...14 decibel. The contents of pesticides in air of working zone on workplaces of the operator of line sterilization of seeds, the ancillary worker, makes the pilot 0,11...0,13; 0,07...0,90 and 0,05...0,70 mg/m<sup>3</sup>. Integuments of the person and surfaces of hands of operator of line sterilization of seeds were polluted carbofurane in amount 0,02...0,04 mg/sm<sup>2</sup>. Most (3,92...4,59 mg/sm<sup>2</sup>) the footwear of the operator of line sterilization of seeds, owing to passages of water-soluble paste carbofurane on floor is polluted at performance of manual operations on loading in capacity with working solution. The contents of pesticides in air of working zone on workplaces of the operator of line sterilization of seeds, the ancillary worker, makes the pilot 0,11...0,13; 0,07...0,90 and 0,05...0,70 mg/m<sup>3</sup>. Entering of pesticides hook-on sprayer with an air veil reduced impurity of air of working zone of the machine operator. A necessary condition of safe work of workers at application of pesticides was complex use of means of an individual defence in view of conformity of their protective properties to working conditions of workers.*

**Keywords:** pesticides, parameters of microclimate, air of working zone, carbofurane, alto, motorglider, hook-on sprayer, working conditions, personal protective equipment

## References

1. **Professional'nyj risk** dlya zdorov'ya rabotnikov sel'skogo hozyajstva, gigienicheskie aspekty ego ocenki i upravleniya / T. A. Novikova, V. F. Spirin, N. A. Mihajlova, V. M. Taranova. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2012. No. 5. P. 22—28.
2. **Gershtejn E. G., Nakaryakova M. V., Borisov S. Yu.** Voprosy gigieny truda pri primenenii pesticidov. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2003. No. 11. P. 13—17.
3. **Rakitskij V. N.** Prognosticheskij risk toksicheskogo vozdejstviya pesticidov na zdorov'e rabotayushchih. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2015. No. 10. P. 5—7.
4. **Tereshchenko V. G.** Nekotorye gigienicheskie aspekty ispol'zovaniya sverhlegkih letatel'nyh apparatov (SLA), primenyaemyh dlya desikacii podsolnechnika. *Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e*. 2002. No. 1 (20). P. 56—58.
5. **Artemova O. V.** Risk vozdejstviya pesticidov na rabotayushchih pri aviaobrabotkah. *Gigiena i sanitariya*. 2016. Vol. 95. No. 4. P. 375—380.
6. **Nebytov V. G.** Usloviya truda rabotnikov i rekomenduemye sredstva individual'noj zashchity pri primenenii ciprokonazola (al'to) nazemnym i aviacionnym sposobami. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2014. No. 5. P. 45—48.
7. **Stokgol'mskaya konvenciya** o stojkih organicheskikh zagryaznitelyah (SOZ) 2003 g. Persistent Organic Pollutants (YUNEP). URL: [irptc.unep.ch/pops](http://irptc.unep.ch/pops) UNEP. URL: <http://www.globelaw.com/> (data of access 02.03.2017).
8. **Usloviya truda v APK** — faktor riska travmatizma i zabolvaemosti rabotnikov: tekhnicheskie resheniya i profilaktika / N. S. Studennikova, A. V. Pytalev, A. I. Pantyuhin, A. L. Kuznetsov, V. G. Nebytov, O. V. Timohin. Orel: Kartush, 2017. 352 p.
9. **Rukovodstvo** po gigienicheskoj ocenke faktorov rabochej sredi i trudovogo processa. Kriterii i klassifikaciya uslovij truda (Utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossii 29.07.05): R 2.2.2006-05. Zdravoohranenie Rossii, 2006. Moscow: DEAN, 2006. 240 p.
10. **Petrichenko L. N.** Gigienicheskaya ocenka uslovij truda pri centralizovannom protravlivanii semyan. *Gigiena truda i profzabolevaniya*. 1979. No. 1. P. 25—36.
11. **Ocenka** zagryazneniya rabochih mest furadanom pri centralizovannom protravlivanii semyan saharnoj svekly i rekomenduemye sredstva zashchity / A. P. Lapin, V. G. Nebytov, T. V. Gushchina, O. A. Maksimenko. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2004. No. 4. P. 10—14.
12. **Lipkina L. I., Zavolokina N. G., Miheeva E. N.** Minimizaciya riska zdorov'ya rabotayushchih pri predposevnoj obrabotke posadochnogo materiala. *Medicina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2016. No. 3. P. 17—23.
13. **Pravila** po ohrane truda v sel'skom hozyajstve. Prikaz Mintruda i social'noj zashchity RF No. 76n ot 25 fevralja 2016. Zaregistrirovano v Minyuste RF No. 41558 ot 25 marta 2016.

## Информация

### Продолжается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на второе полугодие 2018 г.

Оформить подписку можно через подписные агентства  
или непосредственно в редакции журнала

#### Подписной индекс по каталогу:

Пресса России — 94032

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

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

УДК 534.26

**Н. И. Иванов**<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф. зав. кафедрой,

**В. В. Светлов**<sup>2</sup>, начальник испытательной лаборатории, e-mail: kb\_iak@mail.ru,

**А. Е. Шашурин**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц. кафедры

<sup>1</sup> Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ"

им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО "Институт акустических конструкций", Санкт-Петербург

## Снижение шума стационарных источников в жилой застройке технологическими шумозащитными экранами

Показано, что стационарные источники шума (дизель-электростанции, вентиляционные установки, компрессорное оборудование, градирни и пр.) являются заметными источниками шума в жилой застройке, шум от которых может превышать нормы на расстояниях до 200...300 м. Для снижения шума от этих установок применяют П-образные (в плане) экраны. Предложен новый метод расчета экранов, базирующийся на статистической теории акустики. В полученной формуле учтены акустические свойства экрана и опорной поверхности, расположение расчетной точки, эффективная высота экрана. Расчет показал удовлетворительное совпадение с данными эксперимента. Показано, что на эффективность экрана влияет высота точки измерений (разница 3...4 дБА), наличие боковых отгонов (при их отсутствии эффективность снижается на 3 дБА), звукопоглощающие свойства объема. Основным фактором, определяющим эффективность, — эффективная высота, заметный рост эффективности (до 3...6 дБ по спектру) при удвоении высоты экрана.

**Ключевые слова:** шум, жилая застройка, источники шума, технологические шумозащитные экраны, эффективность экрана, расчет, эксперимент

### Введение

Немалое число стационарных установок является источником повышенного шума. Это в основном вентиляционное оборудование, чиллеры,

компрессорные установки, дизель-электростанции, градирни. В дневное время шум от этих установок превышает допустимые нормы на расстояниях 50...100 м, а в ночное на расстояниях 200...300 м. В качестве примера на рис. 1 приведены спектры шума

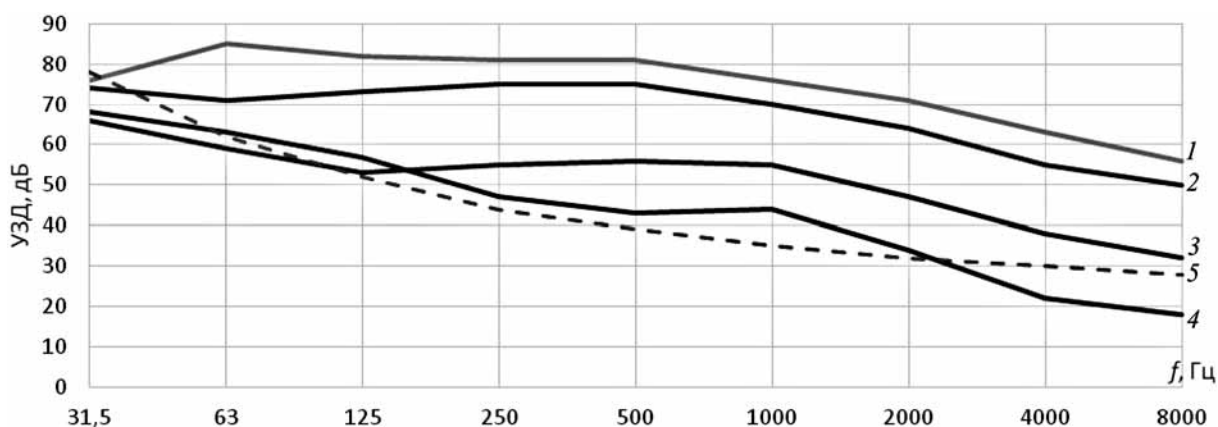


Рис. 1. Уровни шума от технологического оборудования в жилой застройке:

1 — на 20 м от градирен; 2 — на 8 м от компрессоров; 3 — на 80 м от компрессоров; 4 — 650 м от градирен; 5 — нормативное значение



различных установок в сравнении с санитарными нормами [1]. Анализ показывает, что превышения уровней звукового давления (УЗД) могут достигать 25...40 дБ почти во всем нормируемом диапазоне частот. Для снижения шума этих установок используются шумозащитные экраны, которые в немалом числе случаев не обеспечивают снижение шума до нормы. Анализ показал, что существующие методы расчета дают заниженные значения эффективности. Целью настоящего исследования является представить новый метод расчета технологических шумозащитных экранов на стационарные установки, а также выявить основные закономерности, необходимые для их проектирования.

### 1. Расчет технологических шумозащитных экранов

Общепринятым методом расчета шумозащитных экранов (ШЭ) является метод, в основу которого положена оптико-дифракционная теория с использованием числа Френеля [2, 3]. Недостатком применяемых формул является отсутствие учета акустических свойств экрана и опорной поверхности. Технологические экраны имеют в основном П-образное (в плане) исполнение (рис. 2). К фронтальному экрану 2 примыкают боковые экраны (отгоны) 3, которые все вместе образуют полузамкнутое пространство (объем), обладающее специфическими свойствами. Звуковое поле в условном объеме квазидиффузное (по признаку изотропности), но изменяется по высоте экрана. Приняв такое допущение и использовав правило

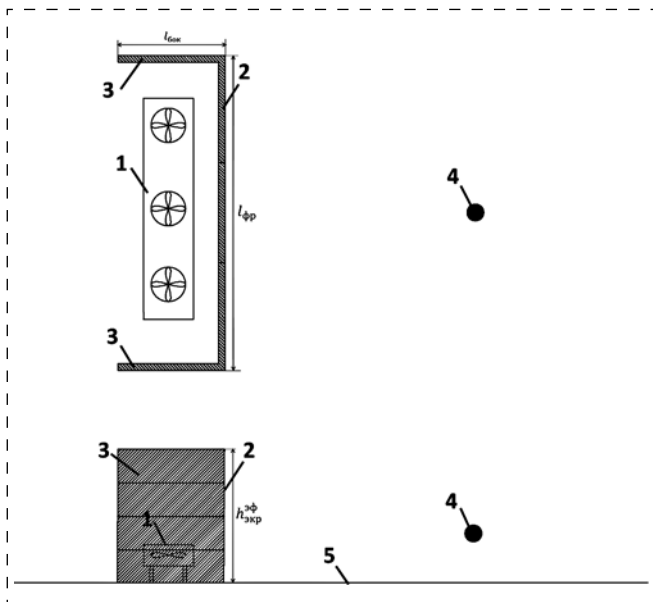


Рис. 2. Расчетная схема П-образных технологических экранов: 1 — источник шума; 2 — фронтальный экран; 3 — боковой отгон; 4 — расчетная точка (РТ); 5 — опорная поверхность

$$W_{\text{ист}} \rightarrow I_1 \rightarrow W_1 \rightarrow I_2 \rightarrow W_2 \rightarrow \dots \\ \dots \rightarrow I_n \rightarrow W_n \rightarrow I_{\text{РТ}},$$

где  $W$  — акустическая мощность;  $I$  — интенсивность звука [4], была получена формула для расчета эффективности технологических шумозащитных экранов, дБ:

$$\Delta L_{\text{экр}} = 10 \lg \left[ \frac{A_{\text{об}}}{A_0} \right] - 10 \lg \left[ \frac{R}{R_0} \right] + 10 \lg [\Psi_{\text{об}}] + \\ + 10 \lg \left[ \frac{h_{\text{экр}}^{\text{эф}}}{\lambda} \right] - 10 \lg [\beta_{\text{дифр}}^{\text{экр}}] - 10 \lg [1 - \bar{\alpha}_{\text{об}}] - \\ - 10 \lg \left[ \arctg \frac{l_{\text{экр}}}{2h_{\text{экр}}^{\text{эф}}} \right] - 10 \lg \left[ \arctg \frac{l_{\text{экр}}}{2R} \right] + 10 \lg \left[ \frac{\pi}{8} \right],$$

где  $A_{\text{об}}$  — эквивалентная площадь звукопоглощения объема,  $\text{м}^2$ ;  $A_0$  — эквивалентная площадь звукопоглощения, равная  $1 \text{ м}^2$ ;  $R$  — расстояние от ШЭ до РТ, м;  $R_0$  — опорное расстояние, равное  $1 \text{ м}$ ;  $\Psi_{\text{об}}$  — коэффициент, учитывающий нарушение диффузности в условном объеме;  $h_{\text{экр}}^{\text{эф}}$  — эффективная высота экрана, м;  $\lambda$  — длина звуковой волны, м;  $\beta_{\text{дифр}}^{\text{экр}}$  — коэффициент дифракции на свободном ребре (далее в расчетах будет использован экспериментально полученный показатель дифракции, равный  $10 \lg [\beta_{\text{дифр}}^{\text{экр}}]$ );  $\bar{\alpha}_{\text{об}}$  — средний коэффициент звукопоглощения в условном объеме;  $l_{\text{экр}}$  — длина экрана с учетом отгонов (для технологических экранов зачастую определяется как сумма фронтальной части  $l_{\text{фр}}$  и боковых отгонов  $l_{\text{бок}}$ ), м.

Пример расчета по представленной формуле приведен в табл. 1. Расчетная схема П-образного шумозащитного экрана приведена на рис. 2.

### 2. Экспериментальные исследования

**Экспериментальный стенд.** Для исследования технологических шумозащитных экранов был сооружен стенд в натуральную величину, имеющий П-образную в плане форму. Длина фронтального экрана  $l_{\text{фр}} = 9 \text{ м}$ . Длина боковых экранов (отгонов)  $l_{\text{бок}}$  по  $3 \text{ м}$ . Высота экрана  $h_{\text{экр}}^{\text{эф}}$  изменялась от  $1$  до  $4 \text{ м}$  (1, 2, 3, 4 м). Панели экрана изготовлены из импрегнированной древесины со звукопоглощающим материалом, закрытым звукопрозрачной сеткой. Измерения на стенде были проведены с целью проверки точности предложенного метода расчета, а также решения ряда задач:

- связь эффективности с высотой экрана;
- влияние расположения точки измерений (ТИ) на эффективность экрана;
- значение показателя дифракции;
- влияние боковых отгонов.



Таблица 1

**Пример расчета акустической эффективности П-образного шумозащитного технологического экрана**

Наименование и обозначение	Вычисленные и измеренные значения в октавных полосах среднегеометрических частот, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Исходные данные								
$A_{об}, м^2$	106	124	152	158	158	154	148	145
$R, м$	25	25	25	25	25	25	25	25
$\Psi_{об}$	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$\bar{\alpha}_{об}$	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
$h_{экр}^{эф}, м$	3	3	3	3	3	3	3	3
$l_{экр}, м$	15	15	15	15	15	15	15	15
Вычисленные значения								
$10 \lg \left[ \frac{A_{об}}{A_0} \right], дБ$	20	21	22	22	22	22	22	22
$10 \lg \left[ \frac{R}{R_0} \right], дБ$	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
$10 \lg [\Psi_{об}], дБ$	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$10 \lg \left[ \frac{h_{экр}^{эф}}{\lambda} \right], дБ$	-2,6	0,4	3,4	6,4	9,5	12,5	15,5	18,5
$10 \lg [\beta_{дифр}^{экр}], дБ$	-3	-5	-6	-7	-7	-10	-12	-15
$10 \lg [1 - \bar{\alpha}_{об}], дБ$	-3,0	-3,0	-4,0	-4,0	-4,0	-5,2	-5,2	-5,2
$10 \lg \left[ \arctg \frac{l_{экр}}{2h_{экр}^{эф}} \right], дБ$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$10 \lg \left[ \arctg \frac{l_{экр}}{2R} \right], дБ$	-5,4	-5,4	-5,4	-5,4	-5,4	-5,4	-5,4	-5,4
$10 \lg \left[ \frac{\pi}{8} \right], дБ$	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1	-4,1
Расчетная эффективность $\Delta L_{экр}$ (см. формулу), дБ	7	9	14	16	19	20	21	21
Расчетная эффективность $\Delta L_{экр}$ [2, 3], дБ	-1	2	5	8	11	14	17	20
Измеренная эффективность $\Delta L_{экр}$ , дБ	7	8	11	15	19	22	23	24

**Проверка точности расчета.** В табл. 1 приведены экспериментальные значения эффективности технологического шумозащитного экрана. Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает удовлетворительную точность (в основном 1...2 дБ, на двух полосах частот 3 дБ). Сравнение экспериментальных данных со значениями, полученными по общепринятым методам расчета, показывает гораздо более существенное отклонение (до 4...8 дБ).

**Влияние высоты точки измерений на эффективность экрана.** В табл. 2 приведены сравнительные данные эффективности экрана высотой  $h_{\text{экp}}^{\text{эф}} = 2$  м на различных расстояниях (7,5; 15; 25 и 50 м) при расположении точки измерений на высоте  $h_{\text{ТИ}} = 1,5$  м и  $h_{\text{ТИ}} = 4,0$  м. Анализ показывает, что снижение эффективности с увеличением высоты точки измерений составляет по уровню звука (УЗ) 3...4 дБА. С увеличением высоты экрана разница несколько снижается, и достигает 2...3 дБА. Этот фактор следует учитывать при установке экранов в многоэтажной застройке.

**Влияние высоты экрана на его эффективность.** Высота экрана — основной фактор, определяющий его эффективность. В табл. 3 и на рис. 3, 4 приведены результаты испытаний экранов различной высоты, измеренные в точке, расположенной на расстоянии 25 м. Эффективность экрана высотой  $h_{\text{экp}}^{\text{эф}} = 4$  м выше, чем высотой  $h_{\text{экp}}^{\text{эф}} = 1$  м на 1...6 дБ в нормируемом диапазоне частот (высота

точки измерений 1,5 м). При удвоении высоты эффективность экрана возрастает на 3...6 дБ.

Еще более ярко эта закономерность выражена при рассмотрении акустической эффективности в дБА (рис. 4, кривая 1). При рассмотрении ШЭ высотой 1 и 2 м акустическая эффективность увеличивается на 4...6 дБА. При повторном удвоении высоты до  $h_{\text{экp}}^{\text{эф}}$  акустическая эффективность возрастает на 10 дБА, а при увеличении с 3 до 4 м всего на 2 дБА, т. е. эта зависимость имеет нелинейный характер и это очень важная закономерность в практике проектирования ШЭ.

**Влияние боковых отгонов на эффективность экрана.** П-образные ШЭ обычно конструируются с возможно малыми размерами (длиной) фронтального ШЭ, поэтому отсутствие боковых отгонов может в значительной степени снизить эффективность такого экрана за счет дополнительной дифракции через свободные боковые ребра фронтального ШЭ. Важно понять, в какой степени происходит это ослабление, когда длина бокового отгона составляет 3 м (одна стандартная секция панелей шумозащитного экрана). В табл. 4 и на рис. 5 приведены значения сравнительной акустической эффективности испытываемых ШЭ на расстоянии 25 м. При этом измерения в обоих случаях производились напротив фронтального ШЭ по его средней оси.

Анализ сравнительных данных показывает существенную роль наличия боковых отгонов

Таблица 2

Сравнительная акустическая эффективность П-образного технологического ШЭ  $h_{\text{экp}}^{\text{эф}} = 2,0$  м на различных расстояниях

Расстояние, м	Высота ТИ $h_{\text{ТИ}}$ , м	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
7,5	1,5	3	7	10	12	15	22	29	32	16
	4,0	2	6	7	10	11	16	22	25	13
15	1,5	3	6	9	11	14	21	28	33	15
	4,0	2	5	7	10	12	16	23	26	11
25	1,5	2	5	8	10	13	18	21	23	14
	4,0	1	3	6	7	9	15	18	22	10
50	1,5	2	5	8	10	13	18	21	23	13
	4,0	1	3	7	9	10	14	17	22	9

Таблица 3

Акустическая эффективность ( $\Delta L_{\text{экp}}$ ) П-образного технологического ШЭ, измеренная на расстоянии 25 м

Высота экрана $h_{\text{экp}}^{\text{эф}}$ , м	Высота ТИ $h_{\text{ТИ}}$ , м	Акустическая эффективность, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	1,5	0	2	5	7	9	12	15	22	8
2		2	5	8	10	13	18	21	23	14
3		5	8	11	13	14	19	23	24	17
4		7	8	11	15	19	22	23	24	18

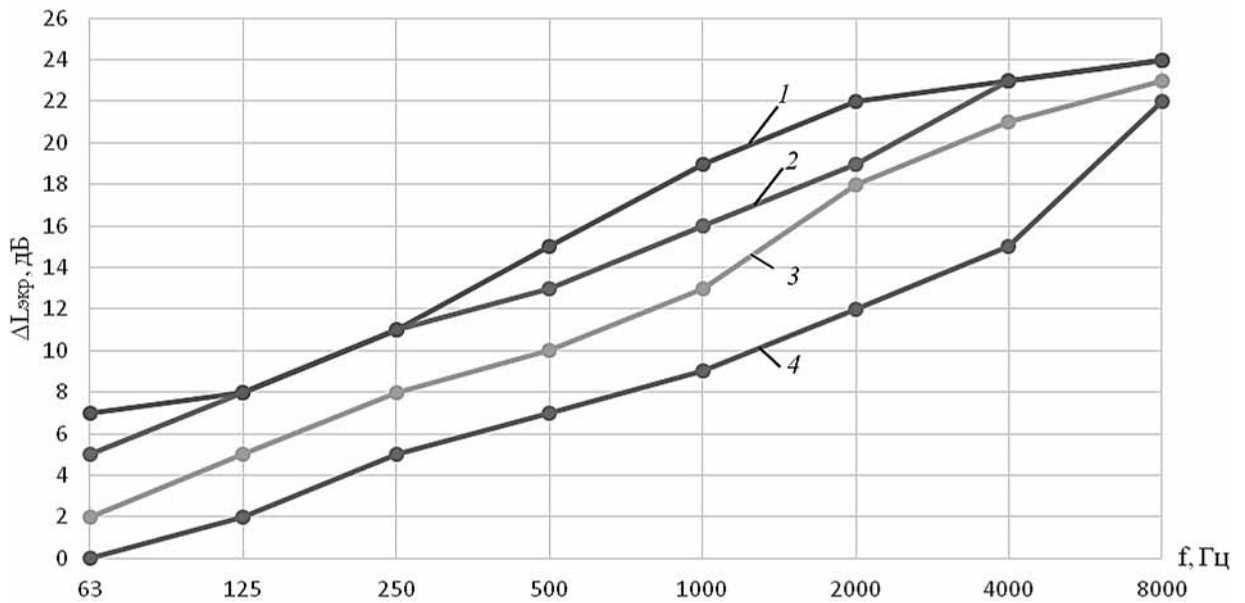


Рис. 3. Сравнительная акустическая эффективность ШЭ, измеренная на расстоянии 25 м для точки измерений на высоте  $h_{ТИ} = 1,5$  м  
 $h_{экр}^{эф}$ : 1 – 4,0 м; 2 – 3,0 м; 3 – 2,0 м; 4 – 1,0 м

в П-образном ШЭ. Снижение акустической эффективности при их отсутствии составляет не менее 3 дБА, а по спектру: 1...2 дБ в низкочастотном диапазоне и 3...6 дБ в средневысокочастотном диапазонах (см. табл. 4).

### 3. Применение технологических шумозащитных экранов

Рассмотрено применение технологических шумозащитных экранов на примере завода по производству водонагревателей. Общий вид экрана

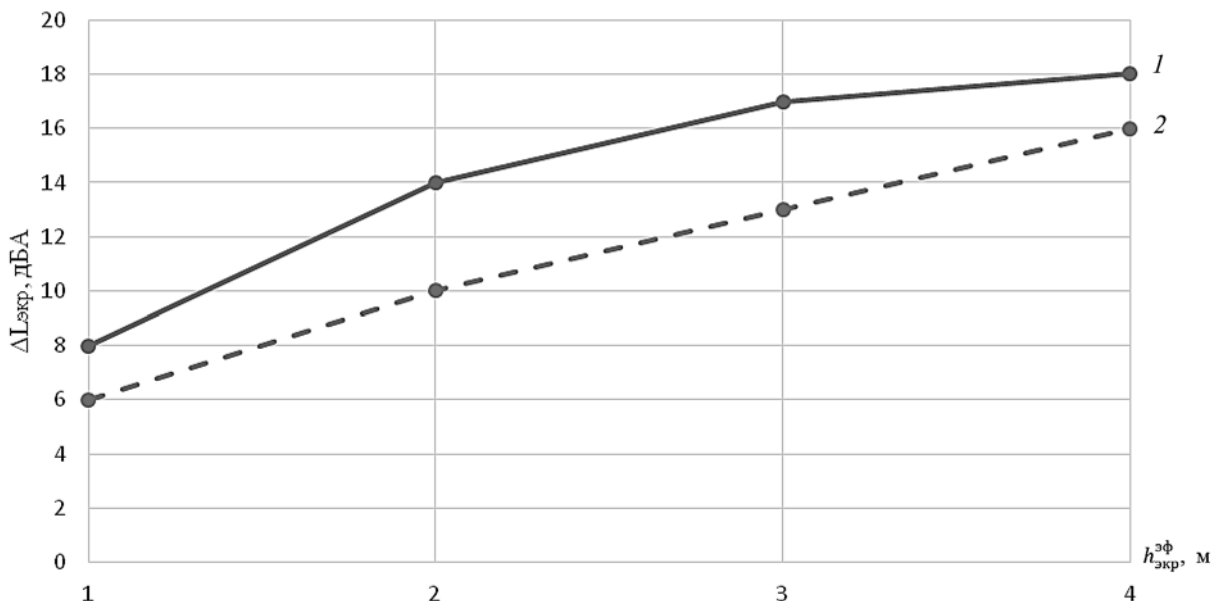


Рис. 4. Результаты измерений акустической эффективности ШЭ при изменении высоты:  
 1 –  $h_{ТИ} = 1,5$  м; 2 –  $h_{ТИ} = 4,0$  м на расстоянии 25 м

Акустическая эффективность П-образного и фронтального ШЭ высотой  $h_{\text{эк}}^{\text{эф}} = 4,0$  м на расстоянии 25 м

Тип ШЭ	Высота ТИ $h_{\text{ТИ}}$ , м	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
П-образный	1,5	7	8	11	15	19	22	23	24	18
	4,0	7	8	10	13	16	19	22	23	16
Фронтальный без боковых оттонов	1,5	6	6	9	10	15	18	20	21	15
	4,0	6	6	8	10	12	15	17	20	13

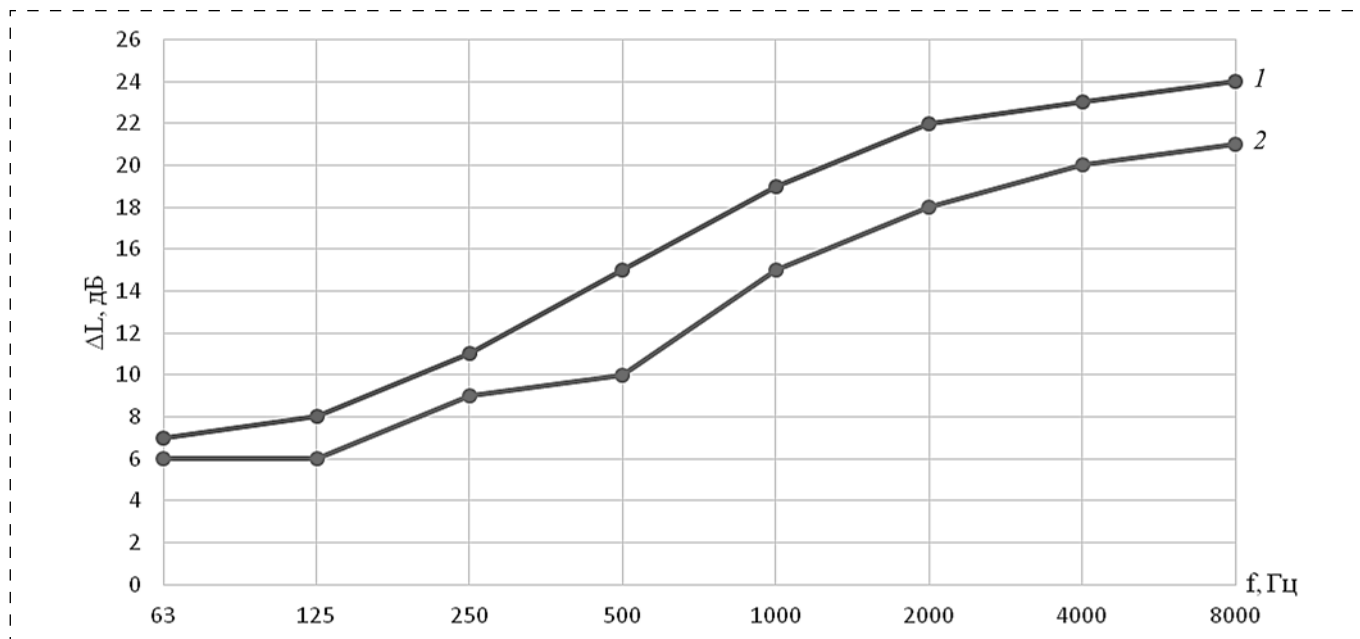
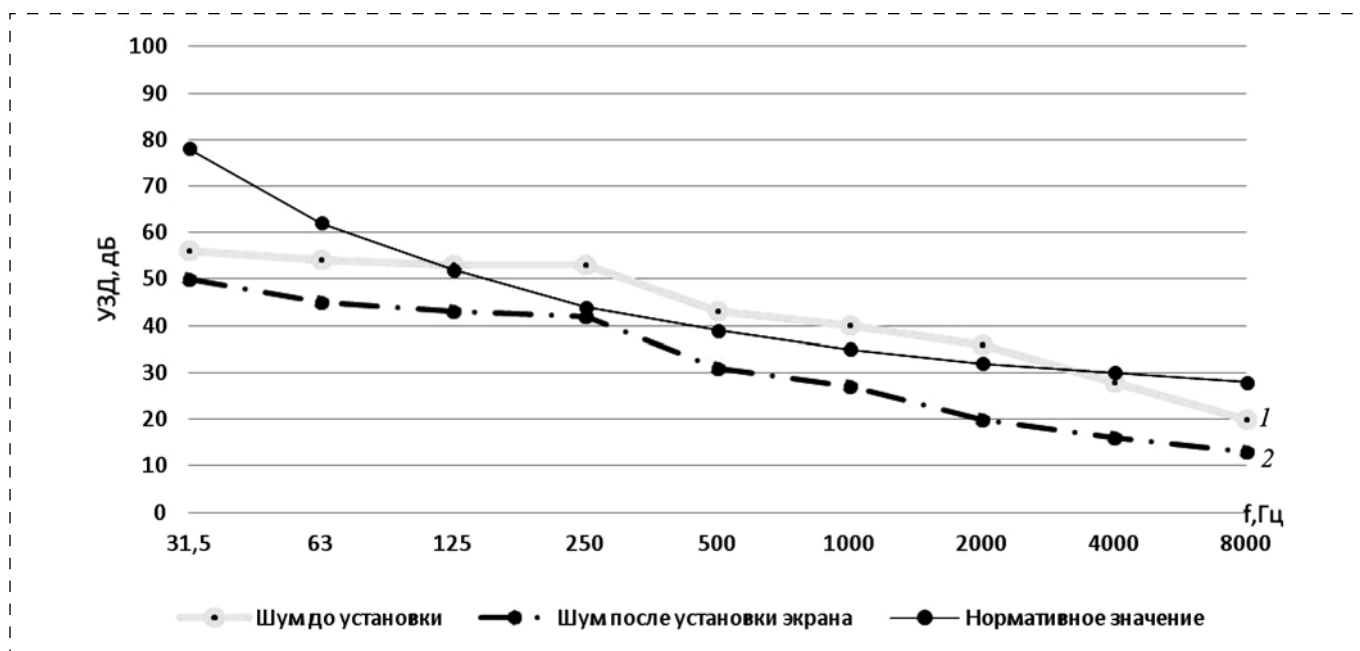

 Рис 5. Сравнительные данные испытаний П-образного (1) и ШЭ без боковых оттонов фронтального (2) для расстояния 25 м ( $h_{\text{эк}}^{\text{эф}} = 4,0$  м,  $h_{\text{ТИ}} = 1,5$  м)


Рис. 7. Результаты измерений УЗД в жилой застройке до (1) и после (2) установки технологического шумозащитного экрана на территории завода



показан на рис. 6 (см. 3-ю стр. обложки). Экран высотой 4 м, длиной 16 м выполнен из металлических сэндвич-панелей с перфорацией, направленной на источник шума. Внутри панелей расположен звукопоглощающий материал. Конструкция установлена на бетонном основании, имеет Г-образную форму (в плане), боковым отгоном плотно примыкает к зданию завода, технологические проемы и щели отсутствуют. Результаты измерений приведены на рис. 7, шум снижен до нормы во всем частотном диапазоне (на 5...15 дБ).

### Заключение

Предложен новый метод расчета экранов, базирующийся на статистической теории акустики. В полученной формуле учтены акустические свойства экрана и опорной поверхности, расположение расчетной точки, эффективная высота экрана. Расчет показал удовлетворительное совпадение с данными эксперимента. Показано, что

на эффективность технологического экрана влияет высота точки измерений (разница 3...4 дБА), наличие боковых отгонов (при их отсутствии эффективность снижается на 3 дБА), звукопоглощающие свойства объема. Основным фактором, определяющим эффективность, — эффективная высота, заметный рост акустической эффективности (до 3...6 дБ по спектру) при удвоении высоты технологического шумозащитного экрана.

### Список литературы

1. **СН 2.2.4/2.1.8.562-96** Санитарные нормы "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".
2. **Снижение шума** в зданиях и жилых районах / Под ред. Г. Л. Осипова, Е. Я. Юдина, Г. Хюбнер. — М.: Стройиздат, 1987. — С. 426—448.
3. **ОСТ 31295.2—2005** (ИСО 9613-2:1996) Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета. Межгосударственный стандарт.
4. **Иванов Н. И.** Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник, 3-е изд. перераб. и доп. М.: ЛОГОС, 2013. С. 103—104.

**N. I. Ivanov**<sup>1</sup>, Professor, Head of Chair, **V. V. Svetlov**<sup>2</sup>, Head of Laboratory,  
e-mail: kb\_iak@mail.ru, **A. E. Shashurin**<sup>1</sup>, Associate Professor

<sup>1</sup> Baltic State Technical University "VOENMEH", Saint-Petersburg

<sup>2</sup> Institute of Acoustic Designs LTD, Saint-Petersburg

## Decrease Noise by Stationary Sources in Residential Areas by Technological Noise Barriers

*It is shown that stationary noise sources (diesel power plants, ventilation plants, compressor equipment, water cooling towers, etc.) are noticeable noise sources in residential areas, the noise from which can exceed the rates at distances up to 200...300 m. U-shaped (in plan) barriers are used to reduce noise from these plants. A new method of calculating the barriers based on the statistical theory of acoustics is proposed. The resulting formula takes into account the acoustic properties of the barrier and supporting surface, calculation point location and effective height of the barrier. The calculations showed a satisfactory coincidence with the experimental data. It is shown that the barrier efficiency is affected by the height of the measurement point (a difference of 3...4 dBA), availability of side strippings (without them the efficiency is reduced by 3 dBA), sound-absorbing properties of the volume. The main factor determining the efficiency is an effective height, significant efficiency increase (3...6 dB by band) by doubling the barrier height.*

**Keywords:** noise, residential areas, technological noise barriers, noise barrier efficiency, calculations, experimental data

### References

1. **СН 2.2.4/2.1.8.562-96** Sanitarnye normy "Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilyh, obshhestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki".
2. **Snizhenie shuma** v zdaniyah i zhilyh rajonah / Pod red. G. L. Osipova, E. Ja. Judina. Moscow: Strojizdat, 1987. P. 426—448.
3. **ОСТ 31295.2—2005** (ISO 9613-2:1996) Shum. Zatuhanie zvuka pri rasprostranenii na mestnosti. Chast' 2. Obshhij metod rascheta. Mezghosudarstvennyj standart.
4. **Ivanov N. I.** Inzhenernaja akustika. Teorija i praktika bor'by s shumom: Uchebnik, 3-e izd. pererab. i dop. Moscow: LOGOS, 2013. P. 103—104.

УДК: 620.193(075.4)

**М. А. Галлямов**, канд. техн. наук, доц. кафедры, **В. С. Проскура**, магистрант, e-mail: victoria.proskura@yandex.ru, Уфимский государственный нефтяной технический университет

## **К вопросу обеспечения безопасности при гидроочистке бензиновых фракций на нефтеперерабатывающих предприятиях**

*В статье определена актуальная на сегодняшний день проблема процесса гидроочистки бензиновых фракций, которая оказывает значительное влияние на обеспечение безопасности технологического процесса. Проведен анализ существующих методов гидроочистки продуктов нефтепроизводства и определены наиболее эффективные. Сделан вывод о целесообразности комплексного подхода к решению существующей проблемы, поскольку антикоррозионные мероприятия, обычно применяемые на установках гидроочистки, недостаточно эффективны.*

**Ключевые слова:** коррозия, промышленная безопасность, гидроочистка, антикоррозионная защита, бензиновые фракции, нефтепереработка, продукты отложений, фильтры, примеси, блок очистки

Гидроочистка бензиновых фракций относится к наиболее распространенным каталитическим процессам на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) и является необходимой для получения высококачественных автомобильных топлив и ароматических углеводородов. Одной из основных проблем процесса гидроочистки является образование отложений продуктов коррозии, кокса и механических примесей в теплообменном оборудовании, печном змеевике и реакторе [1–5]. В результате увеличивается гидравлическое сопротивление в системе, которое приводит к незапланированным остановкам для удаления отложений с катализатора и очистки оборудования, что неизменно ведет к значительному числу аварийных ситуаций, связанных с влиянием коррозионных процессов. Эта проблема известна довольно давно, и отечественные НПЗ накопили значительный опыт по ее решению.

В настоящее время в связи с переработкой тяжелых нефтей, вовлечением в производство низкокачественных бензиновых фракций, получаемых при замедленном коксовании, висбрекинге высокосернистого гудрона, других вторичных процессов, и переходом технологических установок на длительный межремонтный период эксплуатации (более 2 лет) актуальность этой проблемы возрастает, и каждый завод вынужден искать эффективное решение. В этих условиях нормальное функционирование установки гидроочистки возможно обеспечить только при внедрении комплекса мероприятий, направленных на получение качественного сырья на всех предшествующих

технологических стадиях, подбор катализатора и его защитного слоя, совершенствование конструкции реактора и его внутренних устройств, повышение надежности оборудования.

Ниже приведены результаты анализа существующих методов гидроочистки продуктов нефтепроизводства. Так, в работе [6] рассматривается проблема роста перепада давления в установках гидроочистки. Еще в семидесятые годы прошлого столетия отмечалось, что на ряде промышленных установок допускается к переработке сырье со значительными отклонениями по фракционному составу, с большим количеством воды, щелочи и смолистых веществ. Анализ сырья показал, что примеси, содержащиеся в сырье, также присутствуют и в отложениях.

Таким образом, авторы делают выводы о том, что за качеством сырья необходимо следить еще до поступления его на установку гидроочистки. Прежде всего требуется качественное глубокое обессоливание нефти. При перегонке не следует защелачивать продукты, и перед поступлением на гидроочистку обязателен отстой нефтепродуктов для отделения воды. Для нормальной работы установки гидроочистки немаловажное значение имеют условия хранения сырья. Контакт сырья с кислородом воздуха способствует поликонденсации непредельных соединений и образованию осадка. Процессы поликонденсации ускоряются в присутствии щелочи. При хранении сырья под "подушкой" инертного газа и при подаче сырья по схеме прямого питания количество отложений и коксообразование снижаются.



Рассмотрим опыт одной из нефтехимических компаний. На установке гидроочистки перерабатывается бензиновая фракция 95, получаемая вторичной перегонкой широкой бензиновой фракции из западно-сибирской нефти [7]. В связи с ростом перепада давления в системе в течение последних лет проведен большой объем исследовательских работ по изучению природы и причин образования отложений и внедрен комплекс мероприятий.

Установлено, что сырье содержит механические примеси; анализ отложений, отобранных с фильтров и теплообменников, показал, что они состоят в основном из продуктов коррозии; отложения, отобранные с защитного слоя реактора, состоят в основном из углеродистых соединений с незначительной долей продуктов коррозии.

На основании исследований разработаны и внедрены следующие мероприятия:

- снижение в сырье растворенного кислорода путем монтажа алюминиевых понтонов в сырьевых резервуарах с подачей азота в подпонтонное пространство, организации прямого питания установки, при этом избыточный объем сырья сбрасывается в резервуары;

- тонкая очистка сырья от механических примесей размером более 25 мкм с помощью фильтров с щелевыми фильтрующими элементами;

- ингибирование процесса образования кокса в сырьевых теплообменниках за счет поддержания в циркулирующем сжиженном газе содержания сероводорода на уровне 200...300 мг/м<sup>3</sup> с помощью дозированной подачи неочищенного сжиженного газа;

- применение в реакторе в качестве защитного слоя засыпаемого сверху катализатора, инертных или слабоактивных элементов с большим объемом свободного пространства для сбора отложений;

- постоянный лабораторный контроль сырья.

Опыт рассматриваемой нефтехимической компании позволил решить проблему ускоренного роста перепада давления по реактору гидроочистки и системе в целом.

Коррозия — самая серьезная проблема, с которой сталкиваются нефтеперерабатывающие предприятия, поскольку потенциальные затраты при повреждениях и авариях огромны. Одним из последствий коррозии, характерной для рассматриваемых объектов, является растрескивание под действием напряжений в сульфидсодержащей среде, при попадании в оборудование продукта

с повышенным содержанием механических примесей, солей и серы, происходит повреждение оборудования, как следствие, его разгерметизация, что ведет к аварийным ситуациям. Чтобы избежать подобных ситуаций, предлагается в общую схему производства ароматических углеводородов (разделение широкой бензиновой фракции) добавить блок очистки сырья от механических примесей, серы, что позволит не только избежать коррозии, но также повысить качество получаемого продукта.

Помимо изучения опыта нефтяных компаний, был проанализирован ряд патентов, где рассматривался способ очистки не только бензиновых фракций, но также и нефти, и технологической жидкости [8—11]. Рассмотрим подробнее некоторые изобретения.

1. Способ очистки технологической жидкости от механических примесей и плавающей жидкой среды.

При очистке технологической жидкости от загрязняющих механических примесей и плавающей жидкой среды очищаемую технологическую жидкость направляют в проточный отстойник. Очистка технологической жидкости от механических примесей и плавающей жидкой среды производится путем гравитационного осаждения механических примесей и всплытия плавающей жидкой среды из тонкого плоского слоя, образованного движущейся смесью очищаемой технологической жидкости и части очищенной технологической жидкости, отличающейся тем, что оба компонента смеси предварительно подают в смеситель (гомогенизатор), в котором струи очищаемой и части чистой технологической жидкости направлены навстречу друг другу с равным поперечным сечением в месте столкновения струй, а затем полученную смесь подают в проточный отстойник через горизонтальный щелевой диффузор шириной, равной внутренней ширине отстойника, и с высотой, обеспечивающей ламинарный режим течения тонкого плоского слоя.

2. Способ переработки нефтяных отходов.

Способ переработки нефтяных отходов, содержащих воду и механические примеси, заключается в том, что предварительно проводят активацию гомогенизированного исходного сырья электромагнитным излучением с частотой 40,0...55,0 МГц, мощностью излучения 0,2...0,6 кВт в течение 1...8 ч. Затем активированное сырье подвергают нагреву в однопоточном вертикальном реакторе в две стадии. Первую стадию осуществляют при температуре 110...120 °С с образованием



парогазовой фазы первой стадии с выводом ее с верха реактора. Вторую стадию осуществляют при температуре до 375...400 °С с образованием парогазовой фазы второй стадии, выводимой с верха реактора, и твердого остатка с последующим разделением парогазовых фаз первой и второй стадий на водную, жидкую углеводородную фазы и газ, причем нагрев сырья осуществляют с помощью индукторов высокой частоты 8...20 кГц и мощностью 40...80 кВт в присутствии подаваемых в полость реактора предварительно нагретых стальных шаров с обеспечением их вращательного движения в потоке сырья под воздействием электромагнитного поля, генерируемого индукторами низкой частоты 45...55 Гц и мощностью 6...10 кВт. При этом индукторы размещены последовательно по высоте реактора с чередованием индукторов низкой и высокой частоты начиная с индуктора низкой частоты, размещенного в верхней части реактора.

3. Способ очистки бензина от серосодержащих примесных компонентов.

Изобретение относится к области нефтепереработки, в частности к очистке светлых нефтепродуктов от сернистых соединений. Сущность изобретения заключается в том, что очистку нефтепродуктов ведут на ректификационной колонне в режиме циклически меняющегося давления.

Способ позволяет производить очистку нефтепродуктов от сернистых соединений без применения дополнительных реагентов, а по степени очистки превышает известные способы примерно в 10 раз. Данный способ может быть использован при очистке жидкостей от труднолетучих примесей или в случае, когда основная доля сопротивления массопереносу сосредоточена в паровой фазе.

4. Фильтрующее устройство для очистки жидкостей и газов от механических примесей.

Фильтрующее устройство предназначено для очистки жидкостей и газов от механических примесей и может использоваться в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности. Используется элемент, полученный из фильтрующего материала, который закреплен на кольце, зафиксированном между фланцами корпуса и подводящего трубопровода. Внутри фильтрующего элемента расположена крестообразная вставка, снаружи имеется крестообразный зажим, прикрепленный к корпусу фильтра. Конструкция позволяет использовать гибкие материалы с меньшим размером ячейки. Технический результат — увеличение производительности, снижение гидравлического сопротивления.

Два последних изобретения, по мнению авторов, являются наиболее оптимальными, поскольку в настоящее время в промышленности применяются химические, физико-химические и каталитические методы очистки. Известны различные способы очистки бензина от серосодержащих примесных компонентов. Все известные способы имеют один существенный недостаток — их применение сопряжено с необходимостью использования катализатора, химического реагента, селективно взаимодействующего с удаляемыми примесными компонентами или их совокупностью.

В результате в качестве продуктов химических реакций получается много химических веществ, с которыми необходимо что-то делать, причем надо принимать во внимание, что все они находятся в смеси, это делает их использование весьма затруднительным. В техническом решении 3 "Способ очистки бензина от серосодержащих примесных компонентов" эти компоненты не изменяют своей химической формы и могут быть выделены из исходной смеси практически в чистом виде или разделены по группам, по температуре кипения и давления насыщенных паров. Целью изобретения является повышение эффективности очистки бензина от серосодержащих примесных компонентов без применения дополнительных реагентов.

Перед подачей бензиновых фракций на установку гидроочистки их следует подвергнуть предварительной очистке на предыдущих стадиях технологического процесса, что позволит уменьшить коррозию нефтегазового оборудования.

На основании анализа опыта эксплуатации оборудования НПЗ можно сделать вывод о недостаточности антикоррозионных мероприятий, обычно применяемых на установках первичной переработки нефти. Продукты коррозии накапливаются в бензиновых фракциях начиная с выделения их из нефти, стабилизации, перекачки по межцеховым трубопроводам и хранении в сырьевых резервуарах. Для комплексной защиты оборудования следует использовать автоматизированные модули фильтрования нефтепродуктов и блок по очистке фракций от механических примесей, солей, что позволит увеличить коррозионную стойкость, а следовательно, уменьшить вероятность разрушения оборудования вследствие влияния на него коррозии. В результате повышается как качество получаемого продукта, так и безопасность ведения технологического процесса.



## Список литературы

1. **Проскураков В. А., Драбкин А. Е.** Химия нефти и газа. — СПб.: Химия, 1995. — 448 с.
2. **Аспель Н. Б., Демкина Г. Г.** Гидроочистка моторных топлив. — Л.: Химия, 1977. — 160 с.
3. **Старцев А. Н.** Сульфидные катализаторы гидроочистки: синтез, структура, свойства. — Новосибирск: Гео, 2007. — 206 с.
4. **Огородников С. К.** Справочник нефтехимика. Т. 1. — Л.: Химия, 1978. — 496 с.
5. **Роев Г. А.** Очистные сооружения газоперекачивающих станций и нефтебаз. — М.: Недра, 1981. — 240 с.
6. **Аспель Н. Б., Демкина Г. Г.** Гидроочистка моторных топлив. Л.: Химия, 1977. — 160 с.

7. Система качества на предприятии по МС ИСО 9001. ОАО "Новополоцкий нефтеперерабатывающий завод". — Новополоцк, 2000.
8. **Калаев В. А.** Способ очистки воды от вредных примесей и установка очистки для осуществления способа / Патент России № 2315007. 2008. Бюл. № 2.
9. **Пивсаев В. Ю.** Способ переработки нефтесодержащих шламов / Патент России № 2506303. 2014. Бюл. № 4.
10. **Красавин В. Ю.** Способ очистки бензина от серосодержащих примесных компонентов / Патент России № 2621030. 2016.
11. **Захаров Н. М.** Фильтрующее устройство для очистки жидкостей и газов от механических примесей / Патент России № 2016130037. 2016. Бюл. № 20.

**M. A. Gallyamov**, Associate Professor, **V. S. Proskura**, Undergraduate,  
e-mail: Victoria.proskura@yandex.ru, Ufa State Petroleum Technological University

## To the Question of Safety Protection at Hydrocleaning of Petrol Fuels on Oil-Processing Works

*The article defines the actual problem of the hydrotreating process, which has a significant impact on the safety of the technological process. In connection with the processing of heavy oils, involvement in the production of low-quality gasoline fractions obtained with slow coking, visbreaking of sour tar, other secondary processes, and the transition to a long maintenance period, the urgency of this problem is increasing and each plant has to look for an effective solution. Under these conditions, it is possible to ensure the normal operation of the installation only when implementing a set of measures aimed at obtaining high-quality raw materials in all the preceding technological stages, selecting a catalyst and its protective layer, improving the design of the reactor and its internal devices, and improving equipment reliability. The analysis of existing methods of hydrotreatment of products of oil production is carried out and the most effective are determined. A conclusion was also made about the expediency of an integrated approach to the solution of the existing problem, since the anticorrosion measures commonly used in primary oil refineries are not sufficiently effective.*

**Keywords:** corrosion, industrial safety, hydrotreating, corrosion protection, gasoline fractions, oil refining, sediment products, filters, impurities, purification unit

## References

1. **Proskurjakov V. A., Drabkin A. E.** Himija nefti i gaza. Saint-Petersburg: Himija, 1995. 448 p.
2. **Aspel' N. B., Demkina G. G.** Gidroochistka motornyh topliv. Leningrad: Himija, 1977. 160 p.
3. **Starcev A. N.** Sul'fidnye katalizatory gidroochistki: sintez, struktura, svojstva. Novosibirsk: Geo, 2007. 206 p.
4. **Ogorodnikov S. K.** Spravochnik neftehimika. T. 1. Leningrad: Himija, 1978. 496 p.
5. **Roev G. A.** Ochistnye sooruzhenija gazoperekachivajushhij stancij i neftebaz. Moscow: Nedra, 1981. 240 p.
6. **Aspel' N. B., Demkina G. G.** Gidroochistka motornyh topliv. Leningrad: Himija, 1977. 160 p.

7. Система качества на предприятии по МС ИСО 9001. ОАО "Новополоцкий нефтеперерабатывающий завод". Novopologck, 2000.
8. **Kalaev V. A.** Sposob ochistki vody ot vrednyh primesej i ustanovka ochistki dlya osushchestvleniya sposoba / Patent Rossii No. 2315007. 2008. Byul. No. 2.
9. **Pivsaev V. Yu.** Sposob pererabotki neftesoderzhashchih shlamov / Patent Rossii No. 2506303. 2014. Byul. No. 4.
10. **Krasavin V. Yu.** Sposob ochistki benzina ot serosoderzhashchih primesnyh komponentov / Patent Rossii No. 2621030. 2016.
11. **Zaharov N. M.** Fil'truyushchee ustrojstvo dlya ochistki zhidkostej i gazov ot mekhanicheskix primesej / Patent Rossii No. 2016130037. 2016. Byul. No. 20.

УДК 614.8

**Е. В. Алекина**, канд. хим. наук, доц. кафедры, **Д. А. Мельникова**, канд. техн. наук, доц. кафедры, **Г. Н. Яговкин**, д-р техн. наук, проф., Самарский государственный технический университет, e-mail: bjd@list.ru

## Управление контрольной деятельностью для обеспечения безопасности на промышленном предприятии

*Рассмотрена модель управления контрольной деятельностью в целях обеспечения безопасности на промышленном предприятии. В связи с тем, что невозможно систематически и качественно проверять одновременно все производственные объекты, предложено проводить выборочный контроль. В этом случае будет выдержано требование к оперативности управления безопасностью. Обоснована оптимальность выборки обследуемых объектов, где ограничением к объему выборки запланированных для обследования объектов служат трудозатраты.*

**Ключевые слова:** контроль, безопасность, промышленное предприятие, объект, трудозатраты

Одной из основных причин возникновения аварий и несчастных случаев на производстве являются организационные причины, в частности отсутствие должного надзора и контроля за производством работ [1]. Эта функция на предприятии реализуется следующим образом [2].

Оперативный контроль на промышленном предприятии осуществляется руководителями разных уровней при организации и выполнении всех видов работ, особенно повышенной опасности. Административно-общественный контроль на низшем уровне осуществляется ежедневно мастерами и регулярно другими руководителями совместно с уполномоченными от профсоюзных органов для обеспечения безопасного выполнения работ.

Службы охраны труда и промышленной безопасности предприятий организуют производственный и другие виды контроля в соответствии с должностными обязанностями. Службы главного механика и главного энергетика обеспечивают контроль исправности и безопасной эксплуатации закрепленного за ними оборудования. Существуют и другие службы контроля, например газовой безопасности, наличие которых регулируется спецификой предприятия. Значительное число происшествий при наличии большого числа служб контроля требует оптимизации их деятельности, в первую очередь путем координации.

Контроль как функция социального управления людьми представляет собой систему проверки соответствия объекта контроля требованиям законов, норм, стандартов и других нормативно-технических документов, оценивая результаты отклонения от них с точки зрения адекватности. Несоответствия могут быть классифицированы по следующим признакам: содержание; степень

значимости; форма проявления; частота встречаемости; иерархический уровень принятия решения об его устранении; степень сложности устранения; область распространения; объект несоответствия.

По содержанию несоответствие может определяться состоянием оборудования, организацией производства работ и т. п. Значительным несоответствием следует считать невыполнение требований нормативно-технической документации, которое может привести к аварии или несчастному случаю. Такое несоответствие требует незамедлительного принятия решения: разработки и реализации корректирующего действия. Незначительное несоответствие может оказывать отрицательное влияние на состояние безопасности или привести к значительному несоответствию. Оно может устраняться иногда даже в ходе контролирующей деятельности, например, недостатки в инструктировании по безопасному производству работ.

По форме проявления несоответствие может быть существующим или потенциальным. Первым может быть просрочка в сроках аттестации персонала по вопросам безопасности, вторым — близкий срок их окончания.

По частоте встречаемости несоответствия бывают разовые и повторяющиеся. Работающий может не соблюдать требования инструкций по охране труда, разово или периодически выполнять работу, нарушая требования охраны труда в силу различных субъективных причин.

Несоответствия в зависимости от уровня принятия решений по их устранению могут подразделяться по иерархии предприятия: работодатель — подразделение — исполнитель.

По сложности устранения несоответствия делятся на простые и сложные. Простые могут



устраняться незамедлительно. К ним можно отнести отсутствие индивидуальных средств защиты, контроля за производством работ и т. п. К сложным несоответствиям относят необходимость ремонта или замены оборудования.

По области распространения несоответствия делятся на ограниченные и неограниченные. Ограниченным считается несоответствие, характерное только для конкретных условий выполнения работ.

Объектами контроля являются такие элементы и характеристики объектов, которые обеспечивают безопасность работающего, исправность машин и прочие параметры обеспечения безопасности.

Основными функциями контроля являются:

- анализ, необходимый для выявления ключевых параметров внешней и внутренней среды, влияющих на безопасность деятельности;
- планирование, заключающееся в разработке системы показателей для позиционирования производства в области обеспечения безопасности;
- учет для стратегического и управленческого учета показателей безопасности;
- организация, разработка и принятие управленческих решений в области обеспечения безопасности;
- контроль за процессом достижения заданных целей путем выявления отклонений

контролируемых показателей от нормируемых по местам их возникновения, причинам и виновникам.

Основные задачи системы контроля за состоянием безопасности производства представлены на рисунке.

Совершенствование контрольной деятельности (управления) идет по следующим направлениям: обоснование объема выборки периодически проверяемых производственных объектов; разработка графиков обследования производственных объектов органами контроля.

Обоснование объема и состава обследуемых объектов обусловлено невозможностью систематически и качественно проверять одновременно все производственные объекты. В этом случае может быть не выдержано требование к оперативности управления безопасностью. Для повышения эффективности контрольной деятельности приходится проводить выборочный контроль.

Обоснование оптимальности выборки обследуемых объектов наиболее целесообразно осуществлять при использовании в качестве критерия оптимизации информацию о происшествии и предпосылок к ним. В первую очередь необходимо выбирать те объекты, где возможно максимальное число происшествий или могут иметь место наиболее тяжелые последствия от них.



Основные задачи системы контроля за состоянием безопасности производства

Ограничением к объему выборки запланированных для обследования объектов служат трудозатраты. В предположении о пропорциональности трудозатрат, а также — числа зарегистрированных на них происшествий и предпосылок к ним  $x_i(\tau)$  рассматриваемая задача сводится к определению такого состава выборки обследуемых производственных объектов, при котором обеспечивается получение максимально возможного объема информации об обстоятельствах появления отклонений и требуемых трудозатратах, не превышающих выделенных на эти цели затрат [3]. Математически задача составления плана контрольной деятельности состоит в определении таких  $m$  объектов из  $N$ , при которых соблюдаются следующие условия [4]:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m a_i x_i(\tau) &\rightarrow \max; \\ \sum_{i=1}^m a_i \tau_i &\leq T_B; \\ \tau &= a_i x_i(\tau) + b_i; \\ i, m &\in N, \end{aligned} \right\}$$

где  $m, N$  — число выбранных и количество проверяемых производственных объектов соответственно;  $x_i(\tau)$  — число зарегистрированных происшествий и предпосылок к ним;  $a_i$  — булева переменная (параметр, равный единице для объектов из подмножества  $m$  и равный нулю для других объектов);  $b_i$  — постоянная, пропорциональная времени, необходимому для изучения обстоятельств возникновения одного происшествия и для исследования  $i$ -го объекта, соответственно;  $\tau_i$  — время, необходимое для изучения обстоятельств одного происшествия;  $T_B$  — трудозатраты для обследования объектов в рассматриваемом периоде времени.

Задача оптимизации принадлежит к классу задач линейного (комбинированного) программирования. Способом ее решения может служить алгоритм, основанный на методе ветвей и границ. Выбор данного алгоритма обусловлен его эффективностью для задач с достаточно большой размерностью оптимизируемых параметров.

Организация контроля безопасности проведения конкретного процесса в рассматриваемых условиях может состоять в определении значений некоторой величины  $x_k$ , указывающих на необходимость ( $\neq 0$ ) и кратность ( $x = 1, 2, 3, \dots$ ) осуществления контроля за каждой отдельной операцией, а задача его совершенствования — в выборе оптимального (в определенном смысле) вектора  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_m\}$ . В качестве критерия

оптимальности и ограничений должна использоваться организационная характеристика или ее компоненты: ресурсы, имеющиеся у исследуемой человеко-машинной системы и обеспечивающие ее безопасность.

Для уточнения содержания вектора организационной характеристики необходимо учитывать, что цель обеспечения безопасности заключается в удержании в допустимых пределах или минимизации суммарных издержек либо одной их компоненты — ущерба от происшествий и профессиональных заболеваний. Следовательно, при совершенствовании организации контроля необходимо идентифицировать из данного вектора прежде всего вероятность отсутствия происшествий или предпосылок к ним.

С учетом изложенного, обоснование рекомендаций по совершенствованию контроля безопасности проведения производственных процессов может быть сведено к постановке и решению ряда оптимизационных задач, отличающихся либо оптимизируемыми параметрами, либо целевой функцией и ограничением.

Цель совершенствования безопасности производных контрольных работ состоит в выборе кратности контроля, т. е. в определении операций, подлежащих двойному, тройному и т. д. контролю, с последующим устранением выявленных нарушений.

Математически это сводится к нахождению вектора  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_m\}$ , реализующего одно из таких двух условий максимизации вероятностей контрольной деятельности и минимизации затрат на этот контроль.

$$\left\{ \begin{aligned} P(X) &\rightarrow \max \\ S(X) &\leq S_8 \end{aligned} \right\}, \left\{ \begin{aligned} S(X) &\rightarrow \min \\ P(X) &\geq P_8 \end{aligned} \right\},$$

где  $S_8$  — максимально допустимое значение затрат, необходимое для выполнения контрольной деятельности;  $P_8$  — минимальная вероятность обнаружения опасностей в процессе контрольной деятельности;  $P(X)$  — вероятность идентификации опасностей при проведении контрольной деятельности;  $S(X)$  — затраты на выполнение контрольной деятельности и устранение выявленных отклонений.

При принятых предположениях вероятность  $P(X)$  будет определяться произведением, а затраты  $S(X)$  — суммой входящих в них частных показателей процесса.

Ограничения будут определяться исходя из предполагаемой эффективности контроля и устранения возможных отклонений, сравнения ее с эффективностью технических и технологических средств защиты. Значение  $P_8$  может



задаваться также на основе статистических соотношений между числом происшествий и предпосылок к ним, обычно составляющих 1:300 — для аварий и поломок или 1:500 — для несчастных случаев с работающими [5].

В качестве одного из возможных методов решения предложенных задач оптимизации целесообразно использовать градиентный метод отыскания экстремума.

Для решения рассмотренных задач могут быть применены известные алгоритмы и соответствующие им программы [6]. Идея поиска экстремума обычно состоит в использовании операционных процедур, включающих операционное наращивание контроля до получения первого приемлемого решения, а затем последовательное улучшение полученного результата за счет перераспределения средств, выделенных на контроль и коррекцию выполняемых операций.

Эта методика была использована при оптимизации контрольной деятельности в ООО "Газпром трансгаз Самара".

### Список литературы

1. Шайдоров А. А., Русак О. Н. Теоретические основы организации безопасности труда. — Кишинев: Штинница, 1980 — 124 с.
2. Русак О. Н. Труд без опасности. — Л.: Лениздат, 1986. — 191 с.
3. Мельникова Д. А., Яговкин Г. Н. Теоретические аспекты формирования системы управления профессиональным риском на опасных производственных объектах: Монография. — Самара: ООО "Медиа — книга", 2014. — 120 с.
4. Белов П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. — М.: ГНТБ "Безопасность", МИБ, СТС, 1996. — 424 с.
5. Gillet B. Introduction to operational research: a computer algorithmic approach. — Mc Grow hill inc, 1976. — 386 p.
6. Ротштейн А. П., Кузнецов П. Д. Проектирование бездефектных человеко-машинных технологий — Киев: Техника, 1992. 180 с.

E. V. Alekina, Associate Professor, D. A. Melnikova, Associate Professor, G. N. Yagovkin, Professor, e-mail: bjd@list.ru, Samara State Technical University Safety of Labor department

## Management of Control Activities to Ensure Safety at an Industrial Enterprise

*The model management of control activities with the purpose of ensure safety at an industrial enterprise is considered. The fact of that it is impossible to systematically and qualitatively check all production facilities at the same time, it is suggested to selectively control only some of them. In this case, the requirement for promptness of safety management will be sustained. The rationale for the optimal sampling of the surveyed objects is considered, where the labour outlay the limitation to the sample size of the objects planned for the survey.*

**Keywords:** control, safety, industry, object, labour outlay

### References

1. Shajdorov A. A., Rusak O. N. Teoreticheskie osnovy organizatsii bezopasnostitruuda. Kishinev: Shtinica, 1980. 124 p.
2. Rusak O. N. Trudbezopasnosti. Leningrad: Lenizdat, 1986. 191 p.
3. Mel'nikova D. A., Jagovkin G. N. Teoreticheskie aspekty formirovaniyasistemyupravlenijaprofessional'nyriskomn aopasnyhproizvodstvennyhobektah: Monografija. Samara, ООО "Media — kniga", 2014. 120 p.
4. Belov P. G. Teoreticheskie osnovy sistemnoj inzhenerii bezopasnosti. Moscow: GNTB "Bezopasnost'", MIB, STS, 1996. 424 p.
5. Gillet B. Introduction to operational research: a computer algorithmic approach. Mc Grow hill inc, 1976. 386 p.
6. Rotshtejn A. P., Kuznecov P. D. Proektirovanie bezdefektnykh cheloveko-mashinnykh tehnologij. Kiev: Tehnika, 1992. 180 p.

УДК 614.842/.847:004.896

**О. К. Никольский**, д-р техн. наук, проф., **Е. О. Мартко**, канд. техн. наук, доц.,  
e-mail: erp\_401@mail.ru, **Ю. А. Овечкина**, магистрант, Алтайский  
государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул

## **Принципы оценки и управления пожарными рисками в электроустановках производственных объектов**

*Изложена методология оценки и управления техногенными рисками опасности электроустановок (ЭУ) производственных объектов в условиях неопределенных исходных данных. Опасность ЭУ предложено оценивать с помощью пожарного риска, представляющего собой двухпараметрическую модель сочетания вероятностного события и его последствия (ущерба). Показано, что пожары (так же как аварии и электротравмы) в ЭУ происходят в результате возникновения инициирующих случайных событий (предпосылок), образующих причинно-следственные цепи. Введено понятие рискообразующего фактора, определяющего негативное проявление взаимосвязей компонентов эргатических человеко-машинных систем вида "человек — электроустановка — среда", приводящее к возникновению опасной техногенной ситуации. Разработанная имитационная модель возникновения пожара на основе логико-лингвистических переменных позволяет построить графические диаграммы (деревья рисков) причинно-следственных связей между входными параметрами и пожарным риском ЭУ производственного объекта. Предложена лингвистическая оценка пожарного риска в виде трехмерной матрицы, учитывающей вероятность наступления опасного события, длительность рискообразующих факторов и последствия этого события (материальный ущерб, социальные потери). Разработан экспертный метод для оценки пожарного риска и реализована функция управления интегральным риском электроустановок производственного объекта.*

**Ключевые слова:** пожарный риск, электроустановка, человеко-машинная система, имитационная модель, логико-лингвистическая оценка

Одним из основных видов техногенных рисков является пожарная опасность зданий и сооружений. Известно, что пожары по электротехническим причинам составляют до 20...25 % общего их числа; до 70 % таких пожаров происходят от аварийных и ненормальных режимов (короткие замыкания, перегрузки, токи утечки). При этом наиболее пожароопасным видом ЭУ являются электропроводки.

В последнее десятилетие в РФ введены законодательные и нормативные акты, в частности Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", который определяет процедуру оценки пожарного риска ( $R_{п}$ ).

Отдавая должное отечественным и зарубежным исследователям в развитии общей теории рисков, в том числе и техногенного характера [1—3], отметим, что в настоящее время недостаточно проработана концепция и механизм управления пожарными рисками объектов электроэнергетики. Не изучены принципы оптимизации  $R_{п}$  с учетом человеческого фактора и методы идентификации пожарных рисков опасности электроустановок человеко-машинных систем (ЧМС).

Анализируя различные определения термина "риск", следует отметить, что они проявляются через множество других понятий, ключевыми из них являются опасность и ущерб.

Риск, являясь наиболее емким, интегральным понятием, фактически служит своего рода объективной мерой осознаваемой человеком опасности его жизни и деятельности. С этих позиций опасность техногенного характера может рассматриваться как состояние, внутренне присущее какому-либо техническому объекту. Такое состояние может проявляться в виде поражающих, вредных или деструктивных воздействий в форме прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе обычной эксплуатации этих объектов или при создании нештатных ситуаций.

Изложенные общие соображения относительно сущности техногенного риска в полной мере относятся к рассматриваемым объектам — различным электроустановкам. Причем техногенная опасность (риск) трактуется более широко: создаются угрозы жизни и здоровью человека, ухудшается качество подаваемой потребителям электроэнергии, увеличиваются потери, возникают негативные помехи, т.е. ухудшается электромагнитная



совместимость (ЭМС). Здесь ЭМС рассматривается как способность электроустановок надежно функционировать с заданным качеством и не создавать при этом угроз жизни и здоровью человека, включая недопустимые электромагнитные помехи другим техническим средствам [1].

Необходимость изучения проблемы управления риском вытекает из признания многими исследователями, с одной стороны, факта полной неустранимости риска антропогенного происхождения, а с другой — возможности его коррекции. В настоящее время при анализе техногенного риска используются следующие его трактовки [3]: а) риск рассматривается как вероятность появления какого-либо опасного события; б) риск интерпретируется в виде ущерба (материального, социального, экологического), наносимого в результате наступления неблагоприятного события; в) риск представляется в виде двухпараметрической модели, включающей в себя как вероятность наступления опасного события, так и величину связанных с ним потерь. Кроме того, в широкой постановке вопроса риск трактуется как мера неопределенности какого-либо события.

По мнению авторов, представление риска ЭУ в виде двухпараметрической случайной величины наиболее полно отражает его сущность. Поэтому в дальнейшем будем использовать эту трактовку риска [4].

Рассмотрим подход к оценке техногенной опасности электроустановки, в основу которого положим концепцию ее отказа [5]. Суть этой концепции состоит в том, что отказ ЭУ интерпретируется как причина двух основных угроз, приводящих к возникновению как пожара, так и электротравмы. Причем уровень опасности следует оценивать с помощью некоторого стохастического показателя риска  $R_{\Sigma}$ , позволяющего учитывать не только вероятность возникновения электротравмы или пожара, но и их последствия, т. е. ущерб. В этом случае риск опасности ЭУ может быть представлен в общем виде, как если имеет место  $n$  опасных событий  $i$  с различными вероятностями  $p_i$  и соответствующими ущербами  $y_j$  в течение, например, одного года:

$$R_{\Sigma} = \sum_i^n p_i y_j. \quad (1)$$

При формировании математической модели интегрального риска использовалось свойство аддитивности опасностей, позволяющее рассматривать ЭУ как источник двух равновеликих техногенных угроз. Отмеченное обстоятельство позволяет ввести обобщенное понятие "опасность электроустановки", под которым следует понимать сумму вероятностей двух несовместных

событий — возникновения пожара или электротравмы.

Изложенное позволяет сделать вывод, что причиной возникновения пожара или электротравмы является наличие четкой совокупности так называемых инициирующих условий (случайных событий), возникающих на некотором отрезке реального времени. Причем эти инициирующие условия (предпосылки) образуют темпоральную причинно-следственную цепь [6]. Наиболее типичной цепью для рассматриваемой ЧМС вида "человек — электроустановка — среда" (Ч-ЭУ-С) является последовательность следующих предпосылок: ошибки или неправильные действия человека (персонала, населения); отказы электроустановки; негативные (сверхнормативные) воздействия факторов внешней среды.

Несмотря на то что перечисленные предпосылки являются случайными, можно установить присутствие им закономерности. Во-первых, возникновение каждого техногенного происшествия следует рассматривать как следствие не отдельной причины, а как результат появления цепи соответствующих предпосылок. Во-вторых, все виды опасностей, возникающих в электроустановках, можно интерпретировать как поток случайных событий, количество которых в ограниченном интервале времени (например, одного года) распределяется по закону Пуассона, а время между появлением отдельных происшествий — по экспоненциальному распределению.

В основе решения практических задач, направленных на снижение (предупреждение) техногенных опасностей в электроустановке и их последствий, должна лежать методология оценки и управления рисками, включающая в себя обоснование интегрального показателя эффективности систем безопасности с учетом необходимых затрат и предотвращенного ущерба. В настоящее время сформулирована единая научно обоснованная методология, обеспечивающая закономерности возникновения и развития техногенных опасностей, сущность которой базируется на так называемой энтропийной концепции [3, 7]. В соответствии с этой концепцией опасность электроустановки обусловлена естественным стремлением энтропии к постепенному или скачкообразному ухудшению свойств материального объекта из-за разрушения связей между его элементами.

Ухудшение состояния ЭУ проявляется в процессе ее старения и износа, формирования происшествий, которые рассматриваются как результат неконтролируемого высвобождения энергии и опасного ее воздействия на человека и среду обитания. Изложенное является основанием считать, что модель Ч-ЭУ-С относится к категории открытых нелинейных систем, ее поведение



представляется слабо предсказуемым. Опасные экстремальные явления в электроустановках, связанные с неконтролируемыми выбросами энергии, обуславливаются специфическим режимом функционирования — неустойчивостью техногенной системы, что проявляется в виде аварий, электротравм и пожаров. Анализ эмпирических распределений опасных выбросов энергии показывает, что эти распределения не описываются нормальным законом, а имеют так называемые тяжелые хвосты.

Причинами опасных техногенных событий (ОТС) могут быть внутренние и внешние факторы. Внутренние факторы — отказы электроустановки и ее элементов (электрической защиты), ошибочные действия персонала и т. д. Внешние факторы опосредованно могут оказывать негативное воздействие на функционирование рассматриваемой человеко-машинной системы (к ним следует отнести состояние законодательной и нормативной базы, макроэкономические показатели и др.).

Учитывая, что понятие опасности (безопасности) ЭУ является одним из базовых, дадим некоторые пояснения.

- Техногенная опасность проявляется в процессе функционирования системы Ч-ЭУ-С, обладающей определенными свойствами риска; опасность электроустановки — имманентное ее свойство, проявляющееся в возможности причинения ущерба (вреда) человеку, материальным объектам и окружающей среде при эксплуатации (обслуживании) ЭУ.
- Взаимосвязь человека с ЭУ в процессе производства или в быту потенциально опасна, так как выполнение любых технологических операций требует потребления электроэнергии.
- Опасное событие может произойти при совмещении в пространстве и времени трех независимых факторов: наличие ЭУ, присутствие потенциальной жертвы (человека, животного), создание опасной техногенной ситуации.
- Техногенный ущерб — результат изменения устойчивого состояния (гомеостаза) системы Ч-ЭУ-С, которое характеризуется утратой ее целостности и ухудшением свойств компонентов из-за появления техногенных происшествий, которые повлекли за собой гибель людей, аварии, материальные ущербы и потери.

Изложенные соображения позволяют безопасность ЧМС Ч-ЭУ-С интерпретировать как некоторое ее свойство сохранять при функционировании такое состояние, при котором с высокой вероятностью

исключаются негативные события, а ущерб от неизбежных энергетических выбросов не превышает допустимого (заданного) уровня.

Управление пожарными рисками электроустановок производственных объектов будем рассматривать как процесс, направленный на разработку методов и мер, призванных эффективно реализовать решения по обеспечению техногенной безопасности. Основной целью такой деятельности следует считать оптимальное распределение ограниченных материальных и финансовых ресурсов для достижения уровня безопасности населения и окружающей среды, приемлемого по социальным и экономическим условиям общества.

Представим пожарную обстановку производственного объекта на различных этапах жизненного цикла в виде динамической модели системы Ч-ЭУ-С, описывающей временную последовательность четырех ее состояний: 1) нормальное функционирование; 2) критическое (угроза); 3) катастрофическое (пожар); 4) восстановление работоспособности. Каждое из перечисленных состояний характеризуется численным значением пожарного риска (рис. 1).

В качестве методической основы управления пожарными рисками рекомендуется теория принятия решений (ТПР), позволяющая выбрать наилучшую альтернативу из числа имеющихся на этапах проектирования и эксплуатации человеко-машинной системы. Отличительная особенность ТПР состоит в том, что она позволяет формализовать определенный вид человеческой деятельности, ориентированной на установление

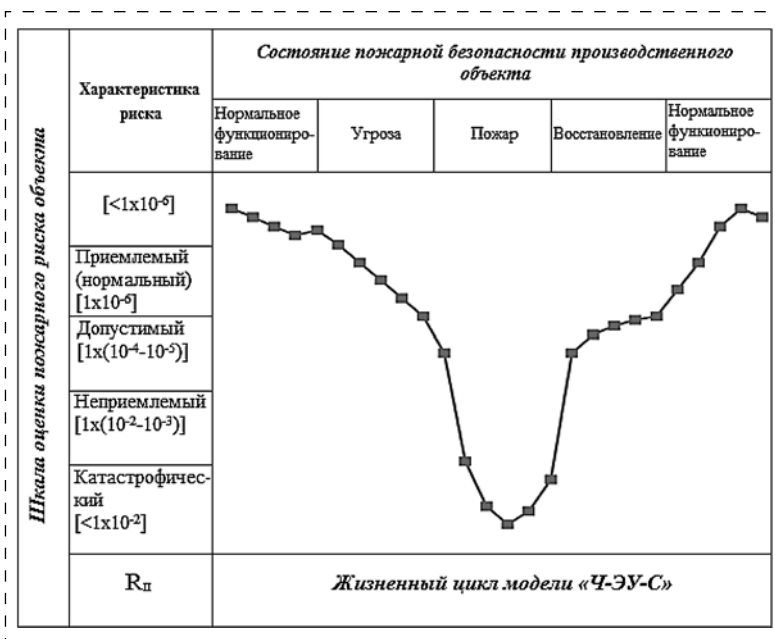


Рис. 1. Сценарный цикл состояния модели Ч-ЭУ-С



наилучшего варианта решения путем определения количественных зависимостей между компонентами системы Ч-ЭУ-С и критериями ее эффективности.

Вместе с тем решение практических задач по расчету пожарных рисков производственных объектов связано со значительными трудностями, вызванными: а) сложностью (неясностью) процессов взаимодействия компонентов различной природы системы Ч-ЭУ-С; б) большим количеством случайных рискообразующих факторов, влияющих на выбор управленческих решений; в) непрерывностью потока энергоэнтропийных "возмущений" на объекте, вследствие чего образуется причинная цепь предпосылок (неисправности и отказы электроустановки, ошибочные действия персонала и т. д.); г) многокритериальностью целей и наличием разнообразных ограничений технологического, социального и экономического характера; д) недостаточностью исходных данных и отсутствием информации количественного характера.

Преодолеть возникшую неопределенность позволяет проведение качественно-количественного анализа пожарного риска, в основе которого должно лежать определение частоты опасного события и его последствий. Сочетание этих событий является достаточным основанием признания факта объективного существования пожарного риска электроустановок объекта.

Рассмотрим процедуру анализа пожарного риска  $R_{п}$ .

Этап 1. Обоснование методологии, выбор и описание объекта исследования (системы).

При анализе рисков будем придерживаться концепции трехкомпонентной человеко-машинной системы Ч-ЭУ-С, характеризующей взаимодействия: с человеком (социальный фактор), с электроустановкой (техногенный фактор), с окружающей средой (экологический фактор).

Этап 2. Определение перечня негативных факторов, способных нанести вред человеку, основным фондам (материальным объектам) и ухудшить качество окружающей среды (экологическую обстановку).

Применительно к электроустановке инициирующими событиями являются физические процессы старения и износа проводниковых, изоляционных и конструкционных частей (элементов) ЭУ под влиянием факторов внешней среды. Общеизвестным, объясняющим физико-химические механизмы старения и износа электрооборудования конструкционных материалов, является кинетический подход [5], в основе которого лежит признание того факта, что разрушение, например, электропроводки не может произойти мгновенно и представляет собой процесс, протекающий во

времени. Для оценки технического состояния ЭУ с целью последующего определения ее остаточного ресурса на этапе эксплуатации необходимо знание временных характеристик наступления заданных предельных состояний элементов электроустановки.

К инициирующим факторам рабочей среды отнесем метеорологические условия (для наружных ЭУ) и параметры микроклимата (для производственных помещений).

Этап 3. Формирование перечня рискообразующих факторов (РОФ) компонентов человеко-машинной системы Ч-ЭУ-С.

1. Компонент "Человек" отражает результат деятельности персонала: 1) правильные действия; 2) неопределенные действия; 3) неправильные действия — отказ эргатического элемента, заключающегося в потере его работоспособности или ошибочном функционировании (работоспособность здесь рассматривается как свойство оператора, определяемое состоянием физического и психологического здоровья в течение требуемого периода времени).

2. Компонент "Электроустановка" характеризует следующие состояния: 1) рабочее; 2) функциональный отказ, вызванный износом, заключающийся в нарушении функционирования ЭУ при условии сохранения ее работоспособности; 3) неработоспособное (поломка), интерпретируемое как структурный отказ.

3. Компонент "Среда" описывается совокупностью ее состояний: 1) комфортное, характеризующееся параметрами, не превышающими нормативные значения; 2) допустимое; 3) негативное.

В свою очередь, в зависимости от поставленных задач, для каждого компонента ЧМС может быть сформирован перечень рискообразующих факторов — случайных событий. Таких событий может быть более 30 [3].

Этап 4. Определение вероятностных характеристик опасного события — возникновение пожара как количественно (в виде точечных или интервальных оценок), так и качественно (с помощью лингвистических переменных).

Для определения частот пожара может быть использован анализ статистических данных или методы прогнозирования с построением деревьев событий.

Этап 5. Оценка моральных потерь, вызванных гибелью (инвалидностью) людей, и материальных ущербов от простоя технологического оборудования и недоотпуска продукции, а также компенсационными издержками вследствие вызванных аварий и пожара.

Этап 6. Оценка пожарного риска  $R_{п}$  включает определение численного значения  $R_{п}$  и сопоставление его с нормативным (приемлемым) риском.

В общем случае приемлемый риск должен сочетать в себе технологические, социальные и экологические аспекты и представлять компромисс между стремлением повысить уровень противопожарной безопасности электроустановок объекта и ресурсными возможностями его достижения.

Этап 7. Управление пожарными рисками  $R_{п}$  представляет собой алгоритмическую процедуру, включающую идентификацию источников опасности, оценку и мониторинг риска  $R_{п}$ , целью которых является гарантированное обеспечение нормативного его уровня (рис. 2).

Целью управления пожарным риском  $R_{п}$  является оптимизация его значения. В общем виде задачу оптимизации можно формулировать двояко: а) при заданных затратах (экономических ограничениях) минимизировать показатель пожарного риска; б) при минимальных затратах обеспечить заданный (приемлемый или нормативный) уровень  $R_{п}$ .

Указанные задачи допускают следующую формализованную постановку. Пусть  $R(X)$  функция пожарного риска ЭУ и ЧМС от векторного аргумента  $x_i$   $X(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$ , где  $x_i$  — рискообразующий фактор.

Обозначим  $Q(X)$  функцию, определяющую полные затраты, состоящие из затрат на создание и функционирование системы безопасности электроустановок, остаточного (неустраненного)

ущерба и компенсационных издержек. Тогда математическая формулировка постановки задачи оптимизации может быть представлена:

1) найти  $\min R_{\Sigma}(X)$  при условии, что

$$Q(X) \leq Q_0; \quad (2)$$

2) найти  $\min Q(X)$  при условии, что

$$R_{\Sigma}(X) \leq R_{\Sigma 0}, \quad (3)$$

где  $Q_0$  — заданные (приемлемые) затраты;  $Q(X)$  — минимальные (приемлемые) затраты;  $R_{\Sigma 0}$  — заданный (приемлемый или нормативный) интегральный риск;  $R_{\Sigma}(X)$  — интегральный риск.

Задачу оптимизации человеко-машинной системы Ч-ЭУ-С можно свести к выбору таких значений РОФ, при которых на этапе проектирования достигается минимум общих затрат при ограничениях на интегральный риск либо на этапе эксплуатации — обеспечение минимизации  $R_{\Sigma}$  при заданных ресурсных ограничениях и издержках.

При оценке пожарного риска полученное расчетное значение риска  $R_{п}$  сравниваем с допустимым уровнем  $R_{доп}$ . Допустимый уровень риска определяется критериями приемлемого риска. Для определения  $R_{п}$ , как известно, необходима математическая модель, адекватная исследуемому объекту, и достоверные статистические данные. В случае невозможности получения количественных показателей риска могут быть использованы

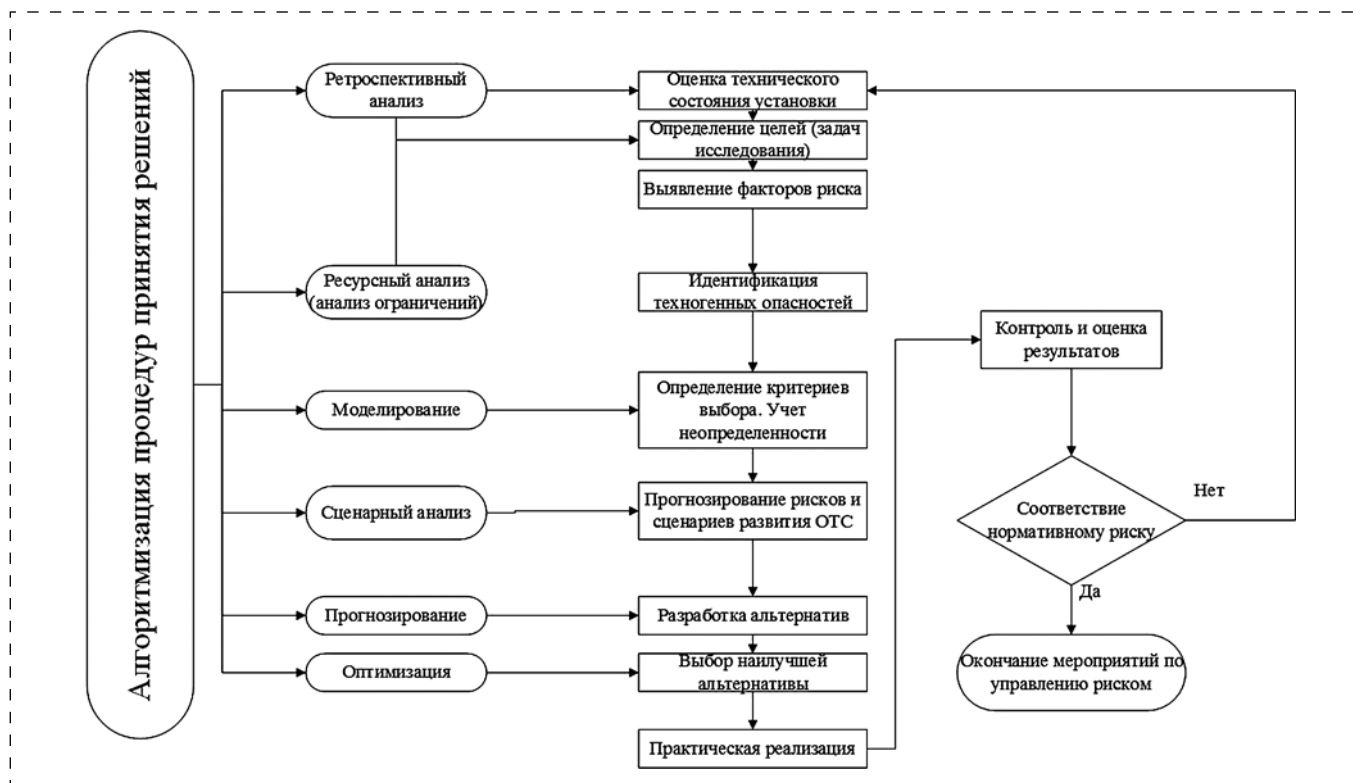


Рис. 2. Алгоритм управления пожарным риском



качественные методы, основанные на семантическом описании следующих компонентов опасного события: возможности его наступления (вероятности); длительности времени воздействия опасного фактора на объект (субъект); последствий, характеризующих мерой тяжести события.

На рис. 3 приведена лингвистическая оценка пожарного риска  $R_{\Pi}$  в виде функционала трех переменных, расположенных интервально соответственно по осям  $X, Y, Z$ :

$$R_{\Pi} = F[X, Y, Z]. \quad (4)$$

Матрица пожарного риска электроустановок выглядит следующим образом:  $R_{\Sigma}^N, R_{\Sigma}, R_{\Sigma}', R_{\Sigma}''$  — производные интегрального риска;  $S$  — поверхность, образованная концами векторов интегрального риска.

Отметим, что существенным недостатком современных подходов к анализу человеко-машинных систем является отсутствие средств описания и обработки нечеткой информации, а следовательно, и невозможность систематического накопления знаний экспертами при решении конкретных задач [8].

Поэтому представляется своевременным создание интеллектуальной информационной системы поддержки принятия решения на основе имитационного моделирования [9]. Имитационная модель (рис. 4) позволяет, во-первых, использовать всю доступную информацию вне зависимости от форм ее представления и степени формализации, что приобретает особую значимость при отсутствии надежных статистических данных и достоверных знаний об электроустановках, во-вторых, понимать и моделировать физические процессы, происходящие на реальных объектах.

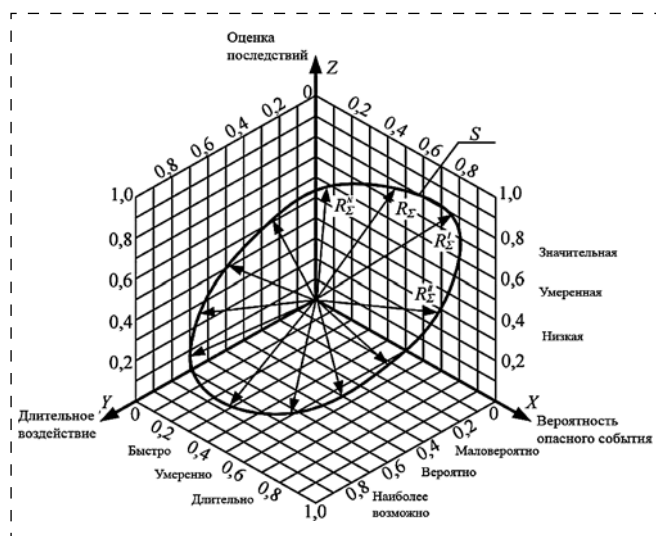


Рис. 3. Лингвистическая оценка пожарного риска электроустановок объекта

Рассматриваемая модель представляет собой стохастическую сеть, в которой инициирующие события и соответствующие предпосылки имеют случайный характер.

Основание этой сети составляют компоненты человеко-машинной системы Ч-ЭУ-С, которые генерируют рискообразующие факторы. Например, электротехнический персонал при производстве определенных видов работы формирует мыслительный алгоритм выполняемых действий (операций). Однако, в силу ряда причин, этот алгоритм может отличаться от действительной объективной информации о состоянии выполняемых работ, причем это несоответствие может восприниматься или не восприниматься персоналом. В первом случае, когда ожидаемая информация идентична действительной, персонал адекватно реагирует и последующие его действия являются правильными. Во втором случае неадекватное восприятие этой информации человеком вносит определенные искажения. Последние вызывают возмущение в системе, что приводит к нарушению в ней равновесия, предполагая возможность появления опасных техногенных событий. Возникающие при этом альтернативные сценарии могут вызвать полное или частичное устранение опасности или невозможность ее устранения, а следовательно, и предупреждения последствий (аварии и пожара).

В основе имитационного моделирования лежит установление причинно-следственных связей между переменными, характеризующими "входы" и "выход" исследуемого объекта. В качестве "входа" системы примем рискообразующие факторы компонентов системы. "Выходом" системы будем считать пожарный риск. Таким образом, представлена задача исследования логических связей между рискообразующими факторами и их последствиями ( $R_{\Pi}$ ) путем семантического (смыслового) представления этих связей с применением лингвистических оценок с использованием при этом аппарата теории нечетких множеств [10]. Дальнейшую формализацию модели будем проводить с помощью построения соответствующей диаграммы влияния (дерева рисков).

В качестве исходных данных, необходимых для имитационного моделирования, введем: а) веса рискообразующих факторов в совокупности тех или иных причин возникновения техногенного риска (определяются на основании сбора и анализа статистических данных или экспертным путем); б) индикаторы опасности РОФ компонентов системы — нормируемые оценки, получаемые путем суммирования рискообразующих факторов и последующего деления каждого из них на полученную сумму; в) лингвистические оценки РОФ, представляющие собой терм-множества на

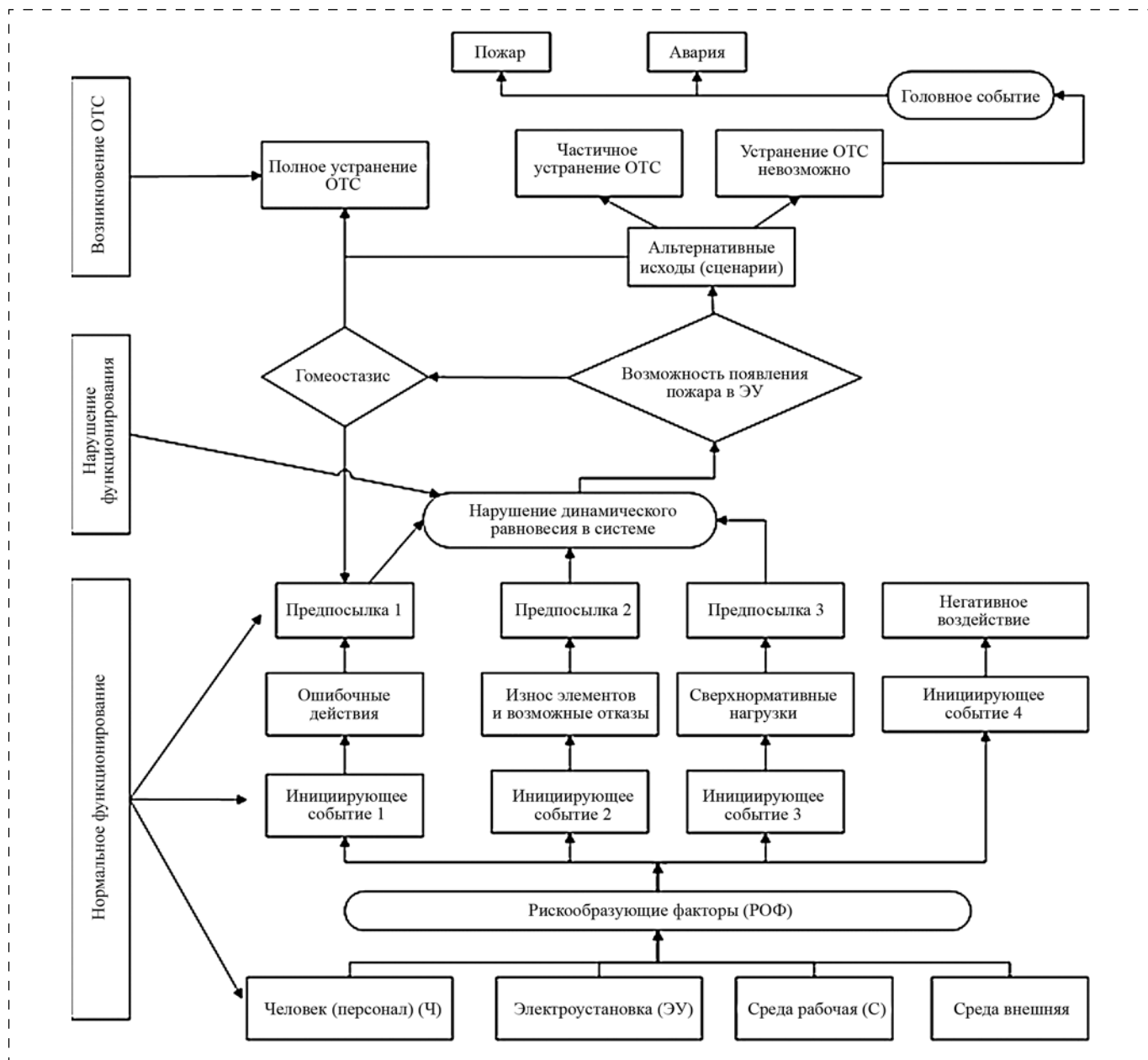


Рис. 4. Имитационная модель функционирования системы Ч-ЭУ-С

трехуровневом классификаторе (определяются экспертным путем); г) множество альтернативных мер (систем) безопасности электроустановок; д) математическое ожидание ущерба (потерь), вызванных пожаром [11, 12].

При проведении экспертной оценки рискообразующих факторов (рис. 5) была принята нечеткая логико-лингвистическая модель, с помощью которой были определены веса, индикаторы опасности и терм-множества РОФ. Проведена группировка полученной совокупности РОФ по кластерам, характеризующим базовые показатели функционирования рассматриваемой ЧМС.

Каждый кластер формируется в соответствующий вектор:

$$\begin{aligned} R_x &= \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \\ R_y &= \{y_1, y_2, \dots, y_m\}, \\ R_z &= \{z_1, z_2, \dots, z_p\}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $n = 1 \dots 12$ ,  $m = 1 \dots 8$ ,  $p = 1 \dots 5$  — число РОФ в компонентах системы Ч-ЭУ-С.

Детализируем структуру имитационной модели (см. рис. 4) с помощью дерева рисков (ДР), моделирующего процесс возникновения отдельных

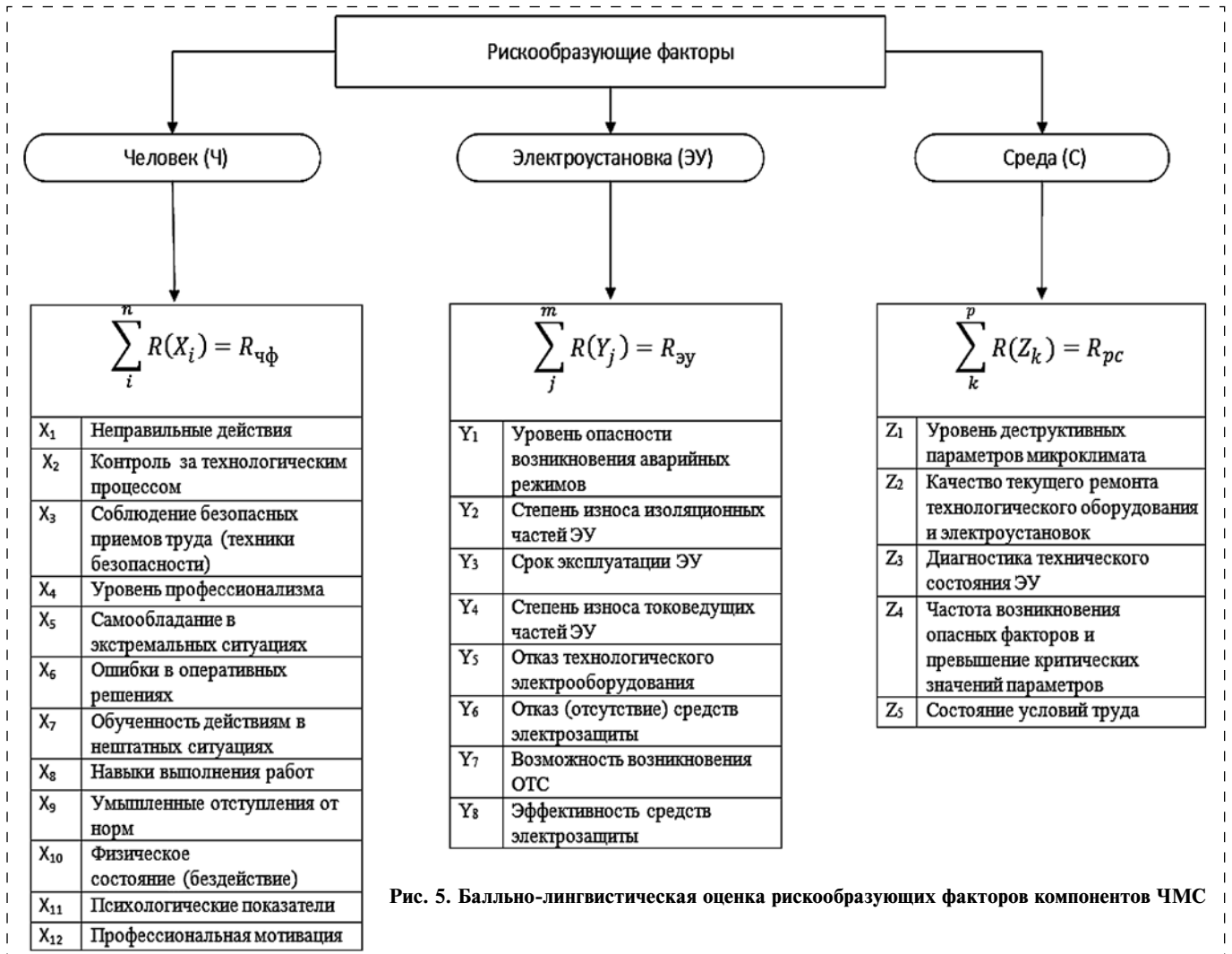


Рис. 5. Балльно-лингвистическая оценка рискообразующих факторов компонентов ЧМС

иницирующих событий и предпосылок, и перерастания их в пожарную ситуацию. По существу, дерево рисков пожара представляет многоуровневую графологическую структуру причинно-следственных связей, полученных в результате изучения динамики развития техногенной опасности.

Рассмотрим трехуровневую структуру, учитывающую следующие события:

- базовое (иницирующее) — исходное, трактуемое как первичный отказ системы;
- промежуточное, возникающее при неблагоприятных условиях и являющееся одной из возможных причин результирующего события;
- промежуточное, возникающее при неблагоприятных условиях и являющееся одной из возможных причин результирующего события;
- результирующее — опасная техногенная ситуация, приводящая к пожару.

При построении ДР (рис. 6) будем руководствоваться следующими правилами.

1. Располагаем первичные события (исходные причины) внизу; последовательность событий

образуется с помощью логических знаков И, ИЛИ; конечное событие (пожар) помещается вверху.

2. Устанавливаем пропускные сочетания (ПС), включающие в себя набор инициирующих событий и предпосылок, приводящих к главному событию.

3. Определяем возможность появления отсеченного сочетания (ОС), прерывающего причинно-следственную цепь развития пожара. Наличие ОС трактуется как предотвращение возникновения пожара.

4. Проводим качественный анализ ДР с использованием установленных сочетаний. При ПС определяется маршрут и начальные условия с целью нахождения критических (наиболее опасных) путей, приводящих к пожару. При ОС устанавливаются узлы (гипотетические мероприятия), предупреждающие опасное событие. Качественный анализ предусматривает приближенно-количественные оценки с помощью лингвистической переменной.

Представленное ДР отражает достаточно типичный процесс возникновения пожара в электро-

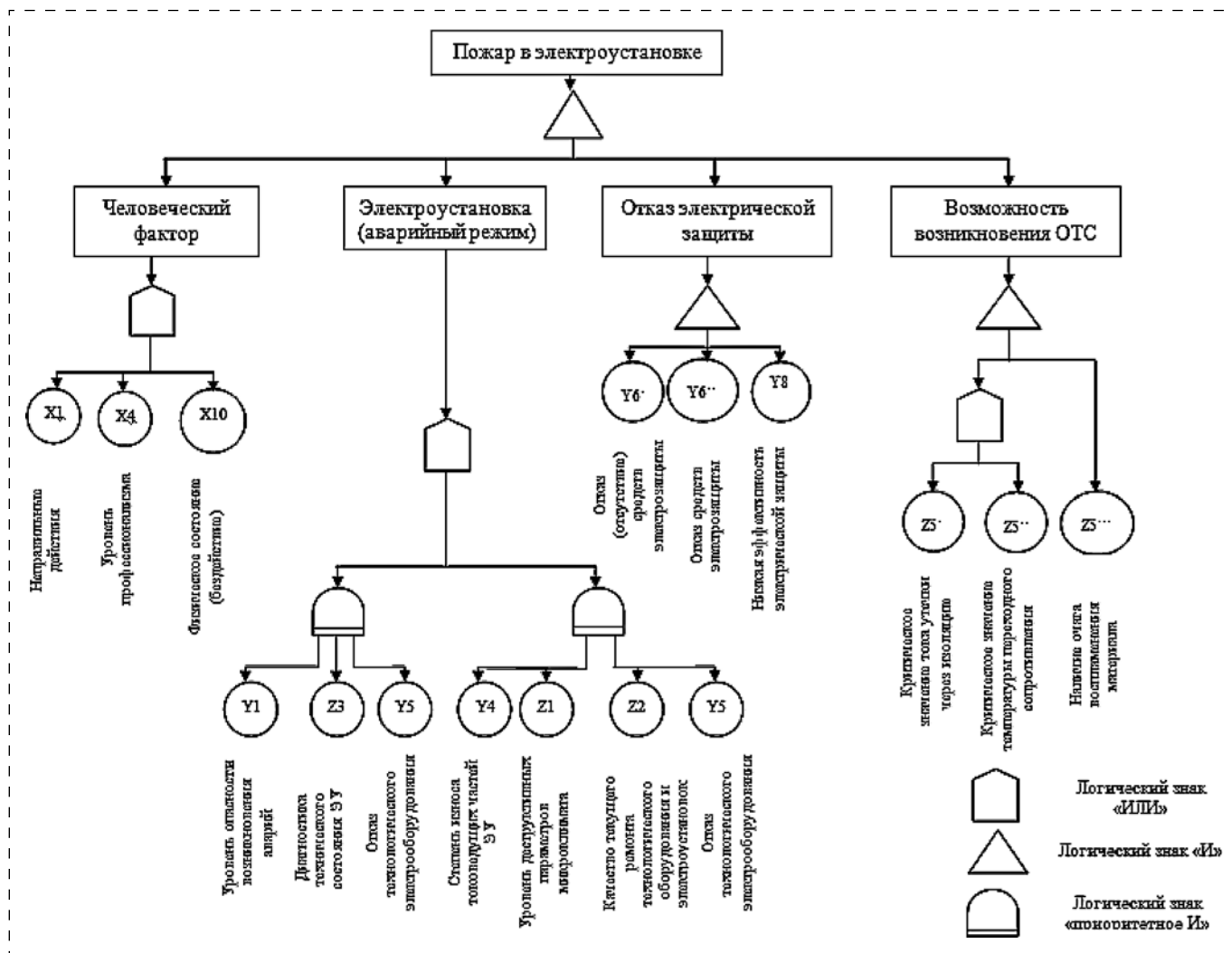


Рис. 6. Дерево рисков возникновения пожара в электроустановке

установке. Вместе с тем эта модель не претендует на некоторое эталонное решение и в зависимости от постановки задачи может быть выражена с большим или меньшим уровнем детализации (декомпозиции) рассматриваемой человеко-машинной системы Ч-ЭУ-С.

С целью автоматизации расчета рисков для различных опасных ситуаций с учетом введенных рискообразующих факторов была разработана экспертная система [13], реализующая имитационную модель возникновения техногенных происшествий. Экспертная система содержит в своем составе модули для ввода исходных данных и предварительной обработки, формирования базы знаний, представляющих собой структурированные и интерпретированные сведения, факты и правила, изложенные в системе нечеткой логики, и логического вывода, на основании которого делается заключение о техническом состоянии электроустановок объекта.

Разработанная экспертная система использована для оценки пожарного риска в электрохозяйстве

птицефабрики Алтайского края (ООО "Компания Чикен-Дак").

### Выводы

1. Изложены основные принципы анализа и оценки пожарных рисков ЭУ производственного объекта, использованные при создании экспертной системы, позволяющей наиболее эффективно проводить диагностику технического состояния электроустановок, тем самым предупреждать возникновение аварий и пожаров, а также оптимизировать меры обеспечения техногенной безопасности.

2. Реализована функция управления интегральным риском ЭУ на предприятии путем проведения поэтапной итерации по умолчанию наиболее критических рискообразующих факторов: полученное значение соответствует среднему уровню риска и является допустимым в соответствии с нормативными требованиями.



## Список литературы

1. **Основы** электромагнитной совместимости: Учебник / Под ред. Р. Н. Карякина; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. — Барнаул: ОАО "Алтайский полиграфический комбинат", 2007. — 480 с.
2. **Махутов Н. А.** Научные проблемы безопасности техногенной среды // Проблемы машиностроения и надежности машин. — 1999. — № 1. — С. 109—116.
3. **Теория** и практика управления техногенными рисками: Учебное пособие / О. К. Никольский и др.; Под общей ред. О. К. Никольского. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. — 219 с.
4. **Черкасова Н. И.** Многокритериальная оценка эффективности функционирования сельских электрических сетей 10—0,4 кВ в условиях неопределенности: Монография / Под общей ред. О. К. Никольского. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. — 160 с.
5. **Смелов Г. И.** Пожарная безопасность электроустановок. — М.: ООО "Кабель", 2009. — 328 с.
6. **Смолянинов А. Ю., Тушев А. Н., Никольский О. К.** Метод оценки технического состояния электроустановок производственного объекта // Электробезопасность. — 2016. — № 1. — С. 42—47.

7. **Никольский О. К., Сошников А. А., Полонский А. В.** Развитие научных основ безопасности электроустановок зданий // Вестник АлтГТУ. — 2000. — № 3. — С. 17—24.
8. **Никольский О. К., Костюков А. Ф., Черкасова Н. И.** Проблема неопределенности при анализе рисков электроустановок // Ползуновский Вестник. АлтГТУ: — 2014. — Т. 1. — № 4. — С. 140—146.
9. **Ларичев О. И., Мошкович Е. М.** Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений. — М.: Наука, Физматлит, 1996. — 208 с.
10. **Поспелов Д. А.** Логико-лингвистическая модель в системах управления. — М.: Энергоиздат, 1981. — 232 с.
11. **Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и применение к принятию приближенных решений. — М.: Мир, 1976. — 167 с.
12. **Борисов А. Н., Алексеев А. В., Меркурьев Г. В.** Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. — М.: Радио и связь, 1989. — 304 с.
13. **Патент** на изобретение № 2556299 Российская Федерация, 4.02.2014 г. Способ определения остаточного ресурса электропроводки. Н. П. Воробьев, С. Н. Воробьева, Г. А. Гончаренко, О. К. Никольский. Патентообладатель ФГБОУ ВПО "Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова".

**O. K. Nikolskiy**, Professor, Head of the Department, **E. O. Martko**, Associate Professor, **Ju. A. Ovechkina**, Undergraduate, Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

## Methods of Fire Risk Assessment and Management of Electric Installations of Production Facilities

*Methodology of technogenic dangers assessment and management of electric installations (EI) of production plants in conditions of uncertain input data is set out. It is suggested to assess EI's dangers with fire risks which are represented in a two-parameter model of probable event and its consequences (damage). It's shown that fire (like accidents or electric injuries) in EI is caused by initiate random events (prerequisite events) which form cause-effect relationship. Notion of risk-contributing factor is introduced (RCF). It determines negative effects of components' relation of ergodic systems of man and machine "man — electric installation — environment" (m-EI-e) which lead to occurrence of the dangerous technical situation. The developed simulating model of fire emergence is based on logical-linguistic variables. It helps to make graphic diagram (risk management tree) of cause-effect connections among input data and fire risk of EI of production plant. Linguistic assessment of fire risk in a form of three-dimensional matrix is suggested. It takes into account probability of dangerous event's occurrence, duration of risk factors of this event (material damage, social losses). The expert method for fire risk assessment is developed and realized its function on a working production plant.*

**Keywords:** fire risk, electric installation, system of man and machine, simulating model, logical-linguistic assessment

### References

1. **Osnovy** jelektrornagnitnoj sovmestimosti: Uchebnik / Pod redakciej R. N. Karjakina; Alt. gos. tehn. un-t im. I. I. Polzunova. Barnaul: ОАО "Altajskij poligraficheskij kombinat", 2007. 480 p.
2. **Mahutov N. A.** Nauchnye problemy bezopasnosti tehnogennoj sredy. *Problemy mashinostroenija i nadezhnosti mashin.* 1999. No. 1. P. 109—116.
3. **Teorija** i praktika upravlenija tehnogennymi riskami: uchebn. posobie / O. K. Nikol'skij i dr.; Pod obshej redakciej O. K. Nikol'skogo. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2015. 219 p.
4. **Cherkasova N. I.** Mnogokriterial'naja ocenka jeffektivnosti funkcionirovanija sel'skih jelektricheskikh setej 10—0,4 kV v uslovijah neopredelennosti: Monografija / Pod obshej redakciej O. K. Nikol'skogo. Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2014. 160 p.
5. **Smelov G. I.** Pozharnaja bezopasnost' jelektroustanovok. Moskow: ООО "Kabel", 2009. 328 p.
6. **Smoljaninov A. Ju., Tushev A. N., Nikol'skij O. K.** Metod ocenki tehničeskogo sostojanija jelektroustanovok proizvodstvennogo ob'ekta. *Jelektrobezopasnost'*. 2016. No. 1. P. 42—47.

7. **Nikol'skij O. K., Soshnikov A. A., Polonskij A. V.** Razvítie nauchnyh osnov bezopasnosti jelektroustanovok zdaniy. *Vestnik AltGTU.* 2000. No. 3. P. 17—24.
8. **Nikol'skij O. K., Kostjukov A. F., Cherkasova N. I.** Problema neopredelennosti pri analize riskov jelektroustanovok. *Polzunovskij Vestnik. AltGTU.* 2014. Vol. 1. No. 4. P. 140—146.
9. **Larichev O. I., Moshkovich E. M.** Kachestvennyye metody prinjatija reshenij. Verbal'nyj analiz reshenij. Moskow: Nauka, Fizmatlit, 1996. 208 p.
10. **Pospelov D. A.** Logiko-lingvisticheskaja model' v sistemah upravlenija. Moskow: Jenergoizdat, 1981. 232 p.
11. **Zade L.** Ponjatje lingvisticheskoy peremennoj i primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij. — Moskow: Mir, 1976. 167 p.
12. **Borisov A. N., Alekseev A. V., Merkur'ev G. V.** Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinjatija reshenij. Moskow: Radio i svjaz', 1989. 304 p.
13. **Patent** na izobretenie No. 2556299 Rossijskaja Federacija, 4.02.2014 g. Sposob opredelenija ostatocnogo resursa jelektroustanovki. N. P. Vorob'ev, S. N. Vorob'eva, G. A. Goncharenko, O. K. Nikol'skij. Patentobladatel' FGBOU VPO "Altajskij gosudarstvennyj tehničeskij universitet im. I. I. Polzunova".



УДК 628.3

**И. В. Волчатова**, канд. биол. наук, доц., e-mail: genesis@istu.edu,  
**Н. А. Попова**, магистрант, Иркутский национальный исследовательский  
технический университет"

## Обеспечение норм качества сточных вод как основа стабильности экосистем поверхностных водных объектов

*Представлены результаты исследований состава производственных сточных вод завода железобетонных конструкций, а также проб воды из поверхностного водотока — приемника стоков. Выявлена недостаточная эффективность очистных сооружений предприятия в отношении взвешенных веществ. Рассмотрены методы очистки сточных вод, применимые на железобетонном производстве. На основе анализа наилучших доступных технологий обоснованы технические решения по очистке сточных вод, позволяющие достичь нормативных показателей по сбросу загрязняющих веществ в поверхностный водный объект.*

**Ключевые слова:** сточные воды, железобетонные изделия, загрязняющие вещества, взвешенные вещества, нефтепродукты, наилучшие доступные технологии, фильтрация

### Введение

Одним из основных условий перехода к устойчивому развитию, провозглашенному Конференцией ООН в Рио-де-Жанейро, является сохранение уцелевших и восстановление деградированных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды. Решение этой и других задач, направленных на сокращение накопленного экологического ущерба и сохранение благоприятной окружающей среды, как нельзя более важно и для России. Около 15 % территории России по экологическим показателям находятся в критическом или околочитическом состоянии [1]. В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха проживает 56 % городского населения. Более 40 % населения страны сталкивается с проблемой качества воды. Ситуация с качеством питьевой воды остается крайне неблагоприятной в первую очередь вследствие сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты. Стабилизация экологической ситуации возможна лишь путем сокращения уровней воздействия на окружающую среду всех антропогенных источников.

Изготовление железобетонных конструкций как одно из направлений строительной индустрии стало активно развиваться в СССР в период массового строительства. Сейчас уже невозможно представить себе жизнь без этого композиционного материала, являющегося основным для

возведения не только зданий, но и объектов инфраструктуры, природоохранных и иных сооружений.

Из всех предприятий, изготавливающих строительные материалы, заводы по производству бетона, наверное, самые дружелюбные по отношению к окружающей среде. Используя отходы других отраслей промышленности в качестве исходного сырья для получения товарной продукции, они способствуют сокращению отходов, требующих размещения на полигонах, и тем самым содействуют рациональному землепользованию. Тем не менее предприятия по производству изделий из бетона для использования в строительстве относятся к объектам II категории, оказывающим умеренное негативное воздействие на окружающую среду [2], поэтому важным представляется выявление основных факторов и видов вредного влияния таких объектов на компоненты биосферы.

Осуществляя экологическую оценку деятельности заводов по производству железобетонных изделий (ЖБИ), в первую очередь делают акцент на возможное атмосферное загрязнение [3, 4], образование отходов производства [5] и шумовое воздействие. Сточным водам уделяют значительно меньшее внимание, хотя заводы ЖБИ относятся к производствам, не решившим задачу возврата в технологический цикл очищенной воды.

Загрязненные стоки заводов железобетонных конструкций образуются при промывке оборудования и бетонопроводов, в пропарочных камерах,



постах формования труб и на испытательных стендах. Они сбрасываются неравномерно и содержат механические примеси (песок, цемент и др.), нефтепродукты и другие вещества. При охлаждении оборудования и сварочных агрегатов образуются незагрязненные сточные воды. Они сбрасываются равномерно и, как правило, направляются в систему оборотного водоснабжения. Задачей данной работы был анализ компонентного состава сточных вод предприятия по производству ЖБИ с целью оценки эффективности мер по предотвращению загрязнения поверхностных водных объектов.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования стали образцы сточных вод из пруда-отстойника одного из заводов по изготовлению ЖБИ в Восточной Сибири, а также вода из реки Олхи в контрольных точках на 500 м выше и ниже водотока, несущего воды от места сброса сточных вод. Частота отбора проб — один раз в месяц в течение всего года, в реке — 1 раз в месяц с мая по октябрь. В образцах определяли кислотность (рН); содержание взвешенных веществ, нефтепродуктов, общего железа, сульфатов, хлоридов; органолептические показатели (цветность, запах). Химические анализы выполнены аккредитованной на техническую компетентность санитарно-промышленной лабораторией завода. Для проведения анализов использовали стандартизированные методы, допущенные для целей государственного экологического контроля.

### Результаты исследования

На предприятии действует отдельная система водоотведения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод. Последние (от пропарочных камер производства железобетонных конструкций и охлаждения оборудования) отводятся в сеть производственной канализации, далее по коллектору поступают в двухсекционный пруд-отстойник и распределяются на два выпуска. Сброс сточных вод на очистку осуществляется по одному из выпусков, т. е. на каждый момент времени в работе находится только одна из секций пруда-отстойника емкостью 3255 м<sup>3</sup> (размеры — 45×25×2,8 м). Выпуски сточных вод в пруд-отстойник оборудованы нефтесборной ловушкой для предварительной очистки стоков от нефтепродуктов и крупных взвесей. Нефтепродукты, накопленные в нефтеловушке, один раз в месяц перекачиваются насосом в автомашину с цистерной и используются повторно для смазки опалубки.

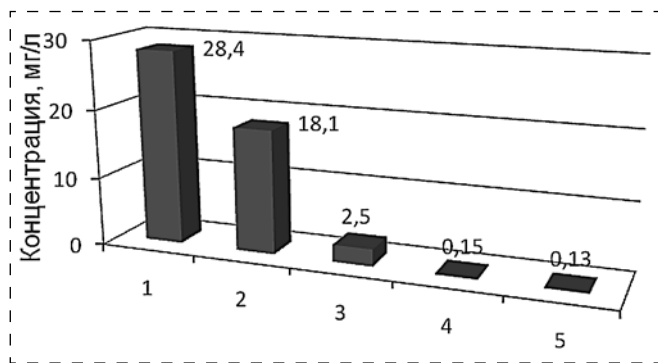
После отстаивания в течение пяти суток осветленная вода сбрасывается по отводной канаве в природный водный объект — болото, расположенное в черте населенного пункта. Приемником очищенных сточных вод является болото поймы р. Олхи — пониженный участок рельефа, характеризующийся избыточным увлажнением, без постоянного слоя воды на поверхности и видимого течения. К водоемам рыбохозяйственного значения данный водный объект не относится, регулярные наблюдения за гидрохимическими характеристиками воды не проводятся. Ниже имеется водоток (водоотводная канава), впадающий в р. Олху. Расстояние от места сброса стоков из очистных сооружений завода до впадения водотока в Олху — 1,5 км.

Климат территории резко континентальный с большими суточными колебаниями температуры. Наиболее холодный месяц — январь (среднемесячная температура — минус 18,1 °С). Грунт промерзает на глубину 1,5...2,0 м. Самый теплый месяц — июль со среднемесячной температурой 25,8 °С. Осадки выпадают в виде ливней, среднее количество осадков за апрель—октябрь составляет 402 мм.

Максимальный расход производственных сточных вод, поступивших на очистные сооружения, составил 13,5 м<sup>3</sup>/ч, общее количество сбрасываемых в течение года сточных вод колеблется, так как напрямую зависит от выпуска продукции. При снижении ее объема уменьшается количество стоков, как это было, например, в периоды экономических кризисов.

Согласно проведенным анализам, промышленные стоки завода не обладают запахом и цветом. Уровень кислотности также соответствует общим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования [6]. За все время наблюдений уровень рН отклонился в щелочную сторону от нормативных значений (6,5...8,5) только трижды и незначительно. Среднее значение рН стоков в пруду-отстойнике на входе — 7,87, на выходе — 7,82, что практически соответствует кислотности природной воды в р. Олхе (среднее значение 7,8).

Поступающие на очистку сточные воды содержат взвешенные вещества, нефтепродукты (эмульсол), железо (Fe<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>), сульфаты и хлориды (рис. 1). Разброс концентраций взвешенных веществ составил от 4,3 до 110,7 мг/л, общего железа — от 0,04 до 0,82 мг/л, сульфатов — от 7,95 до 42,33 мг/л. Основная часть нефтепродуктов задерживается нефтеловушкой (содержание эфирорастворимых веществ в сточных водах заводов ЖБИ перед поступлением в очистные сооружения



**Рис. 1.** Среднегодовая концентрация вредных веществ в сточных водах, поступающих на очистку: 1 — взвешенные вещества; 2 — сульфаты; 3 — хлориды; 4 — железо; 5 — нефтепродукты

может достигать 210 мг/л [7]). В пруд-отстойник попадает лишь небольшая их часть. Разброс концентраций нефтепродуктов в сточных водах — от 0,12 до 0,16 мг/л.

Анализ работы очистных сооружений предприятия показал достаточно высокую их эффективность в отношении взвешенных веществ, которая в большинстве случаев составляла 68...95%. В то же время были отмечены случаи уменьшения эффективности ниже 50%. Это могло быть связано с наличием мелкодисперсных примесей, не устранимых механическими методами очистки, или с выносом взвешенных веществ из пруда-отстойника в результате неравномерного поступления сточных вод. По технологии производственные сточные воды сбрасываются неравномерно в течение суток (коэффициент часовой неравномерности 1,5...3) в зависимости от объема выпуска продукции. Вынос ранее выделенных загрязнений возможен также в результате перемешивания воды в пруду-отстойнике при выпадении интенсивных ливневых дождей (имевшиеся случаи низкой эффективности очистки приходились на весенне-летний период).

Минерализация сточных вод за время пребывания их в пруду-отстойнике практически не изменялась. Хлориды, сульфаты, соединения железа или проходят транзитом, или вступают во взаимодействие с другими химическими веществами, содержащимися в сточных водах, что приводит к изменению их содержания. Железо при отстаивании воды окисляется и может выпадать в осадок. Небольшие колебания концентраций компонентов, обеспечивающих минерализацию сточных вод, до и после очистки входили в доверительные интервалы измерений и значимыми считаться не могут.

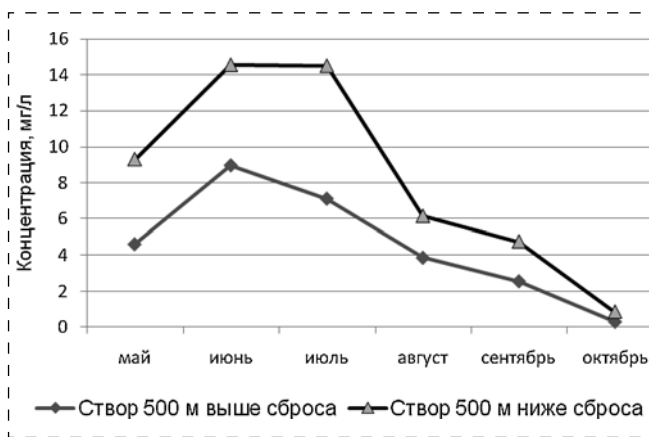
Концентрации вредных веществ в стоках на выходе из пруда-отстойника (см. таблицу)

**Химический состав производственных сточных вод после очистки**

Загрязняющее вещество	Среднегодовая концентрация, мг/л, по годам				
	2005	2006	2007	2008	2009
Взвешенные вещества	5,19	4,84	1,89	3,80	3,36
Нефтепродукты	0,15	0,12	0,14	0,14	0,09
Железо общее	0,20	0,20	0,35	0,13	0,13
Сульфаты	11,00	11,70	13,41	15,23	12,03
Хлориды	7,87	6,51	7,46	3,30	2,88

варьировали от года к году, не выходя за пределы ПДК [6, 8]. Максимальное содержание сульфатов в сточных водах предприятия за представленный период составило 0,45 ПДК для воды водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК = 100 мг/л) и 0,09 ПДК для водоемов в черте населенного пункта (ПДК = 500 мг/л). Максимальное содержание хлоридов в стоках на сбросе в водный объект составило 0,036 ПДК для воды водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК = 300 мг/л) и 0,03 ПДК для водоемов в черте населенного пункта (ПДК = 350 мг/л).

Анализ компонентного состава воды в р. Олхе (рис. 2) показал, что ниже сброса наблюдается существенное увеличение содержания взвешенных веществ. Среднегодовая концентрация их в створе на 500 м выше сброса (4,56 мг/л) сама по себе выше фоновой для р. Олхи в данной местности (2,7 мг/л по данным Иркутского центра по мониторингу загрязнения окружающей среды). В точке на 500 м ниже сброса содержание взвешенных веществ в реке возрастает в 1,6—2,8 раза. В то же время связывать однозначно этот процесс



**Рис. 2.** Динамика концентрации взвешенных веществ в р. Олхе



с деятельностью рассматриваемого предприятия было бы некорректно в связи с тем, что водоток, несущий воды со стороны завода, на своем пути к реке некоторое время следует по периметру золоотвала ТЭЦ, дренажные воды которого попадают в тот же водоток. Значимых изменений содержания других контролируемых компонентов в результате привноса со сточными водами не происходило.

На рассматриваемом предприятии фактический годовой сброс загрязняющих веществ со сточными водами в среднем составил: железо — 0,013 т, сульфаты — 0,664 т, хлориды — 0,318 т, нефтепродукты — 0,005 т, взвешенные вещества — 0,222 т. Так как сульфаты и хлориды присутствуют в исходной питьевой воде в концентрациях, соответствующих содержанию их в сточных водах, связанным с производством можно считать только сброс нефтепродуктов, железа и взвешенных веществ. Рассчитанные согласно документам [6, 9] нормативы допустимого сброса (НДС) этих загрязнений выявили, что сточные воды после очистки соответствуют категории недостаточно очищенных по содержанию взвешенных веществ, в связи с чем необходимо предусмотреть дополнительные природоохранные мероприятия.

Трудность очистки сточных вод предприятий по производству ЖБИ заключается в неоднородности состава стоков и нерегулярности их поступления. Решая проблему загрязненности таких сточных вод, их рассматривают, в первую очередь, как источник органических веществ (нефтепродуктов), и акцент делают на удаление последних [10]. Это понятно, ведь нефтепродукты, присутствующие в поверхностных водах даже в предельно допустимых для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения концентрациях, ухудшают органолептические качества мяса рыбы, которое приобретает привкус нефти, приводят к гибели молоди рыб. Просочившись в водоносный слой подземных вод, нефтяные загрязнения становятся практически неудаляемыми [11].

Тем не менее проблема очистки стоков от взвешенных веществ тоже существует, и она не менее важна. Взвешенные частицы влияют на прозрачность и температуру воды, проникновение в нее света, состав растворенных компонентов, адсорбцию токсичных веществ, скорость осадкообразования [12]. Взвеси ухудшают качество воды, неблагоприятно сказываются на режиме перемещения потока, приводя к заиливанию трубопроводов. Необходимость очистки сточных вод от взвешенных веществ определяется еще и тем, что без глубокой очистки невозможно удалить нефтепродукты [13]. Учитывая, что сброс сточных вод

происходит в черте населенного пункта, содержание взвешенных веществ в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,75 мг/л [6].

Из данных лабораторных анализов следует, что результат очистки от взвешенных веществ зависит от их начальной концентрации: эффективность возрастала при высоком содержании этих веществ и падала при их низком содержании. Это можно объяснить следующим. В процессе отстаивания суспензии концентрация взвеси на глубине повышается. При этом между частицами сокращается расстояние, что приводит к агломерации, и время процесса отстаивания сокращается [14]. При концентрации минеральных взвесей до 50 мг/л агломерация отсутствует, и их разделение происходит при свободном осаждении [15].

Разработано множество технологий очистки сточных вод от взвешенных веществ, являющихся одними из самых распространенных загрязнителей стоков предприятий. Отстаивание широко используют для очистки сточных вод от грубодисперсных примесей. Однако очень мелкие частицы не выпадают из воды даже при длительном отстаивании. Для дополнительного осветления предварительно отстоенного стока рекомендуется его фильтрование через различные загрузки из природных и синтетических материалов (кварцевого песка, керамзита, пенополистирола, пенополиуретана, торфа и др.), применение коагуляции, флотации [16]. Так, в сочетании со скорыми песчаными фильтрами использование прудов-отстойников позволяет добиться эффективности очистки 95...99 %, в то время как использование только прудов дает результат 50...95 % [17].

В зависимости от механизма задерживания взвесей существует два вида фильтрования. Первый — через слой загрязнений, образующихся на поверхности зерен загрузки. В этом случае задерживающиеся порами материала частицы становятся тоже фильтрующим материалом. Такой процесс характерен для медленных фильтров, скорость фильтрования воды в которых 0,1...0,3 м/ч. Во втором случае фильтрование происходит в толще слоя загрузки, где частицы задерживаются на зернах фильтрующего материала адгезионными силами. Такой процесс характерен для скорых фильтров [18]. Через скорые фильтры вода проходит со скоростью 5...8 м/ч. Кроме эталонного в технологии водоподготовки кварцевого песка, в качестве фильтрующих материалов могут быть использованы гравий, синтетические и полимерные материалы, а также дробленый керамзит, дробленый шунгизит, дробленые горелые породы, вулканический шлак [19]. Фильтрация позволяет доочистить воду не только от взвешенных

веществ, но и от нефтепродуктов, в том числе эмульгированных.

Скорые безнапорные фильтры используют для обработки больших объемов воды после коагулирования и обеспечивают снижение содержания взвесей в фильтрате до 1 мг/л. Медленные фильтры не требуют предварительной коагуляции сточной воды. Их рекомендуется использовать при небольших расходах воды (до 1000 м<sup>3</sup>/сут) при ее мутности до 50 мг/л. На рассматриваемом предприятии максимальный месячный зарегистрированный расход стоков составил 9,4 тыс. м<sup>3</sup>, что соответствует расходу 304 м<sup>3</sup>/сут. Средняя концентрация взвешенных веществ на выходе из пруда-отстойника 3,82 мг/л, следовательно, по формальным признакам для доочистки воды возможно использование медленных песчаных фильтров. В то же время недостатками медленных фильтров являются значительная строительная стоимость, большая занимаемая площадь, высокая трудоемкость операций по регенерации фильтрующего материала, что служит причиной их ограниченного применения в условиях периодического поступления сточных вод на очистку.

Более высокий эффект очистки стоков от взвешенных веществ имеют пруды-отстойники, дополненные тонкослойными блоками [13], которые располагают на выходе воды из отстойника. В качестве материала для них используют поливинилхлорид и винипласт. Конструкции тонкослойных блоков (модулей) легко монтируются и обслуживаются, обладают химической и биологической стойкостью, эффективны в отношении не только взвешенных веществ, но и нефтепродуктов. Тонкослойные модули могут монтироваться на установках для очистки питьевой воды и на промышленных объектах. Недостаток таких конструкций в том, что при переменном уровне воды в сооружениях они не обеспечивают требуемого качества очистки для отведения в водные объекты.

Увеличения эффективности очистки удается добиться применением реагентов. Для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей и эмульгированных веществ применяют коагуляцию. В качестве коагулянтов используют бентонит, электролиты, растворимые в воде соли алюминия и железа, полиакриламид, которые образуют хлопья гидроксидов металлов, быстро оседающие под действием силы тяжести [18]. Для интенсификации процесса образования хлопьев гидроксидов алюминия и железа, повышения дозы коагулянтов в сточную воду добавляют флокулянты — природные и синтетические высокомолекулярные соединения. К природным флокулянтам относят крахмал, декстрин, целлюлозы

и др. Из синтетических флокулянтов наибольшее применение получил полиакриламид [18]. Коагуляция и флокуляция широко распространены для очистки производственных сточных вод. Реализация методов требует значительных капитальных вложений в оборудование (коагуляционные установки, растворно-расходные узлы, устройства для последующей фильтрации и др.), что делает их нецелесообразными для рассматриваемого предприятия.

В настоящее время в связи с ориентацией мировой общественности на устойчивое развитие и экологизацию промышленности проанализированы имеющиеся классические методы и выделены технические решения, соответствующие понятию наилучших доступных технологий (НДТ), позволяющие достичь требуемого эффекта очистки сточных вод [13]. Наилучшие доступные технологии рассмотрены в плане их применимости, базирующейся на двух основных критериях: максимальная эколого-экономическая эффективность, направленная на предотвращение нерационального расходования инвестиционных ресурсов; учет технологических особенностей очистных сооружений и возможностей водного объекта, куда осуществляется сброс сточной воды. В целях рационального применения НДТ проводится ранжирование водных объектов в пределах четырех категорий: категория А — охраняемые или наиболее уязвимые водные объекты; категория Б — основная группа водных объектов; категория В — экологически устойчивые водные объекты; категория Г — объекты с особо низким содержанием биогенных элементов, допускающие применение биологической очистки без глубокого удаления азота и фосфора в целях сохранения продуктивности экосистемы как основы для рыбного промысла. До законодательного принятия такой классификации все водные объекты, кроме особо охраняемых, должны рассматриваться как объекты категории Б [13].

В качестве НДТ очистки производственных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты категории Б, от взвешенных веществ и нефтепродуктов были предложены две технологии. При первой осуществляется физико-химическая очистка методами тонкослойного отстаивания, флотация или контактная фильтрация с предварительной реагентной обработкой и фильтрование отстаивной воды через касетные фильтры. При второй технологии — тонкослойное отстаивание в комбинации с фитоочистными системами. Тонкослойные отстойники — это сооружения для механической очистки сточных вод, в которых отстойная зона делится трубчатыми или пластинчатыми элементами на ряд



слоев небольшой (до 150 мм) глубины. При малой глубине отстаивание протекает быстро, что позволяет уменьшить размер отстойников [18]. Фитоочистные системы (биопруды, биоплато) обеспечивают глубокую очистку сточных вод высшей водной растительностью и бактериями, развивающимися на подземных/подводных частях растений.

Исходя из соображений эколого-экономической эффективности инвестиций, для рассматриваемого предприятия на первом этапе можно рекомендовать оснащение имеющихся прудов-отстойников встраиваемыми тонкослойными модулями. В будущем наиболее целесообразно полностью отказаться от прудов-отстойников. Согласно документу [13], их можно использовать для очистки сточных вод только при сбросе последних в водоемы категории Г, а в остальные водоемы — как временное решение. По соотношению эффективности и затрат целесообразнее из двух рекомендованных вариантов НДТ перейти на тонкослойное отстаивание. Введение фитоочистных систем в технологический цикл очистки на данном предприятии не требуется, так как сточные воды перед попаданием в р. Олху проходят через болото — естественный фильтр из растительности и микроорганизмов, кроме того, не загрязнены азотом и фосфором. При невысоких эксплуатационных затратах установка тонкослойного отстаивания требует значительных капитальных вложений. Понятие окупаемости технологий для данной области деятельности практически не применимо. Противопоставление затратам на очистку сточных вод платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты неприемлемо с юридической точки зрения. Очистка сточных вод — это не вопрос экономического выбора, проводимого хозяйствующим субъектом, а нормативное требование [13].

### Список литературы

1. **Концепция** долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утвержден распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р).
2. **Постановление** Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 "Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий".
3. **Исхакова А. Т., Айгишева Т. О.** Оценка влияния деятельности завода железобетонных изделий на окружающую среду города Нефтекамск Республики Башкортостан // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 11. — С. 25–27.
4. **Минералогия** пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска / Е. А. Филимонок, А. В. Таловская, Е. Г. Языков, Ю. В. Чумак, С. С. Ильенок // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 8. — С. 760–765.
5. **Качанова В. А., Бобренко Е. Г.** Производственный экологический контроль за отходами производства на предприятии ООО "Комбинат строительных материалов "Сибирский Железобетон-Завод" // Вестник Омского государственного аграрного университета. — 2016. — № 2 (22). — С. 324–330.
6. **СанПиН 2.1.5.980-00** Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы.
7. **Азаров В. Н., Воробьев А. В.** О составе сточных вод и причинах возникновения взрывопожароопасных ситуаций на канализационных очистных сооружениях предприятий стройиндустрии // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. — 2011. — Вып. 25. — С. 290–293.
8. **ГН 2.1.5.1315-05** Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы.
9. **Приказ** Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 17.12.2007 № 333 (ред. от 15.11.2016) "Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей".
10. **Юрко А. В.** Разработка малоотходной технологии очистки сточных вод заводов железобетонных изделий от эмульгированных органических загрязнений. Дис. ... канд. техн. наук. — Волгоград, 2010. — 134 с.
11. **Кузубова Л. И., Морозов С. В.** Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналитический обзор. — Новосибирск: СО РАН, 1992. — 72 с.
12. **Орлова Т. Н., Базлов Д. А., Орлов В. Ю.** Химия природных и промышленных вод. — Ярославль: ЯрГУ, 2013. — 120 с.
13. **ИТС 10—2015** Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. — М.: Бюро НДТ, 2015.
14. **Вейсер Ю. И., Минц Д. М.** Высокомолекулярные флокулянты в процессе очистки природных и сточных вод. — М.: Стройиздат, 1984. — 200 с.
15. **Пономарев В. Г., Субботкин Л. Д.** Расчет сооружений процесса разделения суспензий сточных вод // Строительство и техногенная безопасность. — 2005. — Вып. 10. — С. 206–211.
16. **Справочное пособие** к СНиП 2.04.03-85 Проектирование сооружений для очистки сточных вод. — М.: Стройиздат, 1990. — 192 с.
17. **Горное** дело и окружающая среда / С. В. Сластун, В. Н. Королева, К. С. Коликов, Е. Ю. Куликова, А. Е. Воробьев, В. В. Качак, В. И. Бабков-Эстеркин, А. Т. Айруни, А. С. Батугин, А. А. Шилов. — М.: Логос, 2001. — 272 с.
18. **Ветошкин А. Г., Таранцева К. Р.** Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). — М.: ИНФРА-М, 2015. — 362 с.
19. **Кузнецов Л. К., Габитов А. И.** Технология фильтрация в физико-химических процессах водоподготовки // Башкирский химический журнал. — 2009. — Т. 16. — № 2. — С. 84–92.

I. V. Volchatova, Associate Professor, e-mail: genesis@istu.edu,  
N. A. Popova, Undergraduate, Irkutsk National Research Technical University

## Ensuring Standards of Wastewater Quality as a Basis for the Stability of Aquatic Ecosystems

*The task of this work was to analyze the composition of the wastewater of the enterprise for the production of reinforced concrete products in order to assess the effectiveness of measures to prevent pollution of surface water bodies. The article presents the results of studies of the composition of industrial wastewater of reinforced concrete products located in Eastern Siberia. The samples were determined by acidity (pH), color, smell; content of suspended matters, oil products, iron, sulfates, chlorides.*

*Wastewater of the enterprise does not have a smell and color. The level of acidity meets the requirements for water properties for drinking and recreational water use. Ineffective effectiveness of wastewater treatment from suspended solids has been identified. The methods of wastewater treatment applicable to reinforced concrete production are considered. On the basis of the analysis of the best available techniques, technical solutions for wastewater treatment have been substantiated, which make it possible to achieve the normative indicators for discharging pollutants into a surface water body.*

**Keywords:** wastewater, reinforced concrete products, pollutants, suspended matters, oil products, best available techniques, filtration

### References

1. **Koncepcija** dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda (utverzhenie rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 17.11.2008 № 1662-r).
2. **Postanovlenie** Pravitel'stva RF ot 28.09.2015 № 1029 "Ob utverzhenii kriteriev otnesenija ob'ektov, okazyvajushih negativnoe vozdejstvie na okruzhajushhiju sredu, k ob'ektam I, II, III i IV kategorij".
3. **Ishakova A. T., Ajgisheva T. O.** Ocenka vlijanija dejatel'nosti zavoda zhelezobetonnyh izdelij na okruzhajushhiju sredu goroda Neftekamsk Respubliki Bashkortostan. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2016. No. 11. P. 25—27.
4. **Mineralogija** pylevyh ajerozolej v zone vozdejstvija promyshlennyh predpriyatij g. Tomska / E. A. Filimonenko, A. V. Talovskaja, E. G. Jazikov, Ju. V. Chumak, S. S. Il'enok. *Fundamental'nye issledovanija*. 2013. No. 8. P. 760—765.
5. **Kachanova V. A., Bobrenko E. G.** Proizvodstvennyj ekologicheskij kontrol' za othodami proizvodstva na predpriyatii OOO "Kombinat stroitel'nyh materialov "Sibirskij Zhelezobeton-Zavod". *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. No. 2 (22). P. 324—330.
6. **SanPiN 2.1.5.980-00** Gigienicheskie trebovanija k ohrane poverhnostnyh vod. Sanitarnye pravila i normy.
7. **Azarov V. N., Vorob'ev A. V.** O sostave stochnyh vod i prichinah vozniknovenija vzryvopozharoопасnyh situacij na kanalizacionnyh oчитstnyh sooruzhenijah predpriyatij strojindustrii. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser.: Stroitel'stvo i arhitektura*. 2011. No. 25. P. 290—293.
8. **GN 2.1.5.1315-05** Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v vode vodnyh ob'ektov hozjajstvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovanija. Gigienicheskie normativy.
9. **Prikaz** Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii RF ot 17.12.2007 № 333 (red. ot 15.11.2016) "Ob utverzhenii metodiki razrabotki normativov dopustimyh sbrosov veshhestv i mikroorganizmov v vodnye ob'ekty dlja vodopol'zovatelej".
10. **Jurko A. V.** Razrabotka maloohodnoj tehnologii oчитstki stochnyh vod zavodov zhelezobetonnyh izdelij ot jemul'girovannyh organicheskikh zagriznenij. Dis. ... kand. tehn. nauk. Volgograd, 2010. 134 p.
11. **Kuzubova L. I., Morozov S. V.** Oчитska neftesoderzhashhih stochnyh vod: Analiticheskij obzor. Novosibirsk: SO RAN, 1992. 72 p.
12. **Orlova T. N., Bazlov D. A., Orlov V. Ju.** Himija prirodnyh i promyshlennyh vod. Jaroslavl': JarGU, 2013. 120 p.
13. **ITS 10—2015** Oчитska stochnyh vod s ispol'zovaniem centralizovannyh sistem vodootvedenija poselenij, gorodskih okrugov. Moscow: Bjuro NDT, 2015.
14. **Vejcer Ju.I., Minc D. M.** Vysokomolekuljarnye flokuljanty v processe oчитstki prirodnyh i stochnyh vod. M.: Strojizdat, 1984. 200 p.
15. **Ponomarev V. G., Subbotkin L. D.** Raschet sooruzhenij processa razdelenija suspenzij stochnyh vod. *Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost'*. 2005. No. 10. P. 206—211.
16. **Spravochnoe posobie** k SNiP 2.04.03-85 Proektirovanie sooruzhenij dlja oчитstki stochnyh vod. M.: Strojizdat, 1990. 192 p.
17. **Gornoe delo** i okruzhajushhaja sreda / S. V. Slastunov, V. N. Koroleva, K. S. Kolikov, E. Ju. Kulikova, A. E. Vorob'ev, V. V. Kachak, V. I. Babkov-Jesterkin, A. T. Ajruni, A. S. Batugin, A. A. Shilov. Moscow: Logos, 2001. 272 p.
18. **Vetoshkin A. G., Taranceva K. R.** Tehnologija zashhity okruzhajushhej sredy (teoreticheskie osnovy). Moscow: INFRA-M, 2015. 362 p.
19. **Kuznecov L. K., Gabitov A. I.** Tehnologija fil'trovaniya v fiziko-himicheskikh processah vodopodgotovki. *Bashkirskij himicheskij zhurnal*. 2009. Vol. 16. No. 2. P. 84—92.



УДК 628.543.142

**С. Н. Савельев**, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: savelyevsn@rambler.ru, **А. В. Савельева**, асп., **О. О. Тазова**, магистр, **С. В. Фридланд**, д-р хим. наук, проф., Казанский национальный исследовательский технологический университет

## Оценка возможности совместной очистки сернисто-щелочных сточных вод и отработанных гальванических растворов

*Обоснована целесообразность совместной очистки сернисто-щелочных сточных вод и отработанных гальванических растворов, приводящей к практически полному удалению сульфидов и ионов тяжелых металлов, к значительному уменьшению показателей ХПК (на 86 %) и щелочности (на 83 %), а также к снижению стоимости очистки по сравнению с применением традиционных методов.*

**Ключевые слова:** сточная вода, отработанные гальванические растворы, ионы тяжелых металлов, сульфиды, углеводороды, осаждение

В водные объекты Российской Федерации в год сбрасывается до 52 км<sup>3</sup> сточных вод, из которых 19,2 км<sup>3</sup> подлежат очистке. Свыше 72 % сточных вод, подлежащих очистке (13,8 км<sup>3</sup>), сбрасываются в водные объекты недостаточно очищенными, 17 % (3,4 км<sup>3</sup>) — загрязненными без очистки и только 11 % (2 км<sup>3</sup>) — очищенными до установленных нормативов. Вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты РФ ежегодно поступает около 11 млн т загрязняющих веществ. На долю промышленности приходится 25 % общего объема сброса загрязненных сточных вод [1].

К основным загрязняющим веществам, содержащимся в большинстве промышленных сточных вод, относятся масла и нефтепродукты, ионы тяжелых металлов (ИТМ), а также органические химические соединения [1].

В каждом гидрографическом районе преобладают предприятия разных видов промышленности. На территории Республики Татарстан расположен ряд химических и нефтехимических предприятий. Республика также является крупным машино- и авиастроительным центром РФ. В процессе производственной деятельности указанных предприятий образуются сточные воды, содержащие углеводороды, ИТМ. Кроме того, сточные воды нефтехимической отрасли являются источником поступления сульфидов в природные водные объекты [1–3].

Значительный вклад в общее поступление сульфидов вносят сернисто-щелочные сточные воды [4–7]. В их сложный органический состав входят токсичные трудноокисляемые химическими и биологическими методами растворенные и эмульгированные углеводороды, которые в совокупности с сульфидами и другими неорганическими солями обуславливают высокие значения показателей химического потребления кислорода (ХПК) и

щелочности [8, 9]. Нейтрализация высоких значений щелочности технической серной кислотой приводит к выделению в атмосферу сероводорода [5], образованию сульфатов в концентрациях, существенно превышающих регламентируемые нормы.

Наличие в воде сульфидов придает воде токсичность, неприятный запах, интенсифицирует процесс коррозии трубопроводов и вызывает их зарастание вследствие развития серобактерий, а сточные воды с концентрацией сульфидов более 20 мг/л оказывают негативное воздействие на биоценоз активного ила при применении биохимической очистки [3, 5, 10].

Данная ситуация обуславливает необходимость внедрения стадии предварительной локальной очистки сернисто-щелочных сточных вод с целью практически полного удаления сульфидов, снижения значения показателей ХПК и щелочности. Известные методы очистки сернисто-щелочных стоков, такие как отпарка, дегазация, карбонизация, требуют больших затрат энергии и вызывают загрязнение воздуха сероводородом и сернистым газом. Применение метода каталитического окисления токсичных сульфидов кислородом воздуха до сульфатов и тиосульфатов связано с большими финансовыми затратами, которые не могут себе позволить многие предприятия [6].

Кроме загрязнения природных вод токсичными углеводородами и сульфидами, остается нерешенной проблема глубокой очистки промышленных сточных вод от ИТМ. Тяжелые металлы являются клеточными ядами, обладают биологической активностью, мутагенными, канцерогенными, тератогенными свойствами, приводящими к отравлению и гибели живых организмов [11, 12].

На практике ИТМ удаляют из промышленных сточных вод, переводя их в малорастворимые



соединения с последующим отделением осадка от воды. Осаждение осуществляется в виде гидроксидов, карбонатов или сульфидов [13].

Реализация указанных методов требует ведения большого реагентного хозяйства и зачастую не приводит к снижению концентраций металлов до необходимого уровня.

В связи с этим целесообразно рассмотреть альтернативных направлений решения проблемы одновременной очистки сточных вод от сульфидов, ИТМ и углеводородов. Одним из направлений решения указанной проблемы является совместная очистка гальванических стоков, содержащих в своем составе различные ИТМ, и сернисто-щелочных сточных вод, обладающих высокой щелочностью и содержащих значительные концентрации сульфида натрия. При смешении указанных сточных вод могут протекать реакции соединения, замещения, обмена, нейтрализации, окисления, восстановления, комплексообразования, приводящие к очистке вод.

Очистка сточных вод одних производств стоками других производств является экономически существенно более выгодной по сравнению с применением традиционных технологий, так как позволяет исключить использование дорогостоящих щелочных реагентов и сульфида натрия.

Объектами исследований в настоящей работе являлись углеводородсодержащая сернисто-щелочная сточная вода, образующаяся при очистке газов пиролиза углеводородного сырья от сероводорода и углекислого газа, и отработанные никель- и медьсодержащие гальванические растворы. Характеристика исходных показателей сернисто-щелочной сточной воды и отработанных гальванических растворов представлена в табл. 1.

Исходя из того, что большая часть органических загрязнений сернисто-щелочной сточной воды приходится на высокотоксичный, химически и биохимически трудноокисляемый бензол

Таблица 1

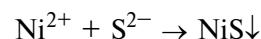
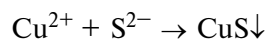
**Исходные показатели сернисто-щелочной сточной воды и отработанных гальванических растворов**

Вид сточной воды	ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	Щелочность, кислотность*, мг-экв/л	Концентрация иона металла, мг/л
Сернисто-щелочная сточная вода	20 158	2153	—
Ni <sup>2+</sup> -содержащий отработанный гальванический раствор	497	885*	36 732
Cu <sup>2+</sup> -содержащий отработанный гальванический раствор	275	280*	80 000

(51,4 %) [8], а также учитывая небольшой объем стока и его высокую температуру, с целью рекуперации бензола и снижения значения ХПК на первом этапе работы произведена простая перегонка до получения дистиллята в количестве 0,5 % от перегоняемой жидкости. В результате перегонки значение показателя ХПК снизилось до 15 047 мгО<sub>2</sub>/л, а показатель щелочности практически не изменился.

На втором этапе работы в целях удаления сульфидов путем их осаждения добавляли в сернисто-щелочную сточную воду медь- и никельсодержащие отработанные гальванические растворы до момента прекращения образования осадка черного цвета, свидетельствующего о полном связывании сульфидов ионами металлов.

Осадок образовывался в результате взаимодействия иона соответствующего металла с сульфид-ионом по схеме:



Достигнуть практически полного осаждения сульфидов ИТМ, приводящего параллельно к значительному снижению значений показателей ХПК и щелочности, удалось при смешении сернисто-щелочной сточной воды в объемном соотношении 2,21:1 и 1,37:1 с отработанными медь- и никельсодержащими гальваническими растворами соответственно.

Результаты осаждения сульфидов сернисто-щелочных сточных вод, ИТМ, содержащихся в отработанных гальванических растворах, представлены в табл. 2.

Исследования показали целесообразность совместной очистки сернисто-щелочных сточных вод и отработанных гальванических растворов, приводящей к практически полному удалению сульфидов, ИТМ, к значительному снижению показателей ХПК и щелочности сточной воды и, соответственно, к снижению стоимости очистки ввиду использования в качестве реагентов локальной очистки сточных вод соответствующих производств.

Таблица 2

**Результаты совместной очистки сернисто-щелочных сточных вод и отработанных гальванических растворов**

Вид смесевой воды	ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	Степень очистки по ХПК, %	Щелочность, мг-экв/л	Степень очистки по щелочности, %
S <sup>2-</sup> и Ni <sup>2+</sup> -содержащая	2085	86	425	80
S <sup>2-</sup> и Cu <sup>2+</sup> -содержащая	2706	82	373	83



## Список литературы

1. **Наилучшие доступные технологии:** Информационно-технический справочник. — М.: Бюро НДТ, 2015. — 113 с.
2. **О состоянии** природных ресурсов и об охране окружающей среды РТ в 2014 году: Государственный доклад от 25 декабря 2015 г. / Министерство экологии и природных ресурсов РТ. — 2015. — 531 с.
3. **Быковский Н. А., Пучкова Л. Н., Шулаев Н. С.** Очистка сульфидсодержащих сточных вод в электролизере с растворимым железным анодом // Башкирский химический журнал. — 2006. — № 3. — С. 78–81.
4. **Савельев С. Н.** Интенсификация очистки сточных вод химических производств от углеводородов окислительными методами: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.16: защищена 24.12.08; утв. 13.03.09. — Казань, 2008. — 125 с.
5. **Фесенко Л. Н., Черкесов А. Ю., Игнатенко С. И.** Очистка сернисто-щелочных сточных вод нефтеоргсинтеза от сероводорода // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2013. — № 5. — С. 44–48.
6. **Поиск** путей очистки сернисто-щелочных стоков нефтеперерабатывающих предприятий / А. Д. Бадикова, А. Р. Мурзакова, Ф. Х. Кудашева, М. А. Цадкин, Р. Н. Гимаев // Электронный научный журнал. — 2005. — № 2. — С. 24.
7. **Савельев С. Н., Савельева А. В., Фридланд С. В.** Интенсификация очистки сточной воды от углеводородов окислительными методами применением в качестве катализаторов стоков гальванопроизводства // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 1. — С. 40–44.
8. **Савельев С. Н., Зиятдинов Р. Н., Фридланд С. В.** Особенности каталитической очистки сточных вод озонированием // Вестник Казанского технологического университета. — 2008. — № 6. — С. 48–54.
9. **Савельев С. Н., Савельева А. В., Фридланд С. В.** Исследование процесса окисления углеводородов кислородом воздуха с использованием гетерогенного катализатора и технологическое решение его регенерации // Вестник Казанского технологического университета. — 2016. — № 18. — С. 182–184.
10. **Тихонова Н. А., Мукминова Ю. Н., Ручкинова О. И.** Анализ методов очистки сточных вод от сульфидов // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. — 2011. — № 4. — С. 138–151.
11. **Елизарьева Е. Н., Ямбаев Ю. А., Кулагин А. Ю.** Растения для фиторедемпации воды, загрязненной тяжелыми металлами // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2016. — № 3. — С. 68–75.
12. **Лисичкина Г. В., Чернова Н. Н.** Человек и среда его обитания: хрестоматия. — М.: Мир, 2003. — 460 с.
13. **Панов В. П., Нифонтов Ю. А., Панин А. В.** Теоретические основы защиты окружающей среды: Учебное пособие / Под ред. В. П. Панова. — М.: Академия, 2008. — 320 с.

**S. N. Savelyev**, Associate Professor, e-mail: savelyevsn@rambler.ru,  
**A. V. Savelyeva**, Postgraduate, **O. O. Tazova**, Master, **S. V. Friedland**, Professor,  
Kazan National Research Technological University

## Evaluation of the Possibility of Joint Clean Sulfur-Alkaline Waste Water and Waste Galvanic Solutions

*The purpose of this work was to study the feasibility and feasibility of using a joint purification of sulfur-alkaline wastewater and spent copper and nickel-containing galvanic solutions.*

*Sources of wastewater supply containing hydrocarbons, sulphides, heavy metal ions are presented. The applied cleaning methods from these components are briefly considered and their shortcomings are presented.*

*An alternative method of purification is proposed: joint purification of sulphurous alkaline wastewater and spent copper and nickel-containing galvanic solutions.*

*The expediency of using the presented wastewater treatment method is justified, leading to the almost complete removal of sulphides and heavy metal ions, is substantiated by a significant reduction in the chemical consumption of oxygen (COD) (by 86 %) and alkalinity (by 83 %).*

*The developed method allows to exclude the use of expensive reagents for purification of these waters, which will lead to a reduction in the cost of purification in comparison with traditional methods.*

**Keywords:** waste water, waste galvanic solutions, ions of heavy metals, sulphides, hydrocarbons, sedimentation

### References

1. **Наилучшие доступные технологии:** информационно-технический справочник. Moscow: Byuro NDT, 2015. 113 p.
2. **О состоянии** природных ресурсов и об охране окружающей среды РТ в 2014 году: Государственный доклад от 25 декабря 2015 г. / Министерство экологии и природных ресурсов РТ. 2015. 531 p.
3. **Bikovskii N. A., Puchkova L. N., Shulaev N. S.** Ochistka sulfid-soderzhaschih stochnih vod v elektrolizere s rastvorimim jeleznim anodom. *Bashkirskii himicheskii jurnal*. 2006. No. 3. P. 78–81.
4. **Savelev S. N.** Intensifikaciya ochistki stochnih vod himicheskikh proizvodstv ot uglevodorodov oksidativnymi metodami: dis. kand. teh. Nauk: 03.00.16: zaschisshena 24.12.08; utv. 13.03.09. Kazan, 2008. 125 p.
5. **Fesenko L. N., Cherkesov A. Yu., Ignatenko S. I.** Ochistka sernistoshelochnih stochnih vod nefteorgsinteza ot serovodoroda. *Neftepererabotka i neftehimiya*. 2013. No. 5. P. 44–48.
6. **Поиск** путей очистки сернисто-щелочных стоков нефтеперерабатывающих предприятий / А. Д. Бадикова, А. Р. Мурзакова, Ф. Х. Кудашева, М. А. Цадкин, Р. Н. Гимаев. *Elektronnyi nauchnii jurnal*. 2005. No. 2. P. 24.
7. **Savelev S. N., Saveleva A. V., Fridland S. V.** Intensifikaciya ochistki stochnoi vodi ot uglevodorodov oksidativnymi metodami primeneniem v kachestve katalizatorov stokov galvanoproizvodstva. *Bezopasnost' jiznedeyatel'nosti*. 2015. No. 1. P. 40–44.
8. **Savelev S. N., Ziyatdinov R. N., Fridland S. V.** Osobennosti kataliticheskoi ochistki stochnih vod ozonirovaniem. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2008. No. 6. P. 48–54.
9. **Savelev S. N., Saveleva A. V., Fridland S. V.** Issledovanie processa oksileniya uglevodorodov kislorodom vozduha s ispolzovaniem geterogenno katalizatora i tehnologicheskoe reshenie ego regeneracii. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2016. No. 18. P. 182–184.
10. **Tihonova N. A., Ruchkinova O. I.** Analiz metodov ochistki stochnih vod ot sulfidov. *Vestnik PNIPIU. Urbanistika*. 2011. No. 4. P. 138–151.
11. **Elizareva E. N., Yambaev Yu. A., Kulagin A. Yu.** Rasteniya dlya fitoremediacii void. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016. No. 3. P. 68–75.
12. **Lisichkina G. V., Chernova N. N.** Chelovek i sreda ego obitaniya: Hrestomatiya. Moscow: Mir, 2003. 460 p.
13. **Panov V. P., Nifontov Yu. A., Panin A. V.** Teoreticheskie osnovy zaschiti okrujayuschei sredi: Uchebnoe posobie / Pod red. V. P. Panova. Moscow: Akademiya, 2008. 320 p.

УДК 658.567.1:669.14

**Б. Б. Бобович**, д-р техн. наук, проф., e-mail: boris0808@yandex.ru,  
**А. Н. Конюхов**, асп., Московский политехнический университет

## Утилизация отходов асбостального полотна с использованием термодеструкции

*Исследована возможность видового разделения сложных по составу отходов асбостального полотна в целях их утилизации с использованием термоокислительной деструкции каучукового связующего. Рассмотрены особенности процесса деструкции каучукового связующего при различных температурах. Установлено, что кинетика процесса подчиняется закону Аррениуса. Определены коэффициенты уравнения, позволяющие прогнозировать продолжительность деструкции каучукового связующего асбостального полотна при различной температуре.*

**Ключевые слова:** отходы, асбостальное полотно, термоокислительная деструкция, температура, продолжительность процесса, каучуковое связующее, асбест, энергия активации

### Введение

Асбостальное полотно широко используется при изготовлении уплотнительных прокладок для герметизации стыка головки с блоком цилиндров карбюраторных и дизельных двигателей грузовых автомобилей и другой тяжелой мобильной техники, для уплотнения стыков систем выпуска выхлопных газов. Прокладки вырубают из асбостального полотна, значительная часть которого переходит в отходы.

Асбостальное полотно производится в соответствии с ГОСТ 12856-96 "Листы асбостальные и прокладки из них. Технические условия". Оно состоит из стального листа и асбокаучукового покрытия, в состав которого входят асбест хризотиловый, маслостойкие синтетические каучуки и ряд вулканизирующих и других специальных добавок. Асбокаучуковое покрытие теплостойко до 400 °С, асбостальные прокладки обладают бензо-, маслостойкостью, не изменяют своих свойств под воздействием продуктов сгорания углеводородных топлив, антифризов и других агрессивных сред.

Утилизация таких отходов представляет определенные трудности и не производится из-за сложного видового состава полотна. Их собирают в бумажные или полиэтиленовые мешки и вывозят на полигон для захоронения. Благодаря наличию асбеста в составе асбостального полотна эти отходы относятся к категории опасных, и их накопление, транспортирование и захоронение должны производиться в соответствии с санитарными нормами.

### Отходы асбостального полотна — техногенный материальный ресурс

Отходы асбостального полотна следует рассматривать и как важный техногенный материальный ресурс: в них содержится 60 % стали, 31 % асбеста и около 9 % каучукового связующего с добавками. Для вторичного использования представляют интерес, прежде всего, сталь и асбестовые волокна. Сложность переработки отходов неоднородного состава заключается в необходимости видовой сепарации содержащихся в них компонентов, которые обладают, как правило, различными физическими и химическими свойствами: плотностью, теплостойкостью, магнитной восприимчивостью и т. д.

Для разрушения связи между стальным каркасом и асбокаучуковым покрытием целесообразно использование нагрева при температуре деструкции каучукового связующего. Важнейшей особенностью асбестовых волокон является огнестойкость. Температура плавления хризотилового асбеста составляет 1500 °С, что позволяет использовать его в качестве теплоизоляционного и термостойкого материала. При температуре деструкции каучуковой составляющей асбостального полотна асбестовые волокна не претерпевают каких-либо изменений. Поэтому рассмотрена возможность использования термической обработки с целью разрушения связи между компонентами асбостального полотна. Деструкция связующего в асбокаучуковой композиции позволит провести видовую сепарацию асбестового и стального компонентов и утилизировать



комплексные по составу отходы доступными технологиями.

Целью работы являлось исследование условий проведения термической деструкции асбокаучуковой композиции для последующей видовой сепарации отходов асбостального полотна.

### Исследование термодеструкции асбокаучуковой композиции

Термодеструкция является одним из способов утилизации полимерных отходов [1–5]. Так, пиролиз и сжигание относятся к наилучшим доступным технологиям обращения с резиносодержащими отходами [6]. При деструкции резины разрушается вулканизационная сетка, происходит деполимеризация каучука и образуются газообразные летучие продукты. Разрушение резины под воздействием высокой температуры ускоряется в воздушной среде в результате термоокислительной деструкции [7, 8]. Термодеструкция каучукового связующего, входящего в состав асбостального полотна, проводилась в муфельной печи марки СНОЛ — 1,6,2,0.0,8/9 — М 1 УХЛ 4.2.

В результате термодеструкции каучуковое связующее асбостального полотна (т. е. каучуки и вулканизирующие добавки) превращалось в летучие газообразные вещества. На следующем этапе определялась масса твердого остатка, состоявшего из стального полотна и асбеста.

Оценка полноты термодеструкции проводилась по значению потери массы образца асбостального полотна в зависимости от продолжительности нагрева при заданной температуре. Расчет значения потери массы асбостального полотна производился по уравнению:

$$\Delta M = (m_0 - m_n)/m_0 \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $m_0$  — масса образца до нагревания, г;  $m_n$  — масса образца после нагревания, г;  $\Delta M$  — значение потерь массы в результате термодеструкции, %.

Как показали исследования, началу процесса деструкции предшествует индукционный период  $\tau_0$ , значение которого зависит от температуры нагрева: с увеличением температуры значение индукционного периода уменьшается и при температуре 1063 К составляет 1 с. При более низкой температуре продолжительность процесса деструкции растет, и, например, при температуре 663 К ее значение составляет 40 с (см. таблицу).

Увеличение температуры позволяет повысить скорость процесса деструкции и сократить его продолжительность. При температуре 663 К деструкция связующего завершается лишь через 3300 с (55 мин), в то время как при температуре

### Характеристики деструкции

Температура, К	Индукционный период $\tau_0$ , с	Продолжительность нагрева полная $\tau_{\text{полная}}$ , с
663	40	3300
803	30	2100
853	25	600
983	5	540
1063	1	150

1063 К она завершается уже через 150 с, о чем свидетельствует стабилизация массы образца при дальнейшем нагреве.

Далее следует исследовать кинетику термического разложения при различной температуре. Для этого необходимо рассчитать энергию активации, характеризующую скорость процесса деструкции [9, 10].

Результаты эксперимента показали, что эта зависимость в координатах  $\ln \tau_{\text{полная}} - 1/T$  носит прямолинейный характер, что позволяет рассчитать значение энергии активации процесса деструкции по уравнению Аррениуса:

$$E = RT \ln(\tau_{\text{полная}}/\tau_0), \quad (2)$$

где  $E$  — эффективная энергия активации процесса деструкции связующего асбостального полотна, кДж/моль;  $R$  — универсальная газовая постоянная;  $R = 8,31446$  Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К.

Расчеты показали, что значение энергии активации процесса деструкции связующего в асбостальном полотне составляет 39,41 кДж/моль, что позволяет прогнозировать длительность процесса термодеструкции при различной температуре.

### Заключение

В результате проведенного исследования изучены процессы термоокислительной деструкции каучукового связующего в асбостальном полотне, установлены параметры зависимости скорости процесса от температуры и определено значение энергии активации процесса деструкции связующего. Результаты исследования позволяют прогнозировать продолжительность деструкции каучукового связующего асбостального полотна при заданной температуре.

### Список литературы

1. **Бернадинер М. Я., Шурыгин А. Я.** Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. — М.: Химия. — 1990. — 304 с.

2. **Бобович Б. Б., Девяткин В. В.** Переработка отходов производства и потребления. — М.: "Интернет Инжиниринг", 2000. — 496 с.
3. **Бернадинер И. М., Гаврилова Н. С.** Пиролиз и газификация — способы утилизации изношенных автомобильных покрышек // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. — 2016. — № 3 (23). — С. 39—48.
4. **Переработка** отработанных резинотехнических изделий автопрома / Е. В. Ганин, С. В. Антимонов, А. М. Абдрахманова, Ю. С. Иванова // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". — 2017. — № 1 — С. 121—131.
5. **Яцун А. В., Коновалов П. Н., Коновалов Н. П.** СВЧ-пиролиз изношенных автомобильных шин в присутствии гидроксида калия // Современные наукоемкие технологии. — 2017. — № 2. — С. 83—87; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36589> (дата обращения 23.04.2017).
6. **ГОСТ Р 55827—2013.** Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Руководство по экологически ориентированному управлению отходами. Издание официальное. — М.: Стандартинформ, 2014.
7. **Шутилин Ю. Ф.** Термоокисление непредельных и насыщенных эластомеров // Промышленное производство и использование эластомеров. — 2012. — № 2. — С. 24—31.
8. **Минигалиев Т. Б., Дорожкин В. П.** Влияние состава газовой среды и температуры на термодеструкцию резин // Каучук и резина. — 2014. — № 4. — С. 48—51.
9. **Мамаев В. В.** Определение кинетических показателей термодеструкции горючих материалов // Научный вестник НИИГД "Респиратор". — 2016. — № 3 (53). — С. 47—56.
10. **Прокопчук И. Р.** Определение энергии активации деструкции полимеров по данным динамической термогравиметрии // Пластические массы. — 1983. — № 10. — С. 24—25.

**В. В. Bobovich**, Professor, e-mail: [boris0808@yandex.ru](mailto:boris0808@yandex.ru),  
**A. N. Konjuhov**, Postgraduate, Moscow Polytechnic University

## Utilization of Wastes of Asbestos-Steel Sheets with Using Thermal Destruction

*Investigated the possibility of separating complex waste composition of asbestos-steel sheet using the thermal destruction of the rubber binder. The peculiarities of the kinetics of destruction of the rubber binder at different temperatures were considered. It is established that the kinetics of the destruction process rubber binder subject to the Arrhenius's law. Coefficients of the equation for predicting the duration of destruction of the rubber binder of waste asbestos-steel sheets at different temperature.*

**Keywords:** waste, asbestos-steel sheet, thermal destruction, temperature, duration of destruction, rubber binder, asbestos, activation energy

### References

1. **Bernadiner M. Ja., Shurygin A. Ja.** Ognevaja pererabotka i obezvezhivanie promyshlennyh othodov. Moscow: Himija. 1990. 304 p.
2. **Bobovich B. B., Devjatkin V. V.** Pererabotka othodov proizvodstva i potreblenija. Moscow: "Internet Inzhiniring". 2000. 496 p.
3. **Bernadiner I. M., Gavrilova N. S.** Piroлиз i gazifikacija — sposoby utilizacii iznoshennyh avtomobil'nyh pokryshek. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Prikladnaja jekologija. Urbanistika.* 2016. No. 3 (23). P. 39—48.
4. **Pererabotka** otrabotannyh rezinotekhnicheskikh izdelij avtoproma / E. V. Ganin, S. V. Antimonov, A. M. Abdrahamanova, Ju. S. Ivanova. *Jelektronnyj nauchnyj zhurnal "Neftegazovoe delo"*. 2017. No. 1. P. 121—131.
5. **Jacun A. V., Konovalov P. N., Konovalov N. P.** SVCh-piroliz iznoshennyh avtomobil'nyh shin v prisutstvii gidroksida kalija. *Sovremennye naukoemkie tehnologii.* 2017. No. 2. P. 83—87. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36589> (date of access 23.04.2017).
6. **ГОСТ R 55827—2013.** Resursosberezhenie. Nailuchshie dostupnye tehnologii. Rukovodstvo po jekologicheski orientirovannomu upravleniju othodami. Izdanie oficial'noe. Moscow: Standartinform, 2014.
7. **Shutilin Ju. F.** Termookislenie nepredel'nyh i nasyshennyh jelastomerov. *Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie jelastomerov.* 2012. No. 2. P. 24—31.
8. **Minigaliev T. B., Dorozhkin V. P.** Vlijanie sostava gazovoj sredy i temperatury na termodestrukciju rezin. *Kauchuk i rezina.* 2014. No. 4. P. 48—51.
9. **Мамаев V. V.** Opredelenie kineticheskikh pokazatelej termodestrukcii gorjuchih materialov. *Nauchnyj vestnik NIIGD "Respirator"*. 2016. No. 3 (53). P. 47—56.
10. **Prokopchuk I. R.** Opredelenie jenerгии aktivacii destrukcii polimerov po dannym dinamicheskoj termogravimetrii. *Plasticheskie massy.* 1983. No. 10. P. 24—25.

УДК 372.32

**М. В. Погодаева**, д-р пед. наук, канд. биол. наук, доц. кафедры,  
e-mail: margorog@rambler.ru, Иркутский государственный университет

## **Безопасность образовательной среды как условие развития личности дошкольника**

*В статье рассматриваются возможности организации безопасного пространства для развития ребенка-дошкольника, составляющие такого пространства, обсуждаются внутренние и внешние угрозы безопасности детей, факторы, способствующие и противодействующие становлению культуры безопасности ребенка. В эксперименте показано, что развитие пространства безопасного детства происходит в процессе взаимодействия внешней среды и внутреннего мира ребенка, присвоения ребенком культуры безопасности. Развитие социально-психологического компонента пространства безопасного детства обеспечивается теоретической и методической подготовкой педагогов к обучению детей безопасной жизнедеятельности, опережающим обучением родителей, их активным участием в совместных мероприятиях. Развитие культурно-образовательного компонента в условиях дошкольного образовательного учреждения предполагает совершенствование образования детей в области безопасности жизнедеятельности. Анализ полученных результатов показал, что компоненты пространства безопасного детства образуют единую систему, развитие которой зависит от социальных и экологических условий среды.*

**Ключевые слова:** безопасность образовательной среды, безопасность личности, адаптация, пространство безопасного детства

### **Введение**

Проблемы защиты детства в настоящее время приобрели особую остроту в связи с обострением ряда противоречий современного российского общества: социальное расслоение населения, приводящее к враждебности и агрессии между разными социальными слоями; наркомания и алкоголизм, обесценивающие человеческую жизнь, нравственные и этические нормы; кризис семьи, разрушение семейных ценностей, порождающее у детей чувство незащитности, нестабильности, неуверенности в себе, отсутствие поддержки близких; обострение социально-экономических конфликтов [1].

В связи с этим особое значение приобретает проектирование и развитие безопасной среды для развития ребенка. По мнению В. В. Коврова, окружающая ребенка среда должна быть направлена на выработку адаптивных форм поведения, обеспечивать его безопасность [2].

### **Сохранение безопасности ребенка**

Человек изначально имеет определенные возможности сохранения безопасности. Эти возможности определяются развитием перцептивной

сферы, познавательных способностей, эмоционально-волевой саморегуляции и мотивационных особенностей. Безопасность вызывает у человека положительные эмоции, переживания удовлетворенности, спокойствия, психологического комфорта, опасность вызывает тревогу, страх, напряженность. Поэтому на эмоциональном уровне состояние безопасности приоритетно для человека над состоянием опасности.

Другие возможности сохранения безопасности обусловлены компетентностью человека в области безопасности, его знаниями о существующих угрозах, умениями их предотвращать или избегать. Образовательная система может развивать и расширять эти возможности, на что и ориентировано ее новое направление — педагогика безопасности [1]. Безопасность ребенка связана с психофизиологической, эмоциональной и социально-педагогической адаптацией. При этом основной задачей адаптации является поддержание равновесия в системе "человек — среда": создание условий психологической безопасности и сохранение психологического здоровья; безопасное взаимодействие с окружающими; формирование личностных качеств и сохранение соматического здоровья [3]. Адаптация определяет условия приспособленности личности и ее развитие.

Психологическая безопасность личности может рассматриваться как психическое состояние, возникающее в результате функционирования в психологически безопасной среде [4–8]. Под психологической безопасностью личности понимают состояние подконтрольности воздействия различных факторов, которые представляют угрозу или обеспечивают защиту от нее. Безопасность в этом случае определяется способностью контролировать свое внутреннее состояние и параметры внешнего мира [9]. Следовательно, обеспечение психологической безопасности личности зависит от внешних и внутренних факторов, обеспечивающих безопасное поведение в опасных и чрезвычайных ситуациях. Если человек может контролировать определенное количество реальных для него угроз и управлять ими, то он чувствует себя в безопасности, при отсутствии возможности такого контроля возникает ощущение опасности. Если возможности по управлению факторами риска увеличиваются, то возрастает уровень защищенности, если же такие возможности снижаются, то человек чувствует себя не защищенным.

К внешним источникам угрозы психологической безопасности детей следует отнести:

- манипулирование ребенком, наносящее серьезный вред позитивному развитию индивида, межличностным отношениям детей в группе;
- враждебность окружающего мира, когда ему закрыт доступ к игрушкам, отсутствие необходимых условий для реализации естественной потребности в движении, действие необоснованных запретов, вызванных псевдозаботой о безопасности ребенка;
- интеллектуально-физические и психоэмоциональные перегрузки из-за нерационально построенного режима жизнедеятельности ребенка, однообразии будней, неправильная организация общения;
- преобладание авторитарного стиля, отсутствие заинтересованности ребенком со стороны взрослых, отсутствие понятных ребенку правил, регулирующих его поведение в детском обществе, невнимание к ребенку со стороны родителей, асоциальная семейная микросреда и прочие факторы.

Внутренними источниками угроз психологической безопасности ребенка могут быть:

- сформировавшиеся в результате неправильного воспитания в семье привычки отрицательного поведения;
- осознание ребенком своей неуспешности;
- прямая зависимость во всем от взрослого, рождающая чувство беспомощности;
- индивидуально-личностные особенности ребенка;
- патология физического развития [4].

Психологическая безопасность ребенка-дошкольника реализуется в процессе специально организованной совместной деятельности и общения, создания благоприятной социокультурной среды, адаптации ребенка к условиям дошкольного образовательного учреждения (ДОУ). Психологически безопасная среда обеспечивает ребенку такое психическое состояние, которое делает возможным его развитие, адекватное отношение к проблемам и трудностям, подталкивает его к самостоятельности, способствует физическому и психическому здоровью. Ребенок, который испытывает страх перед воспитателями, другими детьми, который не защищен от психологического насилия, не способен нормально развиваться.

### Безопасная образовательная среда

Безопасная образовательная среда — это состояние организационных, пространственно-предметных и социальных аспектов жизнедеятельности, обеспечивающее здоровье, социальную, психологическую, правовую, экологическую защищенность обучающихся, педагогов и родителей [10].

В работе [11] предложено выделять три составляющие безопасной среды: психологическая, связанная с влиянием среды на социальное и личностное развитие ребенка; педагогическая, отражающая психолого-педагогическое сопровождение безопасного развития личности; экологическая, определяющая безопасное взаимодействие с природой.

Психологически безопасная среда — это среда, в которой нет психологического насилия, удовлетворяющая потребности в доверительном общении, обеспечивающая психическое здоровье включенных в нее участников [12].

Поступление ребенка в ДОУ определяет изменение социальных условий, расширение круга его взаимодействия. Процесс адаптации и становление приспособительных реакций в новых социальных условиях обеспечивается сложной функциональной системой, подсистемами которой являются условия ДОУ; взаимодействие детей, родителей и педагогов; гуманистически организованный воспитательный и образовательный процесс в ДОУ. Воспитатель начинает играть важную роль в развитии ребенка. Образовательная среда ДОУ становится пространством для развития [13]. Результатом образования при этом являются изменения, происходящие в развитии личности ребенка: он начинает воспринимать и понимать себя, других людей; учится сопереживать, ставить цели и др. [14].

Образовательная среда должна обеспечить возможности для развития личности не только



ребенка, но и педагогов и других участников образовательного процесса. Система ценностей, ориентированных на гуманистическое, безопасное развитие ребенка, предполагает создание социально-педагогической адаптивно-развивающей среды [15, 16]. Организация такой среды, по мнению некоторых ученых [17], включает следующие формы и виды деятельности:

- различные формы организации воспитательно-образовательного процесса с учетом психофизиологического развития ребенка;
- разработка и реализация обучающих программ по формированию культуры безопасности и здорового образа жизни;
- комплекс оздоровительных мероприятий для коррекции нарушений здоровья;
- контроль за соблюдением санитарно-гигиенических норм;
- сбалансированное питание;
- создание материально-технических и психологических условий для гармоничного развития ребенка.

Для решения этой проблемы необходимо психолого-педагогическое и медицинское сопровождение создания и развития такой среды, которая будет являться единым адаптационным, реабилитационным и развивающим пространством для каждого отдельного ребенка.

Идея организации образовательной среды как среды с дозированной опасностью базируется на понимании безопасности как приемлемого уровня опасности. Чем определяются приемлемость уровня опасности? С морально-этической и физиологической точки зрения — безвредностью воздействия опасного фактора на жизнь и здоровье ребенка, с точки зрения экономики — затратами на ограничение действия опасных факторов. В то же время наличие в среде приемлемого уровня опасности позволяет вырабатывать адаптивные — поведенческие и физиологические — реакции

на воздействие опасного фактора. Полная "стерильность", безопасность среды не позволит адаптироваться к ней, проявить "иммунные" реакции, научиться правильному поведению в ситуациях, когда опасность реально присутствует.

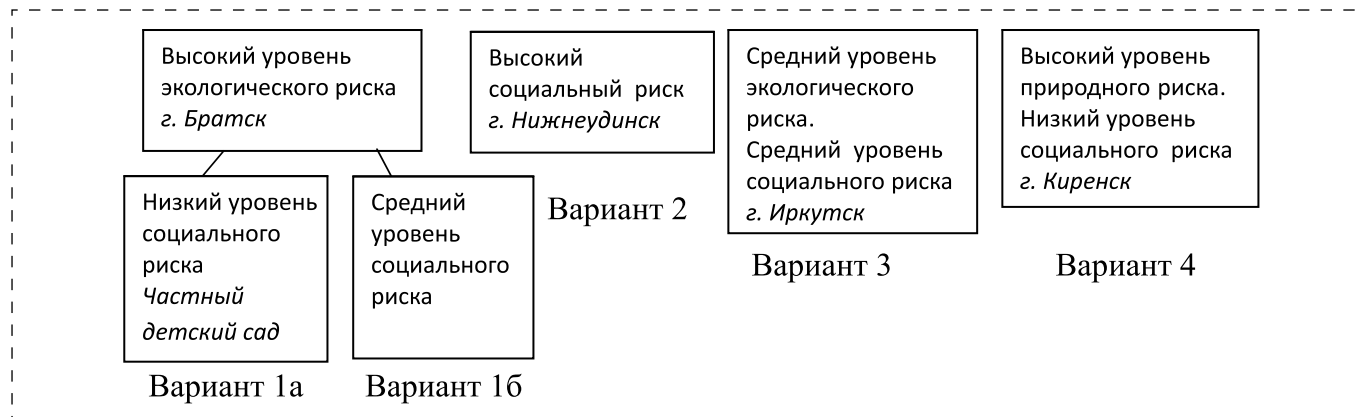
Проведенный анализ связи между уровнем экологической опасности и уровнем освоения и использования навыков безопасного поведения показал наличие достоверной положительной корреляции между исследуемыми параметрами. Между уровнем экологического риска и культурой безопасности ребенка действует коэффициент ранговой корреляции Спирмена  $r_s = 294^{**}$ ; между уровнем экологического риска и культурой безопасности педагога —  $r_s = 0,383^{**}$ . Чем выше уровень экологической опасности, тем успешнее дети и педагоги выполняют правила безопасного поведения, ищут новые подходы к их разрешению.

### Организация и методы исследования

В ДОУ Иркутской области реализуется эксперимент по развитию пространства безопасного детства. Были выбраны четыре варианта пространственного размещения объектов исследования, где контрастно различаются характер и уровень внешних и внутренних угроз (см. рисунок) и их влияние на структурные компоненты пространства безопасного детства.

Исходя из расположения промышленных источников, загрязнения почвы, воздушной и водной среды, объема промышленных выбросов, нахождения в зоне действия вредных выбросов автомагистрали, пожароопасных и взрывоопасных объектов был установлен относительный экологический риск на основе определения ранговых оценок для городов Братск — 4, Иркутск — 3, Нижнеудинск — 2, Киренск — 1.

На основании анализа уровня заработной платы родителей, развитости социальной



Варианты размещения экспериментальных площадок



инфраструктуры территории, доступности услуг дополнительного образования, объектов культуры и здравоохранения был оценен социальный риск по 5-балльной шкале.

Суммарно в эксперименте участвовало 106 детей экспериментальных групп, 118 родителей, 14 педагогов. В дошкольных учреждениях, расположенных на экспериментальных площадках, внедрялась региональная программа для ДОУ "Моя безопасность в большом мире". Реализация программы предусматривала организацию психолого-педагогической деятельности в области здоровьесбережения, психологической, экологической, пожарной, дорожной, личной безопасности; обучение родителей и педагогов культуре безопасного поведения, тесное взаимодействие образовательного учреждения с социальными партнерами в целях обеспечения физической и психологической безопасности ребенка. Социально-психологический компонент оценивался в ходе анализа условий психологической безопасности в группе дошкольного учреждения, анализа положения ребенка в семье, его доверия к родителям. При исследовании психологической безопасности среды в ДОУ использовалась методика И. А. Басовой "Психологическая безопасность образовательной среды" [12], модифицированная для ДОУ М. В. Погодаевой, анкетирование родителей, диагностические беседы с детьми. Психологическое состояние ребенка оценивалось по его непосредственным эмоциональным реакциям, рисункам, в беседах, в играх.

Культурно-образовательный компонент оценивался в процессе анализа сформированности культуры безопасности ребенка, ее ценностной, деятельностной, познавательной-когнитивной и рефлексивной составляющих. К критериям основных компонентов культуры безопасности дошкольника были отнесены следующие: ценностный — ориентация на ценность жизни, здоровья, природы, гуманное отношение ко всему живому; когнитивный — знания о безопасном поведении в различных ситуациях; деятельностный — умения и навыки практического применения этих знаний, навыки здоровьесбережения; рефлексивный — предпосылки рефлексивных навыков.

Для выяснения того, какими навыками дети овладели, какие знания используют в игровой деятельности, использовали рисуночный тест "Я — часть мира", тест "Универсальный компьютер"; для оценки коммуникативной рефлексии во взаимодействии ребенка со взрослым — психодиагностическую методику "Возьми три палочки"; методику "Составь рассказ". Ценностная составляющая оценивалась с помощью методики "Радости и огорчения", модифицированного теста

"Рожицы", методики "Случай в природе", методики "Нравственные нормы", проявления вербального и реального альтруизма у детей.

Для анализа данных эксперимента использовались стандартные статистические методы: для установления связи между рассматриваемыми параметрами культуры безопасности ребенка, среды, культуры безопасности педагога, показателей здоровьесбережения и экологичности среды — однофакторный дисперсионный анализ и корреляционный анализ; для анализа "вклада" различных факторов в формирование культуры безопасности — факторный анализ в IBM SPSS Statistics 22.

### **Развитие пространства безопасного детства**

Пространство безопасного детства — характеристики жизненного мира ребенка, включающие совокупность действий, условий и отношений, обеспечивающих его физическую и психологическую защищенность; социально-культурный феномен, заключающийся в накоплении психологических новообразований, возникающих в результате приобретения навыков безопасного взаимодействия ребенка с физическим и социальным миром, со взрослыми и другими детьми, освоения им социокультурных норм безопасной жизнедеятельности, саморегуляции и самоорганизации, осознания социальных и духовных ценностей [18, 19].

Пространство безопасного детства рассматривается нами с позиций синергетики как открытая система, динамичная и саморазвивающаяся. Развитие пространства безопасного детства направлено на снижение угроз для жизни и здоровья ребенка и происходит в процессе взаимодействия внешней среды и внутреннего мира ребенка, присвоения ребенком культуры безопасности. Можно полагать, что сложность системы пространства безопасного детства и является источником ее развития, позволяет гармонизировать взаимоотношения ребенка с природной и социальной средой.

Новой возможностью расширения системы пространства безопасного детства может являться ее способность контролировать и управлять изменениями параметров жизненного мира ребенка. В случае подконтрольности системе определенных внешних и внутренних факторов система пространства безопасного детства переходит в состояние безопасности, при уменьшении контроля эта система сдвигается к состоянию опасности, при полном отсутствии контроля над факторами среды происходит нарушение безопасности системы [20].



При возникновении угроз происходят изменения в деятельности системы пространства безопасного детства, которые могут вести как к уменьшению, так и к расширению этого пространства. Система обладает возможностью управления уровнем воздействия на нее со стороны внешней среды.

Управление развитием пространства безопасного детства осуществляется через создание адаптационных условий на основе социально-педагогических и валеологических подходов; создание условий для реализации программы "Моя безопасность в большом мире"; разработку рекомендаций родителям, педагогам о наиболее благоприятном пути безопасного развития ребенка. В основе всех реализуемых программ и рекомендаций стоит развитие личности ребенка, его способностей, открытости и доверия к миру, его физическая и психологическая безопасность, эмоциональное благополучие.

Развитие социально-психологического компонента обеспечивается теоретической и методической подготовкой педагогов к обучению детей безопасной жизнедеятельности, повышением их профессиональной компетентности в области обеспечения безопасности детей; становлением культуры безопасности педагога в процессе подготовки к педагогической деятельности, активным участием родителей в обучении детей безопасности, их скоординированной деятельностью в этом направлении с образовательным учреждением, общественными организациями, социальными партнерами. Опережающее обучение родителей, их активное участие в совместных мероприятиях, в родительском клубе позволили реализовать их субъектность в процессе проектирования пространства безопасного детства. Родительское взаимодействие успешно реализуется в родительских объединениях: родительских клубах, советах, общественных организациях. Через них родители могут реализовать свои цели в воспитании детей, обменяться опытом, получить помощь и поддержку. Родительский клуб выступает эффективной формой борьбы с насилием над детьми.

Диагностическая оценка уровня психологической комфортности образовательной среды ДОУ по категориям "отношение", "удовлетворенность", "защищенность" показала, что условия дошкольных учреждений, участвовавших в исследовании, соответствуют высокому уровню психологической безопасности. Реализация мероприятий по созданию психологической безопасности образовательной среды дошкольного учреждения в полном объеме позволила снизить тревожность, создать благоприятную эмоциональную атмосферу, научить детей понимать друг друга.

Развитие культурно-образовательного компонента в условиях дошкольного образовательного учреждения происходит на основе уже сформированного пространственно-физического и социально-психологического компонентов и включает образование в области безопасности жизнедеятельности: его содержание, методы, формы и средства обучения, обеспечивающие практическую реализацию формирования культуры безопасности дошкольника.

Факторный анализ позволил выявить факторы, оказывающее наибольшее влияние на становление пространства безопасного детства (см. таблицу).

Первый фактор (1) был определен как *организация здоровьесбережения родителями и педагогами*: дисперсия определяется условиями здоровьесбережения, активностью родителей и педагогов в отношении обеспечения безопасности и здоровья детей.

Второй фактор (2) был определен как *обеспечение социально-психологической безопасности*: дисперсия включает культуру безопасности педагога и благоприятные социальные условия.

Третий фактор (3) определен как *благоприятные экологические условия*.

Если каждый из трех факторов может действовать независимо, определяя становление культуры безопасности ребенка, то внутри фактора параметры, его составляющие, сцеплены и действуют однонаправленно.

Культура безопасности родителей показывает корреляционную связь с условиями здоровьесбережения дошкольника: в этот возрастной период создание таких условий большей частью зависит от родителей, их стремления сохранять и укреплять здоровье ребенка ( $r_s = 0,675$ ;  $P < 0,01$ ).

Культура безопасности педагога определяется социально-психологическими условиями его

Повернутая факторная матрица

Переменные	Факторы		
	1	2	3
Культура безопасности педагога	0,407	0,789	0,042
Экологический риск	0,111	0,378	0,528
Социальный риск	0,215	-0,810	0,129
Экологизация среды	0,015	-0,087	0,784
Здоровьесбережение	0,885	0,374	-0,188
Культура безопасности родителей	0,930	-0,106	0,349
Процент дисперсии, объясняемый фактором	27,1	25,3	15,7

деятельности: благоприятные социально-психологические условия способствуют становлению культуры безопасности; высокие социальные риски, напротив, мешают развитию личности педагога (культура безопасности педагога — социальный риск  $r_s = -0,592$ ;  $P < 0,01$ ).

### Выводы

Становление пространства безопасного детства в жизненном мире ребенка зависит от социальных и экологических условий среды. Компоненты пространства безопасного детства образуют единую систему: изменения в пространственном компоненте (организация предметно-развивающей, здоровьесберегающей среды), создание психологически безопасной среды в ДОУ влияют на становление культурно-образовательного компонента пространства, развитие культуры безопасного взаимодействия с окружающим миром. Формирование культуры безопасности дошкольника происходит в процессе присвоения такой культуры, исходящей от педагогов и родителей, в ходе специально организованной игровой, исследовательской, коммуникативной, музыкальной, художественной, продуктивной деятельности. Развитие адаптивно-развивающей среды безопасной жизнедеятельности отражается изменением жизненного пространства ребенка, его ценностей и смыслов, культуры, установок на реализацию безопасности.

### Список литературы

1. **Гафнер В. В.** Педагогика безопасности как новое научное направление современной педагогики // Грани педагогики безопасности. Сборник материалов Всероссийской научной конференции. — Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет. — 2011. — С. 6—13.
2. **Ковров В. В.** Создание модели психологически безопасной образовательной среды на экспериментальных площадках МГППУ // Безопасность образовательной среды: Сборник статей. — М.: Экон-Информ, 2008. — С. 78—83.
3. **Березин Ф. Б.** Психическая и психофизиологическая адаптация человека. — Л.: Изд-во Ленинградского государственного университета, 1988. — 270 с.
4. **Баева И. А., Волкова Е. Н., Лактионова Е. Б.** Психологическая безопасность образовательной среды: развитие личности. — СПб.: Нестор-История, 2011.
5. **Благодьрь Е. М.** Модель формирования психологических основ безопасного поведения детей, воспитывающихся в детских домах // Культура. Наука. Интеграция. — 2013. — № 2. — С. 61—64.

6. **Истратова О. Н.** Формирование качеств личности безопасного типа у подростков в условиях тренинга личностного роста // Информационное противодействие угрозам терроризма. — 2009. — № 12. — С. 184—192.
7. **Калашникова М. Б.** Влияние воспитателя на психологическую безопасность дошкольника в образовательной среде // Мир психологии. — 2010. — № 1. — С. 108—116.
8. **Петросян В. Р.** Психологическая безопасность и защищенность от психологического насилия в образовательной среде // Вестник КГПИ. — 2010. — Вып. 8. — С. 108—116.
9. **Краснянская Т. М., Тылец В. Г.** Понятийные ориентиры развития психологической безопасности личности в предметном поле современных исследований // Education Sciences and Psychology. — 2013. — № 1 (23). — С. 59—64. URL: <http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=2109.pdf> (дата обращения 27.08.2017).
10. **Гаязова Л. А.** Психологические основания мониторинга безопасности образовательной среды // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. — 2012. — № 145. — С. 64—72.
11. **Коломийченко Л. В., Наумов А. А.** Концептуальные основания безопасной образовательной среды // Педагогическое образование в России. — 2013. — № 3. — С. 142—145.
12. **Баева И. А.** Психологическая безопасность в образовании: Монография. — СПб.: "Союз", 2002. — 271 с.
13. **Калашникова М. Б.** Влияние воспитателя на психологическую безопасность дошкольника в образовательной среде // Мир психологии. — 2010. — № 1. — С. 108—116.
14. **Роджерс К. Р.** К теории творчества. Взгляд на психотерапию: пер. с англ. — М.: Евразия, 1994. — 141 с.
15. **Абаскалова Н. П., Зверкова А. Ю.** Системный подход к освоению ключевой компетенции "быть здоровым" в условиях непрерывного образования // Сибирский педагогический журнал. — 2013. — № 5. — С. 182—188.
16. **Здоровьесберегающие технологии и безопасность жизнедеятельности в образовательных учреждениях / Н. П. Абаскалова, Э. М. Казин, Н. Э. Касаткина, А. С. Шинкаренко, Н. Г. Шушуева // Здоровьесберегающая инфраструктура в системе образования: Учебное пособие / Под ред. Э. М. Казина, Н. Э. Касаткиной. — М.: Омега-Л, 2014. — С. 223—241.**
17. **Казин Э. М., Касаткина Н. Э., Семенкова Т. Н.** Психолого-физиологические подходы к созданию образовательной адаптивно-развивающей среды // Вестник ТГПУ. — 2011. — № 13.
18. **Погодаева М. В.** Пространство безопасного детства как условие развития личности ребенка // Казанский педагогический журнал. — 2016. — № 5. — С. 96—100.
19. **Погодаева М. В.** Безопасность личности: педагогическое сопровождение безопасного развития ребенка в период дошкольного детства // Безопасное детство как правовой и социально-педагогический концепт: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Пермь, 2016. — Т. 2. — С. 73—75.
20. **Краснянская Т. М.** Безопасность и опасность как феномены системы "человек" // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2006. — № 1 (56). — С. 238—247.



M. V. Pogodaeva, Associate Professor, e-mail: margopog@rambler.ru, Irkutsk State University

## Safety of the Educational Environment as the Condition of Development of the Preschool Personality

*The safety of the child is the safety of the environment in which he grows, his psycho-physiological characteristics, which ensure successful adaptation, activity of teachers to create conditions for physical and psychological safety. The psychological safety of the preschool child is realized in a specially organized joint activity and in communication. There is an experiment to create a space for safe childhood, in the kindergarten of the Irkutsk region. We realized managing the development of a single adaptation, rehabilitation space for the safe development of a child by means of creation of adaptation conditions on the basis of social pedagogical and valeological approaches; Creation of conditions for the implementation of the program "My Security in the Big World"; Development of recommendations to parents and teachers about the most favorable path for the safe development of the child, psychological, pedagogical and medical support for the creation and development of such an environment. The development of the socio-psychological component of the safe childhood space is ensured by the theoretical and methodological training of teachers to teach children safe live, by outstripping education of parents, their active participation in joint activities. Diagnostic assessment of the psychological safety level of the educational environment of the kindergarten in the categories of "attitude", "satisfaction", "security" showed that the conditions of preschool institutions participating in the study corresponded to a high level of psychological safety. The development of the cultural and educational component in the conditions of a pre-school educational institution assumes the improvement of education in the field of life safety and the development of a safety culture. An analysis of the results showed that the components of the safe childhood space form a unified system, the development of which depends on the social and environmental conditions of the environment.*

**Keywords:** safety of the educational environment, security of the personality, adaptation, space of safe childhood

### References

1. **Gafner V. V.** Pedagogika bezopasnosti kak novoe nauchnoe napravlenie sovremennoj pedagogiki. *Grani pedagogiki bezopasnosti. Sbornik materialov vserossijskoj nauchnoj konferencii.* Ekaterinburg: Ural'skij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet. 2011. P. 6—13.
2. **Kovrov V. V.** Sozdanie modeli psihologicheski bezopasnoj obrazovatel'noj sredy na jeksperimental'nyh ploshhadkah MGPPU. *Bezopasnost' obrazovatel'noj sredy: sbornik statej.* Moscow: Jekon-Inform, 2008. P. 78—83.
3. **Berezin F. B.** Psihicheskaja i psihofiziologicheskaja adaptacija cheloveka. Leningrad: Izd-vo Leningradskigo gosudarstvennogo universiteta, 1988. 270 p.
4. **Baeva I. A., Volkova E. N., Laktionova E. B.** Psihologicheskaja bezopasnost' obrazovatel'noj sredy: razvitie lichnosti. Saint-Petersburg: Nestor-Istorija, 2011.
5. **Blagodyr' E. M.** Model' formirovanija psihologicheskikh osnov bezopasnogo povedenija detej, vospityvajushhhsja v detskih domah. *Kul'tura. Nauka. Integracija.* 2013. No. 2. P. 61—64.
6. **Istratova O. N.** Formirovanie kachestv lichnosti bezopasnogo tipa u podrostkov v uslovijah treninga lichnostnogo rosta. *Informacionnoe protivodejstvie ugrozam terrorizma.* 2009. No. 12. P. 184—192.
7. **Kalashnikova M. B.** Vlijanie vospitatelja na psihologicheskiju bezopasnost' doskol'nika v obrazovatel'noj srede. *Mir psihologii.* 2010. No. 1. P. 108—116.
8. **Petrosjan V. R.** Psihologicheskaja bezopasnost' i zashhishennost' ot psihologicheskogo nasilija v obrazovatel'noj srede. *Vestnik KGPI.* 2010. Vol. 8. P. 108—116.
9. **Krasnjanskaja T. M., Tylec V. G.** Ponjatijnye orientiry razvitiya psihologicheskogo bezopasnosti lichnosti v predmetnom pole sovremennyh issledovanij. *Education Sciences and Psychology.* 2013. No. 1 (23). P. 59—64. URL: <http://gesj.internet-academy.org.ge/download.php?id=2109.pdf> (date of access 27.08.2017).
10. **Gajazova L. A.** Psihologicheskie osnovanija monitoringa bezopasnosti obrazovatel'noj sredy. *Izvestija RGPU im. A. I. Gercena.* 2012. No. 145. P. 64—72.
11. **Kolomijchenko L. V., Naumov A. A.** Konceptual'nye osnovanija bezopasnoj obrazovatel'noj sredy. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii.* 2013. No. 3. P. 142—145.
12. **Baeva I. A.** Psihologicheskaja bezopasnost' v obrazovanii: Monografija. Saint-Petersburg: "Sojuz", 2002. 271 p.
13. **Kalashnikova M. B.** Vlijanie vospitatelja na psihologicheskiju bezopasnost' doskol'nika v obrazovatel'noj srede. *Mir psihologii.* 2010. No. 1. P. 108—116.
14. **Kolomijchenko L. V., Naumov A. A.** K teorii tvorčestva. Vzgljad na psihoterapiju: per. s angl. Moscow: Evrazija, 1994. 141 p.
15. **Abaskalova N. P., Zverkova A. Ju.** Sistemnyj podhod k osvoeniju ključevoj kompetencii "byt' zdorovym" v uslovijah nepreryvnogo obrazovanija. *Sibirskij pedagogicheskij žurnal.* 2013. No. 5. P. 182—188.
16. **Zdorov'esberegajushhie** tehnologii i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti v obrazovatel'nyh uchrezhdenijah / N. P. Abaskalova, Je. M. Kazin, N. Je. Kasatkina, A. S. Shinkarenko, N. G. Shushueva. *Zdorov'esberegajushhaja infrastruktura v sisteme obrazovanija.* Moscow: Omega-L, 2014. P. 223—241.
17. **Kazin Je. M., Kasatkina N. Je., Semenkova T. N.** Psihologo-fiziologicheskie podhody k sozdaniju obrazovatel'noj adaptivno-razvivajushhej sredy. *Vestnik TGPU.* 2011. No. 13.
18. **Pogodaeva M. V.** Prostranstvo bezopasnogo detstva kak uslovie razvitiya lichnosti rebenka. *Kazanskij pedagogicheskij žurnal.* 2016. No. 5. P. 96—100.
19. **Pogodaeva M. V.** Bezopasnost' lichnosti: pedagogicheskoe soprovozhdenie bezopasnogo razvitiya rebenka v period doskol'nogo detstva. *Bezopasnoe detstvo kak pravovoj i social'no-pedagogicheskij koncept: Materialy III Vserossijskaja nauchno-prakticheskaja konferencija s mezhdunarosnym uchastiem.* Perm', 2016. Vol. 2. P. 73—75.
20. **Krasnjanskaja T. M.** Bezopasnost' i opasnost' kak fenomeny sistemy "chelovek". *Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki.* 2006. No. 1 (56). P. 238—247.

**П. И. Костенко**, д-р пед. наук, проф., проф. кафедры, e-mail: kp1967@mail.ru, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск

## **Методические особенности построения и реализации программы учебной дисциплины "Гражданская оборона" при подготовке будущих учителей ОБЖ в вузе**

*Рассмотрены и обоснованы методические особенности построения и реализации вузовской программы учебной дисциплины "Гражданская оборона". Отмечено, что обострение военно-политической обстановки в мире актуализировало проблему гражданской обороны, что потребовало обновления содержательно-организационного оформления одноименной вузовской дисциплины.*

*В числе рассматриваемых методических особенностей выделены: отражение в программе дисциплины специфики задач, функций, организационной структуры, сил и средств современной системы гражданской обороны в Российской Федерации; включение в нее раздела или темы, раскрывающей содержание и практику применения норм международного гуманитарного права; изменение расстановки акцентов в мотивации учебной деятельности студентов; практикоориентированный характер содержания и организации освоения учебного материала; усиление значимости принципа наглядности в обучении.*

**Ключевые слова:** *безопасность жизнедеятельности, гражданская оборона, содержание обучения, организация обучения, будущие учителя ОБЖ, учебная дисциплина "Гражданская оборона", программа учебной дисциплины, методические особенности построения и реализации программы учебной дисциплины*

Подготовка будущих учителей основ безопасности жизнедеятельности (ОБЖ) осуществляется в вузах в настоящее время в рамках направления 44.03.01 — Педагогическое образование (бакалавриат, профиль — "Безопасность жизнедеятельности"). Она предусматривает освоение обучающимися ряда дисциплин учебного плана, в том числе и дисциплины "Гражданская оборона", которая, с одной стороны, является хорошо знакомой для многих отечественных вузов еще с советских времен, а с другой — в силу ряда причин должна приобрести новое содержательное и организационное оформление.

Недостаток внимания к проблеме преподавания гражданской обороны, имевший место на федеральном уровне до недавнего времени, иллюстрируется уже тем фактом, что вузовские учебники по данной дисциплине в постсоветский период практически не издавались. Исключение составляет учебник под редакцией В. А. Пучкова, изданный в 2015 году и рекомендованный МЧС России курсантам и слушателям, обучающимся в подведомственных образовательных учреждениях [1]. Соответствующую нишу (в частности, на сайтах сети Internet) заняли:

— учебники по гражданской обороне 1980—1990-х гг. издания [2, 3];

— соответствующие учебные пособия [4—6 и др.];  
— учебники и учебные пособия, рассматривающие защиту населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени средствами гражданской обороны, но не касающиеся государственной системы гражданской обороны в Российской Федерации [7—9].

Появление и превалирование учебной литературы последнего типа вполне объяснимо с точки зрения провозглашения на государственном уровне в 1980—1990-х гг. политики общечеловеческих ценностей, а соответственно, и ретуширования, отодвигания на второй план интересов национальной безопасности и обороны.

Существенное осложнение военно-политической обстановки в мире в последние годы вновь актуализировало проблему гражданской обороны. В связи с этим издание МЧС России упомянутого выше учебника [1] представляется весьма символическим. Тем более что в том же 2015 г. также под редакцией В. А. Пучкова МЧС России был издан учебник "Защита в чрезвычайных ситуациях", рассматривающий вопросы защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в мирное время. Таким образом, в учебной литературе опять же на федеральном уровне произошло четкое разграничение



понимания задач гражданской обороны (ГО) и Российской единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Это не противоречит реализуемой в стране тенденции к построению единой системы защиты населения в мирное и военное время.

Опираясь на мнения различных авторов [3, 10—12 и др.], а также на собственный преподавательский опыт в качестве методических особенностей построения и реализации учебной программы по дисциплине "Гражданская оборона", читаемой будущим учителям ОБЖ в вузе, можно выделить некоторые моменты.

**Во-первых**, в учебной программе и практике обучения студентов должны найти отражение специфика задач, функций, организационной структуры, сил и средств современной системы ГО в Российской Федерации, а именно:

— расширение перечня задач, решаемых ГО на настоящем этапе своего развития, связанное с привлечением ее сил и средств к предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в мирное время;

— расширение международного сотрудничества Российской Федерации в области гражданской обороны;

— изменение организационной структуры гражданской обороны, совершенствование ее сил и средств.

В указанных целях разработана программа по рассматриваемой дисциплине, реализуемой в рамках учебного плана Уральского государственного университета физической культуры по направлению 44.03.01 — Педагогическое образование (бакалавриат, профиль "Безопасность жизнедеятельности"). В этой программе запланировано прохождение таких тем, как:

— Чрезвычайные ситуации как следствие современных войн и вооруженных конфликтов. Гуманитарная катастрофа.

— Гражданская оборона в системе национальной безопасности Российской Федерации и Российской единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Особенности международного сотрудничества России в области гражданской обороны.

**Во-вторых**, необходимо включение в учебную программу раздела или темы, раскрывающих содержание и практику применения норм международного гуманитарного права. Формами обучения по данной теме могут быть лекция "Войны и вооруженные конфликты в контексте международного гуманитарного права" (2 часа) и семинарское занятие "Организованная защита

гражданского населения в контексте международного гуманитарного права" (2 часа). При этом на семинарское занятие целесообразно вынести следующие учебные вопросы.

1. Основные требования к обеспечению безопасности гражданского населения и гражданских объектов в ходе войн и вооруженных конфликтов.

2. Особенности осуществления международного контроля за соблюдением норм международного гуманитарного права.

3. Нюрнбергский процесс 1945—1946 годов как исторический пример закономерного наступления ответственности военных преступников за нарушение норм международного гуманитарного права.

Сказанное обусловлено имеющими место в новейшей истории многочисленными фактами пренебрежения в ходе войн и вооруженных конфликтов "законами и обычаями войны", а также активным участием представителей МЧС России в решении задач в зонах боевых действий за рубежом.

**В-третьих**, по сравнению с советским периодом при изучении дисциплины "Гражданская оборона" необходимо по-иному расставить акценты в мотивации познавательной деятельности студентов. Сейчас равноправным аргументом в пользу добросовестного изучения рассматриваемой дисциплины становится значимость соответствующих знаний, умений и навыков для выживания (обеспечения личной и коллективной безопасности) не только в условиях войны, но и в условиях чрезвычайных ситуаций мирного времени.

Наглядно подтверждают сказанное и уже упоминавшееся выше осложнение военно-политической обстановки в мире, и участвовавшие стихийные бедствия, техногенные аварии и катастрофы. Это понимают и обучаемые. Пренебрежительно высокомерное отношение к "Гражданской обороне" среди студентов в 1980-е годы (имело место даже такое неофициальное сокращение названия дисциплины, как "ГрОБ") сменилось в настоящее время на сдержанно уважительное. Так, по данным авторов, более 80 % будущих учителей ОБЖ считают необходимым овладение соответствующими знаниями, умениями и навыками. Они же указывают на понимание важности вопросов безопасности жизнедеятельности, бытующее в студенческой среде в целом.

Другими методическими приемами мотивации обучения студентов, используемыми в педагогической практике, являются:

— изучение истории создания и развития Местной противовоздушной обороны (МПВО) — ГО — Российской системы гражданской защиты (РСГЗ);

— практикоориентированный характер содержания и организации освоения учебного материала;

— реализация принципа регионоведения (краеведения), предполагающего обязательное обращение в ходе занятий к региональному (местному) контенту, а также первоочередное овладение умениями и навыками, необходимыми для обеспечения безопасности жизнедеятельности в условиях конкретного региона проживания;

— использование активных и нетрадиционных методов и форм обучения: метода анализа конкретных ситуаций, игрового метода, семинар-конференции и др.

В частности, принцип регионоведения (краеведения) реализуется в ходе лекции "Организационные основы гражданской обороны" посредством изучения особенностей структуры и функционирования ГО и РСЧС на территории Челябинской области и г. Челябинска или в ходе ряда практических занятий, проводимых в форме экскурсий на областную пожарно-техническую выставку, в Центр управления кризисными ситуациями Главного управления МЧС по Челябинской области, в поисково-спасательную службу Челябинской области и др.

**В-четвертых**, практикоориентированный характер содержания и организации освоения учебного материала важен не только с позиции мотивации обучаемых, но и с позиции компетентного подхода. Именно практика позволяет сформировать способности личности к самостоятельной деятельности. Помимо изучения на практических занятиях по дисциплине "Гражданская оборона" способов и приемов обращения с приборами радиационной и химической разведки, дозиметрического и химического контроля (что достаточно традиционно), следует рассмотреть вопросы разработки плана ГО, проведения тренировок по эвакуации, написания планов-конспектов занятий и тренировок с персоналом организации (учреждения).

При этом специфика обучения будущих учителей ОБЖ предполагает уделить особое внимание вопросам обучения и пропаганды в области гражданской обороны. Для этого студентам необходимо изучить особенности работы начальника ГО и начальника штаба ГО общеобразовательной школы, попрактиковаться в написании планов-конспектов уроков и тренировок со школьниками по соответствующим темам программы по предмету "Основы безопасности жизнедеятельности".

**В-пятых**, учитывая, что учебный материал по гражданской обороне носит преимущественно нормативно-инструктивный характер, особое значение приобретает принцип наглядности

обучения, который может быть реализован посредством:

— демонстрации видеофильмов (причем как на семинарских и практических занятиях, так и на лекциях);

— организации и проведения различного рода экскурсий;

— демонстрации технических средств ГО и индивидуальных средств защиты и освоения способов их применения;

— иллюстрации изучаемого материала на примере системы гражданской обороны региона проживания и собственного вуза.

Таким образом, построение и реализация программы учебной дисциплины "Гражданская оборона" в рамках подготовки будущих учителей ОБЖ в вузе имеют ряд методических особенностей в зависимости от места и роли дисциплины в системе учебных курсов образовательной области "Безопасность жизнедеятельности" и в соответствующем учебном плане, а также от задач, функций, содержания и организации системы гражданской обороны в Российской Федерации.

Учет данных особенностей позволит повысить эффективность учебного процесса.

#### Список литературы

1. **Гражданская оборона:** Учебник / Под общ. ред. В. А. Пучкова. — М.: ВНИИ по проблемам ГО и ЧС МЧС России, 2015. — 392 с.
2. **Агаманюк В. Г., Ширшев Л. Г., Акимов Н. И.** Гражданская оборона: учебник для вузов / Под ред. Д. И. Михайлика. — М.: Высшая школа, 1986. — 207 с.
3. **Гражданская оборона:** Учебник для студ. пед. ин-тов / Ю. В. Боровский, Г. Н. Жаворонков, Н. Д. Сердюков, Е. П. Шубин; под ред. Е. П. Шубина. — М.: Просвещение, 1991. — 223 с.
4. **Ботыгин В. И., Кисляков П. А.** Гражданская оборона: Учебное пособие. — Шуя: Издательство ШГПУ, 2011. — 265 с.
5. **Бобок С. А., Юртушкин В. И.** Чрезвычайные ситуации: защита населения и территорий: Учебное пособие. — М.: ГНОМ и Д, 2000. — 288 с.
6. **Смоленский В. К., Куприянов И. А.** Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ЧС): Учебное пособие (часть I). — СПб.: СПб. гос. архит.-строит. ун-т., 2007. — 99 с.
7. **Мастрюков Б. С.** Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2003. — 336 с.
8. **Матвеев А. В., Коваленко А. И.** Основы организации защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени: Учебное пособие / Под ред. А. В. Матвеева. — СПб.: ГУАП, 2007. — 224 с.
9. **Защита населения и территорий в ситуациях чрезвычайного характера /** Под общ. ред. М. И. Фалеева. — Калуга: Облиздат, 2001. — 480 с.
10. **Яззина Т. В., Григорьев А. И.** Теория и методика обучения безопасности жизнедеятельности: Учебное пособие. — Воронеж: ВГПУ, 2006. — 136 с.
11. **Абрамова С. В.** Теория и методика обучения и воспитания безопасности жизнедеятельности: Учебно-методическое пособие. — Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2012. — 244 с.
12. **Семенов С. Н.** Проведение занятий по гражданской обороне: методическое пособие. — М.: Высшая школа, 1990. — 96 с.



**P. I. Kostenok**, Professor, e-mail: kp1967@mail.ru, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk

## Systematic Special Features of Construction and Implementation of the Program of Training Discipline "Civil Defense" with Training of the Future Teachers of "Basics of Life Safety" in Higher School

*In the article are examined and are based the systematic special features of construction and implementation of the program of training discipline "civil defense". It is noted that the aggravation of military-political situation in the world actualized the problem of civil defense, which, in turn, required the renovation of the meaningful-organizational formulation of similar higher educational discipline. In the number systematic of the special features in question they are separated: reflection in the program of discipline of the specific character of tasks, functions, organizational structure, forces and facilities of the contemporary system of civil defense in the Russian Federation; the start in it of division or theme, which reveals the content and the practice of the application of rules of international humanitarian law; a change of the arrangement of accents in the motivation of the training activity of students; the praktikoorientirovanny nature of content and organization of the mastery of training material; strengthening the significance of the principle of clarity in the instruction.*

**Keywords:** life safety, civil defense, instruction in Higher School, the content of instruction, the organization of instruction, the future teachers of Basics of life safety, training discipline "Civil defense", the program of training discipline, the systematic special features of construction and implementation of the program of training discipline

### References

1. **Grazhdanskaja oborona:** Uchebnik / Pod obshh. red. V. A. Puchkova. Moscow: VNIH po problemam GO i ChS MChS Rossii, 2015. 392 p.
2. **Atamanjuk V. G., Shirshov L. G., Akimov N. I.** Grazhdanskaja oborona: Uchebnik dlja vuzov / Pod red. D. I. Mihajlika. Moscow: Vyssh. shkola, 1986. 207 p.
3. **Grazhdanskaja oborona:** Uchebnik / Ju. V. Borovskij, G. N. Zhavoronkov, N. D. Serdjukov, E. P. Shubin; pod red. E. P. Shubina. Moscow: Prosveshhenie, 1991. 223 p.
4. **Botygin V. I., Kisljakov P. A.** Grazhdanskaja oborona: Uchebnoe posobie. Shuja: Izdatel'stvo ShGPU, 2011. 265 p.
5. **Bobok S. A., Jurtushkin V. I.** Chrezvychajnye situacii: zashhita naselenija i territorij: Uchebnoe posobie. Moscow: GNOM i D, 2000. 288 p.
6. **Smolenskij V. K., Kuprijanov I. A.** Grazhdanskaja zashhita v chrezvychajnyh situacijah (ChS): Uchebnoe posobie (chast' 1). — Saint-Petersburg: Saint-Petersburg gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet, 2007. 99 p.
7. **Mastrjukov B. S.** Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah: Uchebnik dlja stud. vyssh. uceb. zavedenij. Moscow: Izdatel'skij centr "Akademija", 2003. 336 p.
8. **Matveev A. V., Kovalenko A. I.** Osnovy organizacii zashhity naselenija i territorij v chrezvychajnyh situacijah mirnogo i voennogo vremeni: Uchebnoe posobie / Pod red. A. V. Matveeva. Saint-Petersburg: GUAP, 2007. 224 p.
9. **Zashhita naselenija i territorij v situacijah chrezvychajnogo haraktera / Pod obshh. red. M. I. Faleeva.** Kaluga: Oblizdat, 2001. 480 p.
10. **Zjazina T. V., Grigor'ev A. I.** Teorija i metodika obuchenija bezopasnosti zhiznedejatel'nosti: Uchebnoe posobie. Voronezh: VGPU, 2006. 136 p.
11. **Abramova S. V.** Teorija i metodika obuchenija i vospitanija bezopasnosti zhiznedejatel'nosti: Uchebno-metodicheskoe posobie. Juzhno-Sahalinsk: Izd-vo SahGU, 2012. 244 p.
12. **Semenov S. N.** Provedenie zanjatij po grazhdanskoj oborone: Metodicheskoe posobie. Moscow: Vysshaja shkola, 1990. — 96 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *З. В. Наумова*

Сдано в набор 02.04.18. Подписано в печать 17.05.18. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ618.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солишнз".

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