

ISSN 1684-6435

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



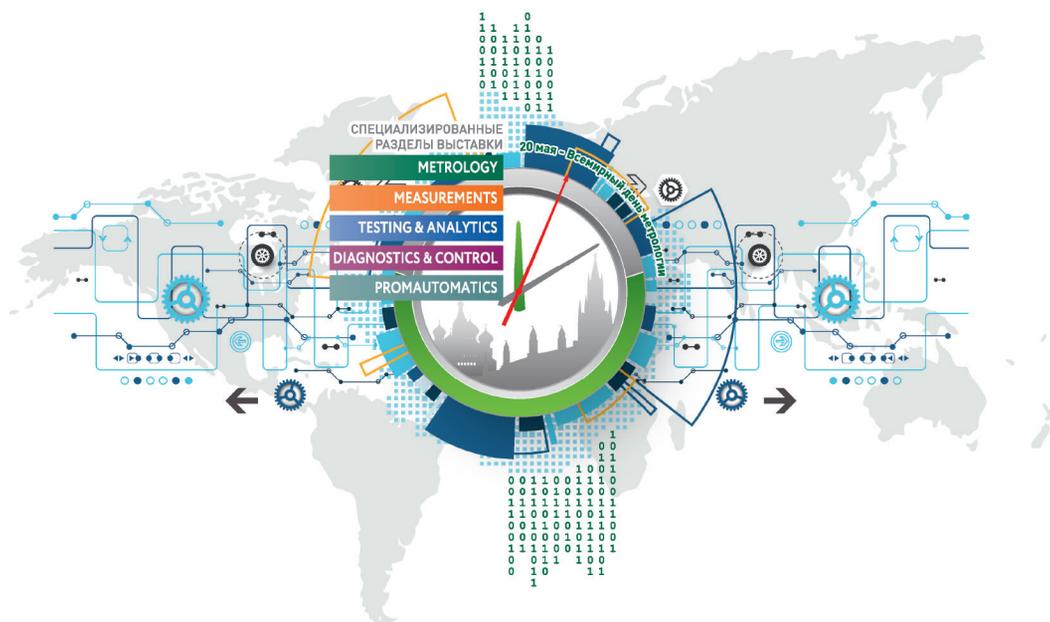
**10(238) 2020**

16-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

# MetrolExpo'2020

## ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

1–3 декабря  
Москва, ВДНХ, пав. 55



## Новый гибридный формат выставки офлайн + онлайн



**Стирает границы**

неограниченное количество участников со всего мира



**Увеличивает охват**

использование искусственного интеллекта для формирования рекомендаций и нетворкинга



**Упрощает коммуникации**

благодаря современным IT-технологиям



Платформа представлена в связке классических веб-страниц и приложения для IOS и Android.

**ОРГАНИЗАТОР:**

Выставочная компания «ВЭСТСТРОЙ ЭКСПО»

Телефон/Факс: +7 (495) 937-40-23 (многоканальный)

E-mail: metrol@expoprom.ru



[www.metrol.expoprom.ru](http://www.metrol.expoprom.ru)



# 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.  
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,  
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)  
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,  
 проф.  
 ПЛЮЩИКОВ В. Г., д.с.-х.н., проф.  
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.  
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.  
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.  
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 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.  
 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.  
 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.  
 РОДИН Г. А., д.т.н., проф.  
 СИДОРОВ А. И., д.т.н., проф.  
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.  
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.  
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

10(238)  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

<b>Шилова Е. А., Леванчук Л. А., Рябец В. В.</b> Внедрение процессного подхода к управлению охраной труда и профессиональными рисками . . . . .	3
<b>Квиткина М. В., Стасева Е. В., Сазонова А. М.</b> Анализ подходов к оценке профессиональных рисков . . . . .	8
<b>Леванчук Л. А.</b> Методические подходы к оценке условий труда работников локомотивных бригад на основе изучения риска здоровью . . . . .	13
<b>Харитоненко А. Л.</b> Априорная оценка профессионально-производственного риска здоровью промывальщиков-пропарщиков цистерн . . . . .	20
<b>Копытенкова О. И., Сорокина Е. А., Леванчук Л. А.</b> Оценка и анализ условий труда слесарей-ремонтников как основа производственно-обусловленного риска . . . . .	28

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<b>Ахтямов Р. Г., Ефременко В. В.</b> Повышение безопасности перевозки нефти и нефтепродуктов водным транспортом . . . . .	32
<b>Харламова А. В.</b> Депонирование углерода искусственными лесными экосистемами терриконов угольных шахт . . . . .	38
<b>Новикова Ю. А., Копытенкова О. И.</b> К вопросу использования онлайн-анализаторов при производственном контроле качества питьевой воды . . . . .	42
<b>Леванчук А. В., Тихонова Н. А., Новикова Ю. А.</b> Опыт формирования паспортов точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения . . . . .	47

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

<b>Ахтямов Р. Г., Аксенов С. Г., Насырова Э. С., Леонтьева М. А., Камаева Э. Д.</b> Сравнительный анализ знаков пожарной безопасности в России и Италии . . . . .	53
<b>Коваль Ю. Н.</b> Оценка токсичного действия огнетушащих пенообразователей . . . . .	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, так как он включен в Международную базу данных Chemical Abstracts. Журнал также индексируется в Российском индексе научного цитирования.



# 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.)  
ZALIKHANOV M. Ch., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Geog.), Cand. Sci. (Biol.)  
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)  
PLYUSHCHIKOV V. G.,  
Dr. Sci (Agri.-Cult.)  
PRONIN I. S., Dr. Sci (Phys.-Math.)  
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)  
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)  
USHAKOV I. B., Acad. RAS,  
Dr. Sci (Med.)  
FEDOROV M. P., Acad. RAS,  
Dr. Sci (Tech.)  
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.)  
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.)  
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.)  
RODIN G. A., Dr. Sci. (Tech.)  
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)  
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)  
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)  
SHVARTSBURG L. E.,  
Dr. Sci. (Tech.)

10(238)  
2020

## CONTENTS

### LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Shilova E. A., Levanchuk L. A., Ryabets V. V.** Implementation of a Process Approach to Occupational Health and Safety Management . . . . . 3
- Kvitkina M. V., Staseva E. V., Sazonova A. M.** Analysis of Approaches to Occupational Risk Assessment . . . . . 8
- Levanchuk L. A.** Methodological Approaches to Assessing the Working Conditions of Locomotive Crew Drivers Based on the Study of Health Risks . . . . . 13
- Kharitonenko A. L.** Apriori Assessment of Occupational and Industrial Risk to the Health of Tank Washers and Steamers . . . . . 20
- Kopytenkova O. I., Sorokina E. A., Levanchuk L. A.** Assessment and Analysis of Working Conditions of Locksman and Repairs as the Basis of Production-Conditioned Risk . . . . . 28

### ECOLOGICAL SAFETY

- Akhtyamov R. G., Efremenko V. V.** Improving the Safety of Oil Transportation by Water Transport . . . . . 31
- Kharlamova A. V.** Deposition of Carbon by Artificial Wood Ecosystems on Waste Banks Collieries . . . . . 38
- Novikova Yu. A., Kopytenkova O. I.** On the Issue of Using Online Analyzers in the Production Quality Control of Drinking Water . . . . . 42
- Levanchuk A. V., Tikhonova N. A., Novikova Yu. A.** Modern Approach to the Choice of Water Treatment Technologies taking into Account the Methodology for Assessing the Risk to Public Health . . . . . 47

### FIRE SAFETY

- Akhtyamov R. G., Aksenov S. G., Nasyrova E. S., Leonteva M. A., Kamaeva E. D.** Comparative Analysis of Safety Signs in Russia and Italy . . . . . 53
- Koval Yu. N.** Assessment of the Toxic Effect of Fire Extinguishing Foaming Agents . . 61

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

УДК 331.456.202012

**Е. А. Шилова**, канд. мед. наук, доц., e-mail: shilova.pgups@yandex.ru,  
**Л. А. Леванчук**, инж. испытательного центра, **В. В. Рябец**, инж. кафедры,  
Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

## Внедрение процессного подхода к управлению охраной труда и профессиональными рисками

*Представлены и проанализированы принципиальные отличия нового международного стандарта ISO 45001:2018 от предыдущих стандартов менеджмента охраной труда, производственными и профессиональными рисками. Рассмотрены особенности процессного подхода к оценке и управлению рисками. Обозначена роль социального диалога для решения задач обеспечения охраны здоровья и безопасности труда.*

**Ключевые слова:** стандарт ISO 45001:2018, процессный подход, социальный диалог

### Введение

Опубликованный в марте 2018 г. новый стандарт ISO 45001:2018 Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Требования и руководство по их применению (*ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use*) [1] — первый международный стандарт по системе охраны труда и производственной безопасности, обобщающий наиболее эффективные современные практики. Этот стандарт впоследствии должен заменить стандарт OHSAS 18001:2007 Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования (OHSAS 18001:2007 Occupational health and safety management systems. Requirements [2]).

Ознакомиться со стандартом ISO 45001:2018 можно на официальных сайтах разработчиков — Международной организации по стандартизации (ISO) [1]. В настоящее время официальной публикации на русском языке, утвержденной Росстандартом, нет, но уже имеются переводы с комментариями специалистов, которые дают представление о его содержании [3, 4].

Новый стандарт разработан в целях создания основы для повышения уровня безопасности сотрудников, снижения профессиональных и производственных рисков, созданию лучших, безопасных условий труда. Он

соответствует другим системным подходам к управлению, стандартам ISO, в частности ИСО 14001:2015 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению (ISO 14001:2015 Environmental management systems. Requirements with guidance for use) и ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования (ISO 9001:2015 Quality management systems. Requirements) [5]. Структурно стандарт ISO 45001:2018 основан на общих элементах систем менеджмента ISO и использует модель PDCA (Plan-Do-Check-Act: планирование-действие-проверка-корректировка) цикла Шухарта—Деминга.

В нем учтены различные международные и ряд национальных стандартов, таких как OHSAS 18001:2007 [2], Руководство ILO-OSH—2001 Международной организации труда, а также конвенции МОТ [6]. Поэтому новый стандарт легко интегрируется с другими стандартами системы менеджмента ISO, обеспечивая высокий уровень их совместимости [7].

Предполагается замена британского стандарта OHSAS 18001:2007 новым стандартом в течение трех лет. Для оказания помощи сертифицированным организациям, органам аккредитации и другим заинтересованным сторонам можно пользоваться рекомендациями Международного форума по аккредитации (IFA — International Accreditation Forum) [8].



## Процесный подход к оценке и управлению рисками

По сравнению с предшествующими, действующими стандартами по управлению рисками новый стандарт имеет ряд отличий, одним из которых является стратегия процесного подхода к управлению в организации, включая оценку и управление рисками, в том числе и профессиональными рисками.

Требования стандарта OHSAS 18001:2007 основаны на процедурном подходе к управлению, базирующимся на выполнении установленных процедур, которые должны выполняться. Однако какими бы проработанными и обоснованными не были процедуры, они не охватывали все факторы, которые бы влияли на безопасность труда. В то же время новый стандарт ISO 45001:2018 устанавливает процесный, риск-ориентированный подход, дающий максимальный охват всех факторов, влияющих на условия труда, на особенности производственных факторов и профессиональных рисков. В чем существенная разница между процедурным подходом, заложенным в стандарте OHSAS 18001:2007, и процесным подходом стандарта ISO 45001:2018?

Процедурный подход в контексте безопасности труда и управления рисками подразумевает следование определенному регламенту. При этом процедурный подход нельзя рассматривать как подход, основанный на оценке риска. Скорее это инструкция, касающаяся определенного рабочего места, в то время как процесный подход охватывает более широкий спектр опасных факторов, определяющий производственные риски. Например, это может быть человеческий фактор, который невозможно описать какой-либо процедурой. Также процедурный подход не позволяет описать в полном объеме и факторы риска, привносимые сторонними организациями, выполняющими подрядные работы со своим оборудованием, инструментами, сотрудниками. На самом же предприятии, в одно и то же время могут присутствовать в деятельности работника не только риски, непосредственно связанные с его профессиональными обязанностями, но и опасности, сопутствующие производственным процесам — как-то перемещение по территории и помещениям, ремонтные работы, другие обстоятельства, не управляемые посредством инструментов процедурного подхода. Процесный

подход, заложенный в стандарте ISO 45001:2018, позволяет оценить не только собственно опасность от производимой работы, но и риски от всех влияющих факторов.

Следует отметить, что внедрение процесного подхода в стандарты управления имеет достаточно продолжительную историю, что позволило убедиться в его практической эффективности. Так впервые он был прописан в стандарте ISO 9001 версии 2000 г. Далее, начиная с 2015 г., тот же принцип органично был вписан в другие стандарты системы менеджмента, поскольку все они постепенно приводятся к единой структуре.

Суть процесного подхода — это управление деятельностью организации как процесом, нацеленным на достижение определенного результата. Организация при этом представляется как система взаимосвязанных и согласованных между собой процесов, с помощью которых достигаются поставленные цели [9, 10].

Само понятие "процес" в системе управления, согласно стандартам ISO — это набор действий, в результате которых "входы" преобразуются в "выходы" (результаты деятельности). И входы, и выходы процесов могут быть как материальными (сырье, комплектующие), так и нематериальными (данные, знания). Преобразование входов в выходы возможно благодаря имеющимся ресурсам (человеческим, инфраструктурным, технологическим и т. п.).

Управление процесом осуществляется посредством цикла Шухарта—Деминга (PDCA):

- **Plan** (Планируй) — Для каждого процесов устанавливаются цели и составляется план действий (как достичь этих целей).
- **Do** (Выполняй) — План действий по каждому процесу должен выполняться и контролироваться.
- **Check** (Проверяй) — Процессы и их результативность должны отслеживаться и измеряться.
- **Act** (Улучшай) — По результатам измерений необходимо предпринимать действия для улучшения процесов.

Мировая и отечественная практика показывает, что "горизонтальное" управление по процессам делает работу организации более эффективной и результативной, ею легче управлять.

Опыт показывает также, что полноценное применение процесного подхода дает ощутимый эффект в виде сокращения производственных и управленческих затрат благодаря уменьшению

сбоев при взаимодействии между структурными подразделениями, а также между работниками внутри подразделений. Иными словами, это еще один инструмент, который помогает организации достигать поставленных целей с меньшими потерями.

Почему же внедрение процессного подхода при таких очевидных выгодах может стопориться на предприятии? Можно назвать две основные причины:

- непонимание преимуществ процессного подхода;
- неумение управлять процессами, ведь процесс затрагивает несколько подразделений, при этом владелец процесса, как правило, является руководителем только одного из них.

Одним из действенных механизмов решения этих проблем могло бы стать расширение социального диалога между всеми заинтересованными сторонами.

#### **Социальный диалог — важнейший элемент стандарта ISO 45001:2018**

Еще одной особенностью стандарта ISO 45001:2018 является прописанный и обязательный элемент — социальный диалог между всеми заинтересованными сторонами. Это существенное отличие от стандарта OHSAS 18001:2007, где система управления строится с позиции иерархического, функционального подхода, когда руководство утверждает положения системы управления охраной труда. Многие организации исторически придерживаются такого подхода к управлению, который основан на организационной структуре. Этот подход применялся еще в эпоху разделения труда, когда разные работы стали выполняться разными людьми ("специалистами"), и каждая категория работников отвечала за свою "функцию".

В стандарте ISO 45001:2018 расширены требования осуществления социального диалога в порядке участия и консультации с работниками при принятии каждого положения системы управления охраной труда (п. 5.4). Также уделяется больше внимания механизмам коммуникаций (п. 7.4), усиливается внимание к потребностям и ожиданиям работников всех заинтересованных сторон (гл. 4.2). Система управления охраной труда строится с учетом этих потребностей. К ключевым особенностям стандарта

ISO 45001:2018 относится и менеджмент рисков и возможностей (пп. 6.1.1, 6.1.2.3, 6.1.4), содержащий требования к тому, чтобы заинтересованные стороны понимали риски и возможности, влияющие на результативность охраны труда, а также участвовали в разработке и совершенствовании системы управления охраной труда. В определенной степени это позволит осуществлять управление человеческим фактором, что в свою очередь снизит уровень производственных и профессиональных рисков [11].

Управление внешними факторами рисков в стандарте ISO 45001:2018 также расширено по сравнению со стандартом OHSAS 18001:2007, что отражено в требованиях к работе с подрядными организациями и аутсорсингом, прописанных в п. 8.1.4 стандарта ISO 45001:2018. В связи с этим в стандарте ISO делается акцент на понятии "контекста организации". В соответствии с новым стандартом ISO 45001:2018 организациям придется выходить за рамки своих проблем в области охраны здоровья и безопасности и учитывать ожидания общества в вопросах охраны здоровья и безопасности. Сертификация стандарта ISO 45001:2018 требует включения аспектов охраны здоровья и безопасности в общую систему управления организацией, что позволяет высшему руководству играть более активную роль в отношении системы управления охраной труда и профессиональной безопасности. При этом стандарт ISO 45001:2018 фокусируется на выявлении и контроле рисков, а не на опасностях, как это требовал OHSAS 18001:2007.

Стандарт ISO 45001:2018 требует от организаций учитывать, как поставщики и подрядчики управляют своими рисками. Из прочих инноваций следует отметить, что в нем появились новые определения терминов, таких как мониторинг, измерение, эффективность, эффективность и процесс управления охраной труда и профессиональной безопасности. Кроме того, в стандарте ISO 45001:2018 термины "документ" и "запись", регламентируемые OHSAS 18001:2007, заменены термином "документированная информация". В новом стандарте указывается, что документированная информация должна поддерживаться в той степени, в которой это необходимо для обеспечения уверенности в том, что процессы были выполнены так, как запланировано.



Вместе с тем, несмотря на отмеченные изменения, общая цель стандарта ISO 45001:2018 остается такой же, как и стандарта OHSAS 18001:2007 — снижение неприемлемых рисков и обеспечение безопасности и благополучия всех, кто участвует в деятельности организации.

### Заключение

Новый международный стандарт ISO 45001:2018 определяет процессный, более динамичный подход к формированию системы управления охраной труда на предприятии, рассматривающий как риски, так и возможности, активизирующий социальный диалог, учитывающий мнение заинтересованных сторон, усиливающий внимание к постановке целей как инструментов улучшения (пп. 6.2.1, 6.2.2), а также к оценке результатов (п. 9.1.1).

Ожидаемым результатом функционирования системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда является предотвращение травм и ущерба для здоровья сотрудников, а также обеспечение безопасных в плане здоровья и условий труда рабочих мест. Поэтому весьма важно для любой организации исключить или минимизировать риски за счет принятия превентивных мер. Собственно, это и есть главная цель разработки и дальнейшего применения стандартов менеджмента. Польза стандартов заключается в том, что в них заложены механизмы управления рисками через управление процессами, через риск-ориентированный подход к управлению в целом и системный подход к постоянному улучшению, что позволяет использовать стандарты как инструмент управления рисками [12–14].

Организации, внедряющие международные стандарты, получают определенные преимущества. Прежде всего, они получают хорошую имиджевую составляющую, позволяющую выходить на более широкие рынки в своей отрасли. Ведь несмотря на то что внедрение стандартов менеджмента осуществляется на добровольной основе, все чаще потенциальные партнеры предъявляют требования к тому, чтобы системы менеджмента существовали, а также были бы сертифицированы или проверены признанными экспертами.

### Список литературы

1. **ISO 45001:2018(E)**. Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/04/ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf> (дата обращения 04.01.2020).
2. **OHSAS 18001:2007**. Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Требования. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2013/12/OHSAS-18001-2007-.pdf> (дата обращения 04.01.2020).
3. **Качалов В. А.** Перевод стандарта ISO 45001:2018. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/04/ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf> (дата обращения 04.01.2020).
4. **Качалов В. А.** Псевдорусский перевод стандарта ISO 45001:2018 // Методы менеджмента качества. — 2019. — № 4. — С. 44–48.
5. **ISO 9001:2015**. Системы менеджмента качества. Требования. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2015/12/ISO-9001-2015.pdf> (дата обращения 04.01.2020).
6. **ILO-OSH—2001**. Руководство по системам управления охраной труда. URL: [http://www.medprofsouz.ru/media/userfiles/files/mot\\_sout\\_2001.pdf](http://www.medprofsouz.ru/media/userfiles/files/mot_sout_2001.pdf) (дата обращения 04.01.2020).
7. **Ткаченко В. А.** О международном стандарте ISO 45001:2018 // Безопасность труда в промышленности. — 2018. — № 5. — С. 39–43. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-5-39-43.
8. **ISO Guide 83:2011**. High Level Structure and Identical Text for Management System Standards and Common Core Management System Terms and Definitions. URL: [https://publicsp.ansi.org/shared%20documents/News%20and%20Publications/Links%20Within%20Stories/Draft\\_ISO\\_Guide\\_83.pdf](https://publicsp.ansi.org/shared%20documents/News%20and%20Publications/Links%20Within%20Stories/Draft_ISO_Guide_83.pdf) (дата обращения 04.01.2020).
9. **Федорев А. Г.** Применение современной методологии риск-менеджмента в системах менеджмента безопасности труда и охраны здоровья // Безопасность и охрана труда. — 2018. — № 1. — С. 1–10.
10. **Филимонов В. А., Горина Л. Н.** Разработка и внедрение систем менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда и менеджмента риска в организации на основе процессного подхода // Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 11. — С. 68–80.
11. **Филимонов В. А.** Разработка и внедрение системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда на основе международного стандарта ISO 45001:2018 // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 4. — С. 58–67.
12. **Завьялов А. М., Долгополов С. В., Новикова Ю. В.** О путях использования процессного подхода в оценке и управления профессиональными рисками // Проблемы безопасности Российского общества. — 2019. — № 3. — С. 8–15.
13. **Segatto M., Padua S. I., Martinelli D. P.** Business process management: a systemic approach? // Business Process Management Journal. — 2013. — № 19 (4). — P. 698–714.
14. **Копытенкова О. И., Попова И. А.** Становление и значение института охраны труда для формирования отрасли трудового права // В сборнике: Августин Бетанкур: от традиций к будущему инженерного образования. Материалы международной научно-практической конференции. — 2018. — С. 104–108.

**E. A. Shilova**, Associate Professor, e-mail: shilova.pgups@yandex.ru,  
**L. A. Levanchuk**, Test Center Engineer, **V. V. Ryabets**, Engineer of Department,  
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## Implementation of a Process Approach to Occupational Health and Safety Management

*The article presents and analyzes the fundamental differences between the new international standard ISO 45001:2018 and previous standards for occupational health, safety and occupational risks management. The features of the process approach to risk assessment and management are considered. The role of social dialogue for solving the problems of occupational health and safety is outlined.*

**Keywords:** ISO 45001:2018 standard, process approach, social dialogue

### References

1. **ISO 45001:2018.** Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/04/ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf> (date of access 04.01.2020).
2. **OHSAS 18001:2007.** Sistemy menedzhmenta ohrany zdorovya i obespecheniya bezopasnosti truda. Trebovaniya. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2013/12/OHSAS-18001-2007-.pdf> (date of access 04.01.2020).
3. **Kachalov V. A.** Perevod standart ISO 45001:2018 <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2018/04/ISO-45001-2018-perevod-ot-31-03-2018.pdf> (date of access 04.01.2020).
4. **Kachalov V. A.** Pseudorusskij perevod standart ISO 45001:2018. *Metody menedzhmenta kachestva*. 2019. No. 4. P. 44–48.
5. **ISO 9001:2015.** Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. URL: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2015/12/ISO-9001-2015.pdf> (date of access 04.01.2020).
6. **ILO-OSH—2001.** Rukovodstvo po sistemam upravleniya ohranoj truda. URL: [http://www.medprofsouz.ru/media/userfiles/files/mot\\_sout\\_2001.pdf](http://www.medprofsouz.ru/media/userfiles/files/mot_sout_2001.pdf) (date of access 04.01.2020).
7. **Tkachenko V. A.** O mezhdunarodnom standarte ISO 45001:2018. *Bezopasnost truda v promyshlennosti*. 2018. No. 5. P. 39–43.
8. **ISO Guide 83:2011.** High Level Structure and Identical Text for Management System Standards and Common Core Management System Terms and Definitions. URL: [https://publicsp.ansi.org/shared%20documents/News%20and%20Publications/Links%20Within%20Stories/Draft\\_ISO\\_Guide\\_83.pdf](https://publicsp.ansi.org/shared%20documents/News%20and%20Publications/Links%20Within%20Stories/Draft_ISO_Guide_83.pdf) (date of access 04.01.2020).
9. **Fedorecz A. G.** Primenenie sovremennoj metodologii risk-menedzhmenta v sistemax menedzhmenta bezopasnosti truda i ohrany` zdorovya. *Bezopasnost i ohrana truda*. 2018. No. 1. P. 1—10.
10. **Filimonov V. A., Gorina L. N.** Razrabotka i vnedrenie sistem menedzhmenta ohrany zdorovya i obespecheniya bezopasnosti truda i menedzhmenta riska v organizacii na osnove processnogo podhoda. *Bezopasnost truda v promyshlennosti*. 2019. No. 11. P. 68—80.
11. **Filimonov V. A.** Razrabotka i vnedrenie sistemy menedzhmenta ohrany zdorovya i obespecheniya bezopasnosti truda na osnove mezhdunarodnogo standart ISO 45001:2018. *Bezopasnost truda v promyshlennosti*. 2020. No. 4. P. 58—67.
12. **Zavyalov A. M., Dolgopolov S. V., Novikova Yu. V.** O putyax ispolzovaniya processnogo podhoda v ocenke i upravleniya professionalnymi riskami. *Problemy bezopasnosti Rossijskogo obshhestva*. 2019. No. 3. P. 8—15.
13. **Segatto M., Padua S. I., Martinelli D. P.** Business process management: a systemic approach? *Business Process Management Journal*. 2013. No. 19 (4). P. 698—714.
14. **Kopytenkova O. I., Popova I. A.** Stanovlenie i znachenie instituta ohrany truda dlya formirovaniya otrasli trudovogo prava. *V sbornike: Avgustin Betankur: ot tradicij k budushemu inzhenernogo obrazovaniya. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. 2018. P. 104—108.

### Информация

Настоящий номер журнала подготовлен в основном учеными и специалистами  
Петербургского государственного университета путей сообщения Императора  
Александра I.



УДК 331.438

**М. В. Квиткина**, доц. кафедры, **Е. В. Стасева**, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры, Донской государственной технической университет,  
**А. М. Сазонова**, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: amm\_2005@mail.ru,  
Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

## Анализ подходов к оценке профессиональных рисков

*Проведен анализ различных подходов к оценке профессиональных рисков. Рассмотрены основные характеристики существующих подходов. Определен наилучший метод оценки профессиональных рисков на основании проведенного анализа из рассмотренных четырех методов оценки. Для каждого метода выбран основной принцип установления уровня риска, определены преимущества и недостатки существующих методов оценок. Проведен сравнительный анализ основных характеристик методов. Сформирована таблица по результатам исследования, с помощью которой можно подобрать наиболее приемлемый метод оценки профессиональных рисков для конкретных условий.*

**Ключевые слова:** профессиональный риск, оценка профессиональных рисков, управление профессиональными рисками, методы оценки профессиональных рисков, сравнительный анализ, условия труда, оценка условий труда, система управления охраной труда, правовые основы охраны труда, страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний

### Введение

Система управления охраной труда (СУОТ) обеспечивает управление рисками в области безопасности труда и является частью общей системы управления организации. Процедура оценки профессиональных рисков является одним из ключевых элементов СУОТ на предприятии. Однако с момента появления Типового положения о СУОТ [1] обязательность проведения оценки профессиональных рисков и управления профессиональными рисками активно оспаривалась: даже суды не могли выработать однозначную позицию. Но с появлением Приказа Роструда от 21.03.2019 № 77 "Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда" [2], регламентирующего процедуру проведения проверок работодателей на предмет создания и обеспечения функционирования СУОТ, дискуссии быстро прекратились.

### Постановка задачи

Для организации управления профессиональными рисками на предприятии работодателю необходимо выполнить основные действия по этапам: 1) выявление опасностей на рабочих местах; 2) оценка уровней профессиональных рисков; 3) разработка комплекса мероприятий по

снижению существующих уровней профессиональных рисков.

Если этапы 1 — выявление опасностей на рабочих местах и 3 — разработка комплекса мероприятий по снижению существующих уровней профессиональных рисков достаточно раскрыты в типовом положении [1], то с проведением оценки уровней профессиональных рисков (этап 2) более сложная ситуация. Согласно документу [1] работодатель может самостоятельно выбирать методы оценки профессиональных рисков, более того для различных технологических процессов они могут быть разными. Вследствие этого возникает проблема, связанная с рациональным выбором метода оценки профессиональных рисков для конкретных условий.

### Результаты исследования

Вероятностный метод оценки профессиональных рисков можно считать одним из самых популярных, который содержит оценку возникновения той или иной опасности и расчет пути развития событий. Главные трудности использования данного метода связаны с недостатком сведений по фактическим случаям травматизма и принесенному ущербу. Кроме того, при проведении упрощенных расчетов имеется возможность потери ряда опасностей, которые не всегда характерны, но могут нанести серьезный урон.

Вероятность таких ситуаций очень часто может возникнуть в строительной отрасли, где наиболее часто встречаются нестационарные рабочие места. Несмотря на минусы, данный метод считается одним из наиболее часто используемых в процессе работы.

На основе вероятностного метода разработано достаточно большое число вариаций, которые можно разделить на следующие группы [3—5]:

— статистические (Марковский анализ; моделирование методом Монте-Карло; Байесовский анализ);

— теоретико-вероятностные (матрица последствий и вероятностей; структурированный анализ сценариев методом "что, если?"; метод Файн-Кинни; метод трехуровневой шкалы ущерба);

— эвристические, основанные на использовании субъективных вероятностей, получаемых с помощью экспертного оценивания.

Часто используемым методом оценки профессиональных рисков является метод Файн-Кинни. Применяемый в этом методе подход основан на произведении степени подверженности работника воздействию вредного фактора на рабочем месте, вероятности возникновения угрозы на рабочем месте и последствий для здоровья и/или безопасности работников в том случае, если угроза осуществится.

Метод обладает рядом преимуществ: элементарность расчетов; возможность участия работников в процессе идентификации опасностей и непосредственно в оценке рисков; наглядность полученных данных. К недостаткам метода следует отнести наличие субъективности при проведении оценки.

Матричный метод оценки профессиональных рисков является одним из наиболее распространенных методов. Он позволяет наглядно показать процесс совокупного оценивания степени риска, которая определяется как пересечение тяжести последствий и вероятности возникновения риска [6]. Матрица может быть определена в каждом конкретном случае своя: это касается количества строк, столбцов, формата. Также зоны возможных степеней рисков выделяют цветовым идентификатором (как правило, это цвет: зеленый, желтый, красный). Это позволяет наглядно показать самые проблемные участки. Входными данными для матрицы являются независимо выполненные оценки по шкалам значимости последствий воздействия опасностей и возможности реализации риска.

Матричный метод обладает следующими преимуществами: простота и доступность; возможность

выделения двух крайних зон риска — больших и малых степеней вероятности и степени значимости (тяжести) и тем самым автоматического выявления и средней зоны риска, очень сложной для однозначной оценки, называемой в международной практике зоной ALARP (as low as reasonably practicable). Несмотря на простоту настоящего метода, такая оценка обладает очень низкой объективностью. Повысить этот показатель можно, но при условии привлечения экспертов сторонних организаций.

Одним из методов количественной оценки профессиональных рисков является метод (система) Элмери, разработанная в Финляндии. В данной системе уровень рисков в подразделении и на предприятии оценивается по так называемому индексу безопасности (индексу Элмери):

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{пункты "хорошо"}}{\text{пункты "хорошо"} + \text{пункты "плохо"}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где пункты "хорошо" — пункты, соответствующие требованиям безопасности; пункты "плохо" — пункты, не соответствующие требованиям безопасности.

Объектами анализа метода Элмери являются основные составляющие охраны труда: соблюдение правил безопасности; использование средств индивидуальной защиты; состояние производственных помещений и рабочих мест; состояние производственного оборудования и основного инструмента.

Однако из-за того что все факторы, оказывающие влияние на безопасность труда, принимаются равнозначными, итоговое значение индекса безопасности сложно использовать в качестве основы для формирования группы мероприятий по управлению риском, так как невозможно определить, какой именно фактор или факторы явились основной причиной повышенного риска на рабочем месте.

Преимуществом рассматриваемого метода является простота расчетов, недостатками — отсутствие возможности учета всех опасностей на рабочем месте; трудности с оценкой значимости выявленного риска; отсутствие возможности разработки конкретных мероприятий, в зависимости от уровня риска.

Широко применим метод трехуровневой шкалы ущерба, описанный в ГОСТ Р 12.0.010—2009 [3]. Подход заключен в следующем: путем анализа технической документации, результатов специальной



### Сравнительный анализ характеристик методов оценки профессиональных рисков

Метод оценки профессиональных рисков	Уровень значимости характеристик		
	Финансовые затраты	Сложность расчетов	Неопределенность результатов
Метод Файн-Кинни	Низкий	Низкий	Средний
Матричный метод	Средний*	Средний	Средний
Метод Элмери	Низкий	Низкий	Высокий
Метод трехуровневой шкалы ущерба	Средний*	Средний	Низкий

\* При условии привлечения сторонних экспертов.

оценки условий труда, отчетов о несчастных случаях и травматизме идентифицируются опасности и определяются их возможные последствия. Каждой из определенных опасностей присваивается определенный ущерб и соответствующий ему коэффициент. После проведения всех необходимых расчетов оценивают значимость риска исходя из установленной трехуровневой шкалы ущерба [7–9].

Этот метод имеет достаточно объемные расчеты и охватывает наиболее полный спектр опасностей, характерных для конкретного рабочего места. Это несомненное преимущество метода. К минусам данного метода можно отнести субъективность при проведении оценки, но ее можно снизить путем создания комиссии, включая независимых экспертов.

Для проведения анализа описанных выше методов оценки профессиональных рисков будем учитывать следующие их характеристики: финансовые затраты, сложность расчетов, неопределенность результатов.

Значимость характеристик будет оценена по шкале: низкий уровень, средний уровень, высокий уровень.

Для обобщения и наглядности полученные результаты проведенного анализа сведены в таблицу.

### Заключение

В ходе анализа подходов к оценке профессиональных рисков были рассмотрены четыре метода, для каждого из которых раскрыт основной принцип определения уровня риска и определены их плюсы и минусы. Для наиболее рационального выбора метода были сформированы основные характеристики методов с целью проведения сравнительного анализа. По результатам, представленным в таблице, можно подобрать наиболее

приемлемый метод оценки профессиональных рисков для конкретной ситуации. Стоит отметить, что, как правило, лучшим выбором будет тот метод, который обладает самой низкой неопределенностью итогового результата.

Таким образом, для более объективной оценки самый приемлемый метод — метод трехуровневой шкалы ущерба. Тем более что характеристику "финансовые затраты" работодатель всегда может снизить путем исключения сторонних экспертов и проведения дополнительного обучения и повышения квалификации собственных специалистов. А это, в свою очередь, даст дополнительные плюсы в правильной организации СУОТ на предприятии и повысит шансы в достижении уровня безопасных условий труда на рабочих местах.

Управление профессиональными рисками и, непосредственно, этап оценки рисков, должны быть основополагающими элементами при создании СУОТ на предприятиях различной направленности [10–14]. Ведь следует помнить, что результаты проведенной оценки профессиональных рисков закладываются в основу формирующейся в Российской Федерации системы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [15].

### Список литературы

1. **Приказ** Министерства труда и социальной защиты РФ от 19.08.2016 № 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда".
2. **Приказ** Министерства труда и социальной защиты РФ от 21.03.2019 № 77 "Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда".
3. **ГОСТ Р 12.0.010—2009.** Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

4. **Стасева Е. В., Пушенко С. Л.** Основы методического подхода к совершенствованию организации охраны труда в строительстве на основе системы управления рисками // Инженерный вестник Дона. — 2012. — № 4-1 (22). — С. 165.
5. **Стасева Е. В., Пушенко С. Л.** Организация управления охраной труда в контексте анализа оценки степени риска // Научное обозрение. — 2012. — № 6. — С. 180—182.
6. **Стасева Е. В., Пушенко С. Л.** Материалы специальной оценки условий труда как основа для профилактической работы по защите человека на производстве // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. — 2016. — № 46 (65). — С. 110—117.
7. **Sazonova A., Kopytenkova O., Staseva E.** Risk of pathologies when exposed to fine dust in the construction industry // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction — The Formation of Living Environment. 2018. С. 32—39.
8. **Буланова А. В., Пушенко С. Л., Стасева Е. В.** Значение оценки профессиональных рисков в системе управления охраной труда // Безопасность техногенных и природных систем. — 2019. — № 1 (4). — С. 2—7.
9. **Вельченко А. А., Квиткина М. В.** Комплексный подход к оценке состояния охраны труда на основе интегральных показателей // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2018. — № 2 (43). — С. 26—28.
10. **Копытенкова О. И., Шилова Е. А., Сазонова А. М., Слюсарева О. В.** Комплексный подход к проблеме оценки биологического фактора // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96. — № 7. — С. 610—614.
11. **Стасева Е. В., Сазонова А. М., Цыгульский И. О.** Профилактика травматизма на основе комплексной оценки профессиональных рисков строителей // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. — 2018. — № 2. — С. 11—13.
12. **Стасева Е. В., Сазонова А. М.** Результаты специальной оценки условий труда в основе оценки профессионального риска // Кадровик. — 2018. — № 12. — С. 88—91.
13. **Валеева Э. Т., Галимова Р. Р., Копытенкова О. И., Дистанова А. А.** Обоснование подходов к профилактике профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний у работников в производстве и использовании искусственных минеральных волокон. Санитарный врач. — 2020. — № 1. — С. 32—40.
14. **Копытенкова О. И., Турсунов З. Ш., Леванчук А. В.** Использование методологии оценки риска здоровью для гигиенической характеристики условий труда в строительной отрасли // В сборнике: Здоровье и безопасность на рабочем месте. Материалы III международного научно-практического форума. Республиканский центр охраны труда министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь. — 2019. — С. 152—156.
15. **Квиткина М. В., Турянская Е. И., Стасев А. И.** Оценка риска влияния условий труда в дорожном строительстве // Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения. Материалы V межрегиональной научно-практической конференции. Волгоград. — 2018. — С. 236—241.

**M. V. Kvitkina**, Associate Professor, **E. V. Staseva**, Associate Professor, Don State Technical University, **A. M. Sazonova**, Associate Professor, e-mail: amm\_2005@mail.ru, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## Analysis of Approaches to Occupational Risk Assessment

*The purpose of the research is to analyze various approaches to occupational risk assessment. The scientific task that was solved in the course of the study was to analyze and compare the main characteristics of existing approaches to occupational risk assessment. The result of the research is to determine the best method for occupational risk assessment based on the analysis. During the analysis of approaches to approaches to occupational risk assessment four methods were considered. For each method the basic principle of determining the risk level is considered and the advantages and disadvantages of existing assessment methods are identified. The main characteristics of the methods were proposed and their comparative analysis was carried out. For a quick and rational search for the necessary method a table was formed based on the results of the study. It can be used to select the most appropriate method for occupational risk assessment for specific conditions.*

**Keywords:** occupational risk, occupational risk assessment, occupational risk management, methods of occupational risk assessment, comparative analysis, labour conditions, labour conditions assessment, HSE management system, legal basis of labor safety, occupational injury and disease insurance

### References

1. **Приказ** Министерства труда и социальной защиты РФ от 19.08.2016 N 438н "Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда".
2. **Приказ** Министерства труда и социальной защиты РФ от 21.03.2019 N 77 "Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда".
3. **GOST R 12.0.010—2009.** Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.



4. **Staseva E. V., Pushenko S. L.** Osnovy metodicheskogo podhoda k sovershenstvovaniyu organizacii ohrany truda v stroitel'stve na osnove sistemy upravleniya riskami. *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2012. No. 4-1 (22). P. 165.
5. **Staseva E. V., Pushenko S. L.** Organizaciya upravleniya ohranoy truda v kontekste analiza ocenki stepeni riska. *Nauchnoe obozrenie*. 2012. No. 6. P. 180–182.
6. **Staseva E. V., Pushenko S. L.** Materialy special'noj ocenki uslovij truda kak osnova dlya profilakticheskoy raboty po zashchite cheloveka na proizvodstve. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Ser.: Stroitel'stvo i arhitektura*. 2016. No. 46 (65). P. 110–117.
7. **Sazonova A., Kopytenkova O., Staseva E.** Risk of pathologies when exposed to fine dust in the construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction — The Formation of Living Environment*. 2018. P. 32–39.
8. **Bulanova A. V., Pushenko S. L., Staseva E. V.** Znachenie ocenki professional'nyh riskov v sisteme upravleniya ohranoy truda. *Bezopasnost' tekhnogennyh i prirodnyh sistem*. 2019. No. 1 (4). P. 2–7.
9. **Vel'chenko A. A., Kvitkina M. V.** Kompleksnyj podhod k ocenke sostoyaniya ohrany truda na osnove integral'nyh pokazatelej. *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya*. 2018. No. 2 (43). P. 26–28.
10. **Kopytenkova O. I., Shilova E. A., Sazonova A. M., Slyusareva O. V.** Kompleksnyj podhod k probleme ocenki biologicheskogo faktora. *Gigiena i sanitariya*. 2017. Vol. 96. No. 7. P. 610–614.
11. **Staseva E. V., Sazonova A. M., Cygul'skij I. O.** Profilaktika travmatizma na osnove kompleksnoj ocenki professional'nyh riskov stroitelej. *Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya*. 2018. No. 2. P. 11–13.
12. **Staseva E. V., Sazonova A. M.** Rezul'taty special'noj ocenki uslovij truda v osnove ocenki professional'nogo riska. *Kadrovik*. 2018. No. 12. P. 88–91.
13. **Valeeva E. T., Galimova R. R., Kopytenkova O. I., Distanova A. A.** Obosnovanie podходов k profilaktike professional'nyh i professionalno obuslovlennyh zabolevanij u rabotnikov v proizvodstve i ispolzovanii iskusstvennyh mineralnyh volokon. *Sanitarnyj vrach*. 2020. No. 1. P. 32–40.
14. **Kopytenkova O. I., Tursunov Z. Sh., Levanchuk A. V.** Ispolzovanie metodologii ocenki riska zdorov'yu dlya gigienicheskoj karakteristiki uslovij truda v stroitel'noj otrasli. *V sbornike: Zdorov'e i bezopasnost na rabochem meste Materialy III mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma. Respublikanskij centr ohrany truda ministerstva truda i social'noj zashhity Respubliki Belarus*. 2019. P. 152–156.
15. **Kvitkina M. V., Turyanskaya E. I., Stasev A. I.** Ocenka riska vliyaniya uslovij truda v dorozhnom stroitel'stve. *Nauchnye osnovy sozdaniya i realizacii sovremennyh tekhnologij zdorov'esberezheniya. Materialy V mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii*. 2018. P. 236–241.

## Информация

### **Продолжается подписка на журнал "Безопасность жизнедеятельности" на первое полугодие 2021 г.**

Оформить подписку можно в любом почтовом отделении,  
через подписные агентства или непосредственно в редакции журнала

**Подписной индекс по Объединенному каталогу  
"Пресса России" — 79963**

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

Подписку на электронную версию журнала можно оформить через  
ООО "ИВИС": тел. (495) 777-65-57, 777-65-58; e-mail: sales@ivis.ru  
и Агентство "Урал-Пресс" <http://ural-press.ru> (индекс 013312)

Для оформления подписки следует обратиться в филиал агентства по месту жительства

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

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

УДК 613.6.02:614.2

Леванчук Л. А., инж. испытательного центра, e-mail: ahtamov\_zchs@mail.ru,  
Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

## Методические подходы к оценке условий труда работников локомотивных бригад на основе изучения риска здоровью

*Приведены разработанные на основе использования методологии оценки риска здоровью формулы регрессии для прогнозирования утраты здоровья работников локомотивных бригад и определены возрастные группы с высокой степенью вероятности формирования у них производственно-обусловленной и профессиональной патологии. Выявлена высокая вероятность формирования профессиональной патологии к 55 годам.*

**Ключевые слова:** условия труда, риск здоровью, работники локомотивных бригад, производственно-обусловленные болезни, профессиональные болезни

### Введение

По данным Международной организации труда (МОТ), каждый день в мире умирает в результате заболеваний и травм, связанных с работой, около 5 тыс. человек (2,3 млн случаев) в год [1]. В России ежегодно регистрируется примерно 7...8 тыс. профессиональных заболеваний [2]. За последние годы отмечается рост заболеваемости лиц трудоспособного возраста такими болезнями, как патология сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, опорно-двигательного аппарата. Это связано со значительными социальными и экономическими потерями. В связи с этим в рамках реализации Федерального закона № 238-ФЗ от 18.07.2011 "О внесении изменений в Трудовой кодекс РФ" предусмотрено соответствующее определение профессионального риска и порядок его оценки, а также система управления профессиональными рисками [3]. По данным работы [4] до недавнего времени около 70 % лиц за 10 лет до достижения пенсионного возраста для женщин 55 лет и мужчин 60 лет имеют серьезную патологию.

Увеличение пенсионного возраста на 5 лет может изменить ситуацию. Хорошо известно [1, 3, 4], что структура и уровни профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний работающих, в том числе в транспортной отрасли, находятся в зависимости от качества условий труда и интенсивности воздействия вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

В связи с этим увеличение длительности трудового стажа при сохранении интенсивности воздействия неблагоприятных факторов рабочей среды диктует необходимость использования методологии оценки риска здоровью работающего населения для обоснования организационных мер безопасности труда и адаптации методических подходов к оценке условий труда.

**Цель исследования:** определение безопасной продолжительности рабочего стажа при воздействии сочетания неблагоприятных факторов рабочей среды на основе применения методологии оценки риска здоровью работающих на примере работников локомотивных бригад (РЛБ).

**Методы исследования.** Объектом исследования явились работники локомотивных бригад, осуществляющие перевозки на грузовых магистральных электровозах по Октябрьской железной дороге. Гигиеническая оценка условий труда работников на основе действующей нормативной документации (Р 2.2.2006—05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда; Приложение № 1 к приказу Минтруда России от 24 января 2014 г. № 33н Методика проведения специальной оценки условий труда; СанПиН 2.2.4.3359—16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах). Расчет показателей риска утраты здоровья в соответствии с ГОСТ Р 12.0.010—2009 "ССБТ. Системы управления охраной труда. Определенные опасности и оценка рисков", методическими



рекомендациями "Оценка и прогноз профессиональной надежности и профессионального риска водителей различных автотранспортных средств" МР 2.2.0085—14, с учетом требований Руководства по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки № 2.2.1766-03 от 24.06.2003 г. [5].

### Основные результаты

В процессе гигиенической оценки условий труда РЛБ установлено, что особенностью их труда является отсутствие ритма в рабочем процессе (начало и окончание смены в разные периоды суток, отсутствие регламентируемого перерыва для приема пищи и отдыха). Процесс труда сопровождается нервно-эмоциональным напряжением, напряжением зрительного и слухового анализаторов (наблюдение за профилем и состоянием железнодорожного пути, посторонними предметами, путевой и локомотивной сигнализацией, показателями контрольно-измерительной аппаратуры, напряжением контактной сети, станционными сигналами, информационными щитами).

Работа требует постоянного внимания. Основная информация (около 90 %) поступает от зрительного анализатора. Часть информации (10 %) поступает от слухового анализатора в условиях повышенной интенсивности шума и вибрации. Личная ответственность за безопасность движения и постоянная готовность к внезапным сигналам формирует значительный уровень психоэмоционального напряжения. Из группы показателей интеллектуальной нагрузки два оценены как 3.1 (вредные 1-й степени), из группы показателей сенсорной нагрузки два (длительное сосредоточенное наблюдение и плотность световых и звуковых сигналов) также оценены как вредные 3.1. Эмоциональная нагрузка по трем показателям оценена как 3.2 (вредные 2-й степени). Монотонность по одному показателю оценена как 3.1 (вредные 1-й степени). При оценке режима работы один показатель (фактическая продолжительность рабочего дня) оценен как вредный 3.1 и два показателя (сменность работы и наличие регламентированного перерыва) как вредные 3.2. Общая оценка напряженности трудового процесса определена как вредные 3.2.

В ряде случаев по результатам специальной оценки условий труда тяжесть трудового процесса РЛБ оценена как легкая, при этом гигиеническая

оценка по совокупности факторов (фиксированная поза, статическая нагрузка, стереотипные движения при управлении локомотивом) характеризует тяжесть трудового процесса как работу средней тяжести (3.1).

Работа РЛБ осуществляется в замкнутых условиях — кабине локомотива, в которой на него воздействует шум, вибрация, электромагнитное излучение (ЭМИ). Источником шума является оборудование (двигатели, генератор, вентиляторы и др.), а также ходовые части локомотива. При движении локомотива с закрытыми окнами эквивалентный уровень звукового давления составляет 64...73 дБ, при открытых окнах до 81 дБ. При получении информации по радиации шум достигает 78...82 дБ. В соответствии с приложением 6 СанПиН 2.2.4.3359—16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах" воздействие шума оценивается как вредное 2-й степени (3.2.)

На работника оказывает влияние низкочастотная вибрация (за счет собственных горизонтальных покачиваний кузова) и высокочастотная вибрация, источниками которой являются ходовая часть и силовые установки локомотива. Вибрация превышает гигиенические нормативы в основном в нижней части среднегеометрических частот по вертикальной оси от 2 до 12 раз, по горизонтальной оси от 1,5 до 10 раз. Экранирование и заземление кабин защищает работников от воздействия ЭМИ промышленной частоты 50 Гц. Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона не превышает ПДУ.

Необходимость маневровой работы создает условия для значительных перепадов температуры в кабине в холодный период года, которые могут достигать 15 °С между уровнем головы и ног. В теплый период года температура в кабине локомотива может достигать 30...34 °С, в холодный период — 6...8 °С. Скорость движения воздушных потоков при открытых окнах не снижается меньше чем 0,5 м/с. Относительная влажность соответствует таковой у наружного воздуха. Загрязнение воздуха рабочей зоны не характерно для локомотивов на электрической тяге.

Таким образом, факторами риска производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний работников локомотивных бригад являются: нарушения циркадного ритма работы, напряжение зрительного и слухового анализаторов, в ряде случаев работа в условиях дефицита времени, личная ответственность и готовность к частым внештатным ситуациям, элементы

монотонии, возможность соматизации тревоги. Кроме того, гиподинамия вследствие работы в ограниченном пространстве кабины с фиксированной позой, а также шум и вибрация, не соответствующие гигиеническим нормативам, и работа в нестабильных микроклиматических условиях.

Риск утраты здоровья при использовании трехуровневой шкалы оценки значимости рисков определен как "Высокий" ( $R = 10,7$ ) (табл. 1).

Распространенность заболеваний, непосредственно связанных с профессиональной деятельностью на транспорте, достаточно высока во всем мире. По уровню профессиональной заболеваемости работников в Российской Федерации транспортная отрасль в целом занимает третье место после обрабатывающих производств и добычи полезных ископаемых [2]. Хронические профессиональные заболевания у работников локомотивных бригад тепловозов и электровозов составляют около 40 % от всех зарегистрированных случаев в отрасли [6].

На долю нейросенсорной тугоухости на предприятиях железнодорожного транспорта приходится 66 % всей регистрируемой в отрасли профессиональной заболеваемости [6]. На остальные нозологические формы профессиональных заболеваний приходится: на вибрационную болезнь — 9 %, заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата — 7 %. Большинство (90 %) случаев нейросенсорной тугоухости регистрируется у работников

локомотивных бригад. Нейросенсорной тугоухости практически всегда предшествует патология сердечно-сосудистой системы (ССС). Комплекс вышеуказанных патологических состояний работников локомотивных бригад является причиной признания их, по результатам ежегодных периодических медицинских осмотров, непригодными к работе вследствие снижения слуха и патологии ССС. В возрастной группе 40—49 лет они составляют 0,88 %, в группе 50 лет и старше — 1,81 % от общего числа освидетельствуемых [6—18].

Условия труда работников формируют риск развития нарушений нервной, эндокринной, иммунной систем организма. При увеличении экспозиции становятся причиной развития производственно-обусловленных заболеваний (артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца (ИБС), патология опорно-двигательного аппарата, нарушение обменных процессов, патология желудочно-кишечного тракта). Состояние здоровья РЛБ оказывает значительное воздействие на надежность и безопасность результатов труда.

Различное сочетание факторов рабочей среды (шум, вибрация, микроклиматические условия и др.) и трудового процесса (тяжесть и напряженность) формирует различные величины риска утраты здоровья работающих по приоритетным нозологическим формам.

Для определения профессионального риска в качестве приоритетных физических факторов рабочей среды рассмотрены микроклиматические

Таблица 1

Результат оценки риска утраты здоровья работника локомотива на электрической тяге

Идентифицированные опасности	Весовой коэффициент ущерба	Весовой коэффициент вероятности наступления ущерба	Численное значение вероятности (частоты) наступления ущерба	Риски по идентифицированным опасностям	Риски на рабочем месте	Оценка значимости риска на рабочем месте
Шум	15	3	0,11	1,7	10,7	Высокий
Вибрация общая	10	3	0,11	1,1		
Комплекс климатических факторов	10	7	0,27	2,7		
Напряженность трудового процесса	15	7	0,27	4,1		
Тяжесть трудового процесса	10	3	0,11	1,1		
Исход, не связанный с наступлением ущерба	0	3	0,11	0		



Таблица 2

**Уравнения регрессии для прогнозирования риска развития производственно-обусловленной патологии у РЛБ, работающих на локомотивах на электрической тяге**

Патология и тип воздействия	Уравнение регрессии: $y = f(x)$ , где $y$ — риск развития патологии, усл. ед.; $x$ — возраст (лет)
Всего работники локомотивных бригад неэкспонированные	$y = 4,7958x^2 + 12,846x + 1,35; R^2 = 0,99$ $y = 1,3702x^2 + 3,6702x + 0,3857; R^2 = 0,99$
Нервной системы работники локомотивных бригад неэкспонированные	$y = 1,0565x^2 + 22,039x - 16,607; R^2 = 0,98$ $y = 0,4226x^2 + 8,8155x - 6,6429; R^2 = 0,98$
Сердечно-сосудистой системы работники локомотивных бригад неэкспонированные	$y = 5,3423x^2 + 0,4315x + 0,5357; R^2 = 0,98$ $y = 2,1369x^2 + 0,1726x + 0,2143; R^2 = 0,98$
Желудочно-кишечного тракта работники локомотивных бригад неэкспонированные	$y = 1,2129x^4 - 20,634x^3 + 114,86x^2 - 221,87x + 141,57; R^2 = 0,85$ $y = 0,6064x^4 - 10,317x^3 + 57,429x^2 - 110,93x + 70,786; R^2 = 0,85$
Костно-мышечной системы работники локомотивных бригад неэкспонированные	$y = 0,9732x^2 + 12,47x - 17,036; R^2 = 0,95$ $y = 0,6488x^2 + 8,3131x - 11,357; R^2 = 0,95$
Нейросенсорная тугоухость работники локомотивных бригад неэкспонированные	$y = 9,6161x^2 + 0,7768x + 0,9643; R^2 = 0,98$ $y = 1,5952x^2 + 2,2381x - 1,1; R^2 = 0,99$

условия в кабине локомотива, уровни шума, уровни общей вибрации. Приоритетными показателями тяжести определены: рабочая поза, количество стереотипных рабочих движений за смену, статическая нагрузка при приложении усилий, прилагаемых к педалям и рычагам, а также физические нагрузки при выполнении отдельных ремонтных работ. Напряженность труда оценивали по эмоциональным, интеллектуальным, сенсорным нагрузкам, режиму труда и монотонности нагрузок. Химическое загрязнение воздуха рабочей зоны в настоящем исследовании не учитывали, так как рассмотрен рабочий процесс на локомотивах на электрической тяге.

В процессе расчета [5] определяли интегральный уровень профессионального воздействия (ИУПВ), который выражен количественно в условных единицах (для воздействия физических факторов и факторов трудового процесса класс условий труда оценивали в условных единицах — 2-й класс — 0 усл. ед., классы 3.1 — 1 усл. ед., 3.2 — 2 усл. ед., 3.3 — 3 усл. ед.). Дополнительно учитывали возрастные коэффициенты, приведенные в Руководстве по оценке профессионального риска [5].

Расчет проведен по формуле [5]:

$$K_{\text{интегр}} = (F_1 t_1 + F_2 t_2 + \dots F_j t_j) K_{\text{возвр}},$$

где  $K_{\text{интегр}}$  — коэффициент интегрального воздействия профессиональных факторов, усл. ед.;  $F_1, F_2, \dots F_j$  — уровень воздействия определенного профессионального фактора, усл. ед.;  $K_{\text{возвр}}$  — возрастной коэффициент;  $t_1, t_2, \dots t_j$  — стаж работы, годы.

Для определения степени риска развития патологии той или иной системы организма компоновка профессиональных факторов для получения  $K_{\text{интегр}}$  осуществлялась в соответствии с характером воздействия факторов на организм.

Определение величины риска здоровью РЛБ для различного стажа (начало самостоятельной работы в возрасте 25 лет) позволило разработать уравнения регрессии для прогнозирования риска патологии по графе Всего, а также патологии нервной, сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, желудочно-кишечного тракта и нейросенсорной тугоухости (табл. 2). На рисунке (см. 3-ю стр. обложки) приведены графики, иллюстрирующие динамику показателей риска развития патологии у работников локомотивных бригад в сравнении с неэкспонированными (работающими в "допустимых" условиях труда).

**Оценка интенсивности причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой в неблагоприятных условиях по величине относительного риска (RR) [5]**

Величина риска	$0 < RR \leq 1$	$1 < RR \leq 1,5$	$1,5 < RR \leq 2$	$2 < RR \leq 3,2$	$3,2 < RR \leq 5$	$RR > 5$
Условные единицы	135	136...156	157...210	211...263	264...316	317 и выше
Качественная характеристика	Нулевая	Малая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Почти полная
Вид патологии	Общие заболевания		Профессионально-обусловленные заболевания			Профессиональные заболевания

### Обсуждение результатов

В соответствии с Руководством Р 2.2.1766—03 [5] при анализе причинно-следственной связи развития патологии и величины показателя риска (условные единицы) здоровью работающих известно, что величина расчетного показателя риска до 135 условных единиц способствует увеличению частоты общих заболеваний, более 135 условных единиц приводит к формированию производственно-обусловленных заболеваний, более 317 условных единиц — к формированию профессиональных заболеваний (табл. 3).

Расчеты позволили установить следующее. Производственно-обусловленная патология у неэкспонированных работников, т. е. работающих в условиях труда, оцениваемых как "допустимые" (2), по анализируемым нозологиям не формируется на протяжении всего стажа работы. С высокой долей вероятности работа в условиях, соответствующих гигиеническим нормативам, не приведет к формированию производственно-обусловленной патологии до достижения 65-летнего возраста. Однако риск патологии сердечно-сосудистой системы существенно возрастает даже у неэкспонированных работающих.

Для работников локомотивных бригад критический возраст формирования производственно-обусловленной патологии нервной и сердечно-сосудистой систем наступает на рубеже 50 лет. Высокая вероятность проявления начальных явлений нейросенсорной тугоухости у предрасположенных лиц появляется на рубеже 40 лет. В возрасте 52—55 лет (стаж работы 27—30 лет) формируется профессиональная нейросенсорная тугоухость.

Как показали исследования, производственно-обусловленная патология костно-мышечной системы не характерна для работников локомотивных бригад, не имеющих наследственной предрасположенности или других сопутствующих заболеваний.

Полученные результаты позволяют заключить, что у работников локомотивных бригад к 42—45 годам (стаж 17—20 лет) высокая вероятность утраты здоровья, имеющей причинно-следственную связь с сочетанием неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Кроме того, к 55 годам выявлена высокая вероятность формирования профессиональной патологии.

### Заключение

Труд работников локомотивных бригад осуществляется в условиях, не соответствующих гигиеническим нормативам по напряженности (3.2) и тяжести (3.1) трудового процесса, а также по показателям шума (с учетом высокой напряженности трудового процесса — 3.2), общей вибрации (3.1), микроклиматических условий (3.1).

Риск утраты здоровья, рассчитанный в соответствии с ГОСТ Р 12.0.010—2009 "ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков" при использовании трехуровневой шкалы оценки значимости рисков, определен как "Высокий" ( $R = 10,7$ ).

На основе изучения причинно-следственных связей утраты здоровья и характеристик условий труда работников локомотивных бригад установлен критический возраст 50 лет для формирования производственно-обусловленной патологии нервной и сердечно-сосудистой систем. Выявлена высокая вероятность проявления начальных явлений нейросенсорной тугоухости на рубеже 40 лет, в возрасте 52—55 лет (стаж работы 27—30 лет) — профессиональной нейросенсорной тугоухости.

При анализе показателей риска для заболеваний по графе "Всего" полученные результаты позволяют заключить, что у работников локомотивных бригад к 42—45 годам (стаж 17—20 лет) имеется высокая вероятность проявления начальных симптомов утраты здоровья, имеющей



причинно-следственную связь с сочетанием неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Кроме того, к 55 годам выявлена высокая вероятность формирования профессиональной патологии.

На настоящем этапе технологического развития локомотивостроения и организации железнодорожных перевозок воздействующие на работников локомотивов неблагоприятные факторы рабочей среды можно отнести к группе "неустраняемых". В связи с этим результаты исследования позволяют рекомендовать при организации труда работников локомотивных бригад сокращение продолжительности рабочей смены до 6 часов (30 часов в неделю) или предоставление дополнительного выходного дня в неделю, при этом продолжительность работы составит 32 часа в неделю.

### Список литературы

1. Измеров Н. Ф., Бухтияров И. В., Прокопенко А. В., Шиган Е. Е. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. — 2015. — № 9. — С. 4—10.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. — 194 с.
3. Измеров Н. Ф., Бухтияров И. В., Прокопенко А. В. Концепция осуществления государственной политики, направленной на сохранение здоровья работающего населения России на период до 2010 года и дальнейшую перспективу // Здоровье населения и среда обитания. — 2014. — № 9. — С. 4—8.
4. Попова А. Ю. Состояние условий труда и профессиональная заболеваемость в Российской Федерации // Медицина труда и экология человека. — 2015. — № 3. — С. 7—13.
5. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. 2.2. Гигиена труда. Р 2.2.1766-03. Утв. 24.06.2003. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901902053> (дата обращения 21.06.2020).
6. Карецкая Т. Д., Пфаф В. Ф., Чернов О. Э. Профессиональная заболеваемость на железнодорожном транспорте // Медицина труда и промышленная экология. — 2015. — № 1. — С. 1—5.
7. Чернов О. Э., Пфаф В. Ф. Вопросы экспертизы профессиональной пригодности лиц, непосредственно связанных с движением поездов // Медицина труда и промышленная экология. — 2015. — № 1. — С. 5—7.
8. Менделевич В. Д., Макаричева Э. В., Сериков В. В., Дмитриева Е. В. и др. О психологическом портрете работников локомотивных бригад ОАО "РЖД" и его роли в профилактике аварийности // Медицина труда и промышленная экология. — 2015. — № 1. — С. 17—22.
9. Титова Т. С., Копытенкова О. И., Курепин Д. Е. Об объективной оценке акустического воздействия // Железнодорожный транспорт. — 2017. — № 5. — С. 75—77.
10. Копытенкова О. И., Курепин Д. Е., Фридман К. Б., Кузнецова Е. Б. Подходы при изучении воздействия шума железнодорожного транспорта на основе методологии оценки риска // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96. — № 7. — С. 675—681.
11. Конторович Е. П., Дроботя Н. В., Горблянский Ю. Ю., Гусейнова Э. Ш. Сосудистый возраст как предиктор нарушений здоровья у работников электровозостроительного предприятия. Медицина труда и промышленная экология. — 2018. — № 3. — С. 22—26. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-3-22-26> (дата обращения 21.06.2020).
12. Трошин В. В., Федотова И. В., Блинова Т. В., Морозова П. Н. Сердечно-сосудистые заболевания у водителей и безопасность дорожного движения // Медицина труда и промышленная экология. — 2018. — № 3. — С. 27—29. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-3-27-29> (дата обращения 21.06.2020).
13. Бухтияров И. В., Денисов Э. И., Курьеров Н. Н., Прокопенко Л. В., Булгакова М. В., Хахилева О. О. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. — 2018. — № 4. — С. 1—9. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-4-1-9> (дата обращения 21.06.2020).
14. Новикова Т. А., Данилов А. Н., Спиринов В. Ф. Влияние эргономических факторов на формирование профессионального риска нарушений здоровья механизаторов сельского хозяйства // Медицина труда и промышленная экология. — 2019. — № 1 (7). — С. 400—405. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-400-405> (дата обращения 21.06.2020).
15. Кодинец И. Н., Катаманова Е. В., Лахман О. Л. Динамическое наблюдение за состоянием здоровья работников железнодорожного тоннеля // Медицина труда и промышленная экология. — 2017. — № 1. — С. 26—29.
16. Мазитова Н. Н., Асенинская Е. Е., Панкова В. Б., Симонова Н. И., Федина И. Н., Преображенская Е. А., Бомштейн Н. Г., Северова М. М., Волохов Л. Л. Влияние производственного шума на слух: систематический обзор зарубежной литературы // Медицина труда и промышленная экология. — 2017. — № 2. — С. 48—53.
17. Турсунов З. Ш., Верещагина Е. В., Копытенкова О. И. Использование расчета дозы шума и вибрации для гигиенической оценки условий труда // В сборнике: Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Под редакцией А. Ю. Поповой. — 2017. — С. 425—428.
18. Базарова Е. Л., Рослый О. Ф., Тартаковская Л. Я., Рослая Н. А., Плотко Э. Г., Федорук А. А., Ошеров И. С., Порфирьева О. В. Совершенствование методологии оценки индивидуального профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. — 2016. — № 10. — С. 5—9.

L. A. Levanchuk, Test Center Engineer, e-mail: ahtamov\_zchs@mail.ru,  
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## Methodological Approaches to Assessing the Working Conditions of Locomotive Crew Drivers Based on the Study of Health Risks

*Based on the risk assessment methodology, regression formulas were developed for predicting health losses of locomotive crew drivers and age groups were identified with a high probability of their occupational and occupational pathology. The critical age of 50 years for the formation of industrial pathology of the nervous and cardiovascular systems has been established.*

**Keywords:** working conditions, health risk, locomotive crew driver, industrial diseases, occupational diseases.

### References

1. Izmerov N. F., Bukhtiyarov I. V., Prokopenko A. V., Shigan E. E. Realizatsiya global'nogo plana deystviy VOZ po okhrane zdorov'ya rabotayushchikh v Rossiyskoy Federatsii. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015. No. 9. P. 4–10.
2. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiyskoy Federatsii v 2013 godu: Gosudarstvennyy doklad. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2018. 194 p.
3. Izmerov N. F., Bukhtiyarov I. V., Prokopenko A. V. Kontseptsiya osushchestvleniya gosudarstvennoy politiki, napravlennoy na sokhraneniye zdorov'ya rabotayushchego naseleniya Rossii na period do 2010 goda i dal'neyshuyu perspektivu. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2014. No. 9. P. 4–8.
4. Popova A. Yu. Sostoyaniye usloviy truda i professional'naya zaboylevayemost' v Rossiyskoy Federatsii. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2015. No. 3. P. 7–13.
5. Rukovodstvo po otsenke professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov. Organizatsionno-metodicheskiye osnovy, printsipy i kriterii otsenki. Rukovodstvo ot 24.06.2003 No. 2.2.1766-03. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901902053> (date of access 20.06.2020).
6. Karetskaya T. D., Pfaf V. F., Chernov O. E. Professional'naya zaboylevayemost' na zheleznodorozhnom transporte. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015. No. 1. P. 1–5.
7. Chernov O. E., Pfaf V. F. Voprosy ekspertizy professional'noy prigodnosti lits, neposredstvenno svyazannykh s dvizheniyem poyezdov. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015. No. 1. P. 5–7.
8. Mendeleevich V. D., Makaricheva E. V., Serikov V. V., Dmitriyeva E. V. et al. O psikhologicheskom portrete rabotnikov lokomotivnykh brigad OAO "RZHD" i yego roli v profilaktike aviarnosti. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015. No. 1. P. 17–22.
9. Titova T. S., Kopytenkova O. I., Kurepin D. E. Ob obektivnoy otsenke akusticheskogo vozdeystviya. *Zheleznodorozhnyy transport*. 2017. No. 5. P. 75–77.
10. Kopytenkova O. I., Kurepin D. E., Fridman K. B., Kuznecova E. B. Podkhody pri izuchenii vozdeystviya shuma zheleznodorozhnoy transporta na osnovye metodologii otsenki riska. *Gigiena i sanitariya*. 2017. Vol. 96. No. 7. P. 675–681.
11. Kontorovich E. P., Drobotya N. V., Gorblyansky Y. Y., Guseynova E. S. Vascular age as a predictor of health disorders in electric locomotive construction enterprise workers. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2018. No. 3. P. 22–26. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-3-22-26> (date of access 20.06.2020).
12. Troshin V. V., Fedotova I. V., Blinova T. V., Morozova P. N. Cardiovascular diseases in automobile drivers and traffic safety. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2018. No. 3. P. 27–29. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-3-27-29> (date of access 20.06.2020)/
13. Bukhtiyarov I. V., Denisov E. I., Courierov N. N., Prokopenko L. V., Bulgakova M. V., Khahileva O. O. Improvement of noise-induced hearing loss criteria and occupational risk assessment. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2018. No. 4. P. 1–9. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-4-1-9> (date of access 20.06.2020).
14. Novikova T. A., Danilov A. N., Spirin V. F. Te influence of ergonomic factors on the formation of occupational risk of health disorders of agricultural machine operators. *Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019. No. 1 (7). P. 400–405. URL: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-400-405> (date of access 20.06.2020).
15. Kodinets I. N., Katamanova E. V., Lakhman O. L. Dynamic follow-up of health state in workers of railway tunnel. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2017. No. 1. P. 26–29.
16. Mazitova N. N., Adeninskaya E. E., Pankova V. B., Simonova N. I., Fedina I. N., Preobrazhenskaya E. A., Bomshstein N. G., Severova M. M., Volokhov L. L. Influence of occupational noise on hearing: systematic review of foreign literature. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2017. No. 2. P. 48–53.
17. Tursunov Z. Sh., Vereshhagina E. V., Kopytenkova O. I. Ispolzovanie rascheta dozy shuma i vibratsii dlya gigienicheskoy ocenki usloviy truda. *V sbornike: Aktualnye voprosy organizatsii kontrolya i nadzora za fizicheskimi faktorami Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Pod redaktsiej A. Yu. Popovoj*. 2017. P. 425–428.
18. Bazarova E. L., Roslyi O. F., Tartakovskaya L. Y., Roslaya N. A., Plotko E. G., Fedoruk A. A., Osheroev I. S., Porfireva O. V. Improvement in methodology of occupational risk evaluation. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2016. No. 10. P. 5–9.



УДК 331.451

А. Л. Харитоненко, ст. преп., e-mail: tsar-87@mail.ru, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

## Априорная оценка профессионально-производственного риска здоровью промывальщиков-пропарщиков цистерн

*Дана комплексная санитарно-гигиеническая оценка условий труда промывальщиков-пропарщиков цистерн на примере работы одного из промывочно-пропарочных предприятий. Рассмотрены уровни воздействия таких факторов, как химический, микроклимат в разные периоды года, тяжесть трудового процесса, которые явились ведущими при подведении результатов оценки риска здоровью промывальщиков-пропарщиков. Приведены данные хронометражных измерений, позволивших определить продолжительность рабочих операций и, соответственно, скорректировать фактические уровни воздействия вредных факторов на работников. Отмечена необходимость совершенствования технологических процессов, чтобы работники не являлись заложниками неустраняемых вредных и/или опасных производственных факторов.*

**Ключевые слова:** промывальщики-пропарщики цистерн, очистка железнодорожных цистерн, условия труда, оценка риска здоровью, опасные и вредные производственные факторы, индекс профессиональной заболеваемости

Изменения в технологическом процессе промывки и пропарки цистерн [1, 2], связанные с заменой острого пара (120...130 °С) [3] на очистку с использованием технических моющих средств, не привели к улучшению условий труда вопреки ожиданиям. Произошло это в первую очередь потому, что моющие средства оказывались если и эффективны, то не в полной мере, поэтому после, а то и вместо химико-механизированной технологии опять приходилось прибегать к пропарке и промывке горячей водой.

Совершенствование технологических процессов на промывочно-пропарочных станциях (ППС) и промывочно-пропарочных пунктах (ППП) за последние десятилетия позволило практиковать редко и не на всех предприятиях такого рода присутствие работников в закрытом пространстве емкости для очистки цистерн, за исключением случаев подготовки под налив авиационных топлив, а также подготовки длинномерных цистерн, когда требуется гарантия чистоты во всех труднодоступных местах.

Исходя из вышеизложенного видно, что проблема пропаривания остается, а в воздух рабочей зоны продолжает выбрасываться большое количество углеводородов, поэтому основным вредным фактором, оказывающим негативное воздействие на здоровье работников, будет химический фактор, проявляющийся, в первую очередь,

в воздействии таких веществ, как бензол, бензин, толуол, керосин, ацетон, уайт-спирит, ксилол, поступающих в организм в основном через дыхательные пути и кожный покров [4].

Помимо химического фактора, оказывающего наибольшее негативное влияние на здоровье промывальщиков-пропарщиков цистерн, их работа характеризуется значительной тяжестью трудового процесса ввиду продолжительной работы стоя, внаклонку, сопровождающуюся физическим напряжением [5]. Работа промывальщиков-пропарщиков проходит в неблагоприятных микроклиматических условиях, обусловленных спецификой технологического процесса, так как часть работ проводится на крытых участках в условиях высоких температур и влажности, а часть — только на открытой территории. Температура обрабатываемых поверхностей резервуаров и оборудования тоже будет повышенной. Свою долю негативного воздействия оказывает виброакустический фактор, так как дегазационное оборудование является источником высоких уровней шума и освещенности [6].

Кроме того, на промывальщиков-пропарщиков могут оказывать влияние и приводить к травмам воздействие движущегося подвижного состава, подвижные части насосного, сливного, подъемно-транспортного оборудования, существует риск падения с высоты как самого работника, так и иных предметов на него. Также возможны ситуации

возникновения пожара, взрыва или поражения электрическим током и вредного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на здоровье промывальщиков-пропарщиков цистерн [7].

Вредные условия труда способствуют риску развития общих и профессиональных заболеваний у работников промывочно-пропарочного комплекса с преобладанием болезней органов дыхания, которые приводят чаще всего к временной, а в некоторых случаях и стойкой утрате трудоспособности [8].

Гигиеническая оценка условий труда при очистке цистерн и разработка мероприятий по снижению профессионального риска для здоровья промывальщиков-пропарщиков является актуальной задачей.

**Цель работы:** априорная оценка профессионально-производственного риска для здоровья промывальщиков-пропарщиков цистерн на основании классификации условий труда по уровню отклонения параметров факторов производственной среды и трудового процесса от действующих нормативов.

**Материалы и методы.** Санитарно-гигиеническая оценка вредных производственных факторов проводилась в соответствии с Руководством Р 2.2.2006—05 [9], а оценка профессионально-производственного риска — по Руководству Р 2.2.1766—03 [10]. Также для расчета индекса профессиональных заболеваний использовались формулы из методических рекомендаций МР 2.2.0138—18 [11].

## 1. Характеристика технологического процесса

Промывочно-пропарочные станции или промывочные пункты являются сложными инженерными сооружениями, выполняющими основную функцию — очистку цистерн под налив в связи со сменой сорта перевозимого нефтепродукта, осаждением большого количества сильно вязких отложений на стенках резервуаров или перед проведением огневых ремонтных работ [12].

Первым важным этапом очистки является [4] удаление нефтеостатков из котла цистерны, при этом для придания текучести высоковязким или замерзшим нефтепродуктам необходимо провести предварительную пропарку цистерны. Удаление нефтеостатков из цистерн производится с помощью насосов и прочих вакуумных установок, при этом промывальщик-пропарщик все время следит за тем, чтобы всасывающие (для нефтепродуктов) и напорные рукава (для пара) были правильно установлены и правильно функционировали.

В зимнее время нередко случаи, когда из-за наличия в цистерне застывшего обводненного нефтепродукта клапан нижнего сливного прибора примерзает и открыть его не удается, тогда его необходимо прогреть. Длительность пропарки котлов цистерн во многом зависит от типа нефтепродукта, количества остатков продукта в цистерне, от периода года, типа цистерны и технологического процесса самого ППП.

Затем следует промывка котла цистерны горячей водой температурой 80...90 °С и давлением не более 2,0 МПа. Крышка загрузочного люка во время промывки должна быть закрытой. Для ускорения процесса и улучшения качества промывки котла цистерны в промывочную воду могут добавляться растворители — керосин, бензин и другие поверхностно-активные вещества.

Итоговой операцией по обработке цистерны является дегазация и сушка цистерны. Дегазация может проходить как посредством естественной вентиляции, так и принудительной с помощью вентиляционных установок, значительно ускоряющих процесс дегазации.

Вентиляция котла цистерны осуществляется и для улучшения условий работы промывальщиков-пропарщиков для возможности выполнения ими операций внутри котла. Спуск работников внутрь цистерны допускается после понижения температуры до +35 °С и ниже, снижения концентраций вредных веществ до предельно допустимых. При обнаружении загрязненных мест, следов нефтепродуктов должна производиться дополнительная очистка, затирка и дегазация.

Чтобы более четко определить воздействие опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) и рамки их воздействия, была составлена фотография рабочего дня промывальщиков-пропарщиков при условии подготовки цистерн горячим способом под налив или ремонт (табл. 1).

Многие работодатели игнорируют требование Ведомственных норм [3], в соответствии с которым продолжительность смены промывальщиков-пропарщиков цистерн при круглосуточной работе ППС следует принимать равной 6 ч. Чаще всего практикуется 12-часовая смена, что не способствует сохранению здоровья данной категории работающих.

В производственном цикле наибольшее место занимает подсоединение, уборка и контроль работы вакуумного, паро- и водопроводного оборудования для пропарки, промывки горячей водой, дегазации, а также выполнение работ со сливными приборами котла цистерны и загрузочными люками.



Таблица 1

## Фотография рабочего дня промывальщика-пропарщика цистерн ППС

Место работы	Хронометраж рабочего дня промывальщика-пропарщика		Трудовые обязанности	Характерные ОВПФ
	Время, мин	% от рабочего дня		
Хозяйственные помещения	10	1,4	Приготовление к рабочей смене и подготовка полагающихся средств индивидуальной (СИЗ) и коллективной защиты (СКЗ)	—
У цистерны на эстакаде	30	4,2	Определение вида остатка ранее перевезившегося груза	Химический, микроклимат
	360	50	Соединение вакуумного, паро- и водопроводного рукавов с трубопроводами для пропарки острым паром (120...130 °С), промывки горячей водой (80...90 °С), дегазации	Химический, тяжесть трудового процесса, шум, микроклимат
Насосные подачи воды, пара, перекачки нефтепродуктов и производственных стоков	50	6,9	Контроль состояния оборудования, его регулировка и подсоединение	Химический, тяжесть трудового процесса, освещенность, микроклимат, шум
У сливных приборов	50	6,9	Прочий мелкий ремонт	Тяжесть трудового процесса, микроклимат, химический
Прием пищи и отдых	60	8,3	—	—
Территория организации	20	2,9	Вспомогательные функции	—
По окончании основных работ на цистерне	60	8,3	Приведение в порядок своего участка эстакады, отключение подачи систем обеспечения; очистка от нефтепродуктов инструмента, инвентаря, сбор использованных обтирочных материалов	Химический, тяжесть трудового процесса, микроклимат
У цистерны	60	8,3	Закрытие люков цистерн, уборка переходных мостиков	Химический, тяжесть трудового процесса, микроклимат
По окончании работ	10	1,4	Привести в порядок или изъять СИЗ	—
	10	1,4	Применить смывающие и обезвреживающие средства	—
<b>Всего</b>	<b>720</b>	<b>100</b>	—	—

## 2. Оценка факторов производственной среды и трудового процесса

Важно отметить, что при пропаривании практически вся летучая составляющая устремляется в атмосферу, так как процесс пропарки идет при 130 °С, а это — порог летучести многих легковоспламеняющихся жидкостей и газов. Температура кипения бензина — от 33 °С, ацетона — 56,1 °С, бензола — 80,1 °С, толуола — 110 °С, ксилола — от 138,3 °С, керосина — от 150 °С, уайт-спирита — 155 °С, что и обуславливает высокие концентрации этих вредных веществ в воздухе рабочей зоны промывальщика-пропарщика.

Поэтому работы по чистке цистерн из-под светлых нефтепродуктов проводятся на открытых эстакадах ввиду высокой летучести этих фракций нефтепродуктов. С точки зрения воздействия химического фактора работа на открытой территории более благоприятна для промывальщиков-пропарщиков.

Цистерны же из-под темных нефтепродуктов обрабатываются большей частью в закрытых производственных цехах, так как требуется время для разжижения и подогрева сильно вязких остатков, особенно в зимний период времени. Испарения от тяжелых нефтепродуктов типа мазута или нефти не столь интенсивны, но из-за высоких

**Значения максимально разовых концентраций химических веществ в рабочих зонах промывальщиков-пропарщиков цистерн**

№ п/п	Операция	Название вещества	Величина ПДК м.р., мг/м <sup>3</sup>	Фактическая величина концентрации м.р., мг/м <sup>3</sup>	Класс условий труда
1	Пропарка	Керосин	600	1000	3.1
		Суммарные углеводороды	900	750	2
		Толуол	150	250	3.1
2	Промывка	Керосин	600	500	2
		Суммарные углеводороды	900	230	2
		Толуол	150	150	2
3	Дегазация	Керосин	600	750	3.1
		Суммарные углеводороды	900	450	2
		Толуол	150	180	3.1

температур процесса промывки-пропарки воздух на закрытых эстакадах сильнее насыщается углеводородами и оказывает большее негативное воздействие на работников, чем на открытых эстакадах. Дополнительно ситуацию на закрытых эстакадах усугубляет повышенная влажность и температура воздуха.

Если остановиться на обработке цистерн только на крытых эстакадах, взять за основу три основные операции и провести оценку, то результаты воздействия химического фактора могут быть представлены данными, приведенными в табл. 2 и 3.

По измеренным значениям концентраций химических веществ видно, что при проведении интенсивных процессов обработки цистерн максимально разовые концентрации у керосина и толуола значительно превышают ПДК м.р. При подсчете среднесменных концентраций сами фактические их уровни снижаются, но не до допустимых значений, а итоговый класс по

Таблица 3

**Значения среднесменных концентраций химических веществ в рабочих зонах промывальщиков-пропарщиков цистерн**

№ п/п	Название вещества	Величина ПДК с.с., мг/м <sup>3</sup>	Фактическая величина концентрации с.с., мг/м <sup>3</sup>	Класс условий труда
1	Керосин	300	630	3.1
2	Суммарные углеводороды	300	200	2
3	Толуол	50	170	3.2

химическому фактору из-за воздействия ароматических углеводородов получился равным 3.2.

Гигиеническая оценка параметров микроклимата при выполнении различных видов работ промывальщиков-пропарщиков проведена для работ в закрытых производственных помещениях. Результаты исследований выявили значительные превышения нормативов температуры воздуха и относительной влажности, причем наибольшие значения относительной влажности достигались в зимний период, а температуры воздуха — в летний (табл. 4). Ввиду наличия нагревающего микроклимата необходимо было рассчитать индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс), который скорректировал значения классов условий труда по фактору микроклимат и показал наибольшее значение класс 3.2 в теплый период года при работе на эстакаде.

Следующим шагом была оценка тяжести трудового процесса, так как работа промывальщика требует проведения многократных операций с насосным и вакуумным оборудованием, спуска внутрь котла цистерны, открытия и закрытия технологических отверстий. Основной функционал и обязанности [3, 4, 13] позволили получить результаты, приведенные в табл. 5. Постоянный контроль оборудования, одновременное обслуживание десятка цистерн и необходимость оценки состояния внутренних поверхностей емкостей требуют постоянного перемещения в пространстве и наклонов работника, которые в данном случае позволили установить вредный класс условий труда по тяжести.

При оценке шумового воздействия на промывальщиков-пропарщиков было отмечено, что



Таблица 4

**Гигиеническая оценка параметров микроклимата на рабочем месте промывальщика-пропарщика**

№ п/п	Период года	Зона	Категория работ по тяжести труда	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с		ТНС-индекс, °С		Класс условий труда
				допустимая	изменная	допустимая	изменная	допустимая	изменная	допустимый	расчетный	
1	Холодный	На эстакаде	IIб	19,1...22,0	26,3	15...60	82	<0,4	0,37	19,5...23,9	24,2	3.1
		У сливных приборов	IIб	19,1...22,0	25,8	15...60	77	<0,4	0,31	19,5...23,9	23,9	2
2	Теплый	На эстакаде	IIб	21,1...27,0	27,1	15...60	72	0,2...0,5	0,45	19,5...23,9	25,0	3.2
		У сливных приборов	IIб	21,1...27,0	26,9	15...60	65	0,2...0,5	0,35	19,5...23,9	23,9	2

Таблица 5

**Оценка тяжести трудового процесса промывальщиков-пропарщиков цистерн в процессе исполнения основных должностных обязанностей**

№ п/п	Критерии	Показатели тяжести трудового процесса							Общая оценка тяжести труда
		Физическая динамическая нагрузка, кг·м	Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг	Стереотипные рабочие движения (количество за смену)	Статическая нагрузка, кгс·с	Рабочая поза	Наклоны корпуса	Перемещение в пространстве, км	
1	Фактические уровни	38 400	10	11 250	74 200	85 % стоя	256	3	3.2
2	Допустимый уровень	До 46 000	До 15	20 000	До 100 000	До 60 % стоя	100	До 8	
3	Класс условий труда	2	2	2	2	3.2	3.1	1	

наибольшие значения уровня шума были зафиксированы при работе дегазационного оборудования — до 89 дБА за операцию, причем характер шума был тональным.

Характеристика зрительной работы в целом грубая, а сама работа проходит не в комфортных условиях. Искусственная освещенность на моечных и сливных эстакадах не соответствовала в большинстве точек измерений нормативу 100 лк, а при

нахождении промывальщиков-пропарщиков на эстакадах более половины рабочей смены не позволит снизить класс условий труда до допустимого.

**3. Подведение итогов по факторам**

Общая оценка условий труда с учетом наличия трех факторов с классом 3.2 позволила определить условия труда как вредные 3.3 (табл. 6). Как

Таблица 6

**Гигиеническая оценка факторов условий труда промывальщиков-пропарщиков по основным факторам**

№ п/п	Род деятельности	Вредный производственный фактор					Итоговая оценка условий труда
		Химический	Микроклимат	Тяжесть трудового процесса	Шум	Освещенность	
1	Промывальщик-пропарщик	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.3

**Показатели и критерии оценки профессионального риска промывальщиков-пропарщиков цистерн при выполнении основных видов работ**

№ п/п	Вид деятельности	Показатель профессионального риска по Р 2.2.1766—03			
		Класс условий труда по Р 2.2.2006—05	Индекс профессиональных заболеваний $I_{п.з}$	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
1	Работа по очистке цистерн	3.3	3.3	Высокий (непереносимый риск)	Требуются неотложные меры по снижению риска

показывает практика, условия труда промывальщиков-пропарщиков, характеризующиеся такими уровнями факторов рабочей среды и трудового процесса, как правило, приводят к развитию профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, а также росту хронических заболеваний, что соответствует классификации из Руководства Р 2.2.2006—05 [9].

#### 4. Индекс профессиональных заболеваний и подсчет риска

Апостериорная оценка индекса профессиональной заболеваемости, предусматривающая учет категории частоты выявления профессионального заболевания и категорию тяжести профессионального заболевания, была проведена с помощью формулы из методических рекомендаций МР 2.2.0138—18 [11]:

$$I_{п.з} = \frac{1}{K_p K_T}, \quad (1)$$

где  $K_p$  и  $K_T$  — категория риска профессионального заболевания и категория тяжести профессионального заболевания соответственно.

Для определения коэффициента тяжести профессионального заболевания промывальщика-пропарщика цистерн можно дополнительно воспользоваться данными из работ [7, 14]. Индекс профессиональной заболеваемости учитывает как вероятностную меру риска, так и степень тяжести профзаболевания в виде интегрального показателя, равного для одного профессионального заболевания 0,06...1,0. При многофакторных воздействиях различных степеней вредности производственных факторов индекс  $I_{п.з}$  позволяет оценить как каждое из профзаболеваний, так и их комбинацию.

Такие нефтепродукты, как бензин, мазут, масла минеральные, керосин, нефть, парафин и другие могут вызывать у работников на коже экземы, дерматиты, пигментации, масляные угри и т. п. Раздражающее действие на кожу — чувство жжения и покраснения оказывает бензин и его производные, уайт-спирит, другие нефтепродукты, поэтому профессия промывальщика-пропарщика обусловлена риском возникновения таких профессиональных заболеваний, как бронхиальная астма, аллергодерматоз, контактный дерматоз, профессиональная экзема, аллергические заболевания, интоксикация острая и хроническая.

По итогам расчетов суммарный индекс профзаболевания  $I_{п.з}$  составил 0,48, что также коррелирует с классом условий труда 3.3, полученном при оценке вредных производственных факторов на рабочем месте промывальщика-пропарщика (табл. 7).

Необходимость проведения таких расчетов можно подтвердить исследованиями ВНИИЖГ [15], которые показали, что промывальщики-пропарщики цистерн и представители других трудоемких профессий промывочно-пропарочных предприятий, расположенных в южных регионах России, чаще болели и имели в 1,5—2 раза больше дней нетрудоспособности, чем работники станций, расположенных в средней полосе России, что как раз и объясняется высокими температурами воздуха и, как следствие, большей испаряемостью углеводородов и поддержанием значительных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Таким образом, модернизация производственных процессов на промывочно-пропарочных предприятиях должна идти в ключе замены пропарки на беспропарочные технологии с использованием высокоэффективных поверхностно-активных веществ и растворителей, которые бы реально улучшили производственную обстановку и условия труда.



## Список литературы

1. Михайлова Ю., Панченко А. Чистый бизнес. Промывка вагонов переходит на "зеленые" технологии // Гудок: Издательский дом. — 07.09.2009. — № 166. URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=712514&archive=2009.09.07> (дата обращения 18.06.2020).
2. Харитоненко А. Л., Зачиняев Я. В., Гладилин Ю. А., Сергиенко Ю. В. Модульные передвижные установки с воздействием на водонефтяные эмульсии магнитным полем // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2012. — № 3 (38). — С. 45—48.
3. ВНТП-88 МПС СССР Ведомственные нормы технологического проектирования промывочно-пропарочных станций. — М.: МПС СССР, 1989. — 27 с.
4. Типовой технологический процесс работы железнодорожных станций по наливу и сливу нефтегрузов и промывочно-пропарочных предприятий по очистке и подготовке цистерн под перевозку грузов. — М.: МПС СССР, 3 мая 1982 г. № Г-14540. — 125 с.
5. Харитоненко А. Л., Зачиняев Я. В. Анализ условий труда промывальщиков-пропарщиков цистерн // Матер. III Междунар. конф. "Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2012)". 21—23 ноября 2012 г. — СПб.: ПГУПС. — С. 254—257.
6. Харитоненко А. Л., Зачиняев Я. В., Сергиенко Ю. В. Анализ факторов производственной среды и трудового процесса на примере условий труда промывальщиков-пропарщиков // Технично-технологические проблемы сервиса. — 2012. — № 4 (22). — С. 87—90
7. Капцов В. А., Мезенцев А. П., Панкова В. Б. Производственно-профессиональный риск железнодорожников. — М.: РЕИНФОР, 2002. — 350 с.
8. Копытенкова О. И., Леванчук А. В., Турсунов З. Ш. Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях // Медицина труда и промышленная экология. — 2019. — Т. 59, № 8. — С. 458—462.
9. Р 2.2.2006—05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерий и классификация условий труда.
10. Р 2.2.1766—03. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки
11. МР 2.2.0138-18. 2.2. Гигиена. Гигиена труда. Оценка профессионального риска на химических производствах. Методические рекомендации.
12. Евтихин В. Ф. Очистка резервуаров от остатков и отложений нефтепродуктов: тематический обзор. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. — 63 с.
13. Распоряжение ОАО "РЖД" от 09.01.2014 № 4р "Об утверждении инструкций по охране труда по вагонному хозяйству".
14. Копытенкова О. И., Турсунов З. Ш., Леванчук А. В. Использование методологии оценки риска здоровью для гигиенической характеристики условий труда в строительной отрасли // Сборник: Здоровье и безопасность на рабочем месте. Материалы III международного научно-практического форума. Республиканский центр охраны труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 2019. — С. 152—156.
15. Кривуля С. Д., Капцов В. А., Боярчук И. Ф. Гигиенический мониторинг при транспортировке массовых химических грузов железнодорожным транспортом. — М.: ВНИИЖТ, 2001. — 477 с.

A. L. Kharitonenko, Senior Lecturer, e-mail: [tsar-87@mail.ru](mailto:tsar-87@mail.ru), Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## Apriori Assessment of Occupational and Industrial Risk to the Health of Tank Washers and Steamers

*We studied the levels of exposure to such factors as chemical, microclimate in different periods of the year, the severity of the labor process, which were leading in summing up the results of the assessment of the health risk of flushers-steamers. Time-based measurements were carried out to determine the duration of work operations and, accordingly, to adjust the actual levels of exposure to harmful factors on employees. The results of the work indicate the need to improve technological processes so that employees are not held hostage to irremediable harmful and / or dangerous production factors.*

**Keywords:** tank washer-steamer, railway tank cleaning, working conditions, health risk assessment, dangerous and harmful production factors, occupational disease index steaming

### References

1. Mihajlova Yu., Panchenko A. Chistyj biznes. Promyvka vagonov perekhodit na "zelyonye" tekhnologii. *Gudok: Izdatel'skij dom*. 07.09.2009. No. 166. URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=712514&archive=2009.09.07> (date of access 18.06.2020).
2. Haritonenko A. L., Zachinyayev Ya. V., Gladilin Yu. A., Sergienko Yu. V. Modul'nye peredvizhnye ustanovki s vozdeystviem na vodoneftyanye emul'sii magnitnym polem. *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk*. 2012. No. 3 (38). P. 45—48.
3. VNTP-88 MPS SSSR Vedomstvennye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya promyvochno-proparochnyh stancij. Moscow: MPS SSSR, 1989. 27 p.
4. Tipovoj tekhnologicheskij process raboty zheleznodorozhnyh stancij po nalivu i slivu neftegruzov i promyvochno-proparochnyh predpriyatij po ochistke i podgotovke cistern pod

- pervezoku gruzov. Moscow: MPS SSSR, 3 maya 1982 g. No. G-14540. 125 p.
5. **Haritonenko A. L., Zachinyaev Ya. V.** Analiz uslovij truda promyval'shchikov-proparshchikov cistern. *Materialy III Mezhdunar. konf. "Tekhnosfernaya i ekologicheskaya bezopasnost' na transporte (TEBTRANS-2012)"*. 21–23 noyabrya 2012 g. Saint-Petersburg: PGUPS. P. 254–257.
  6. **Haritonenko A. L., Zachinyaev Ya. V., Sergienko Yu. V.** Analiz faktorov proizvodstvennoj sredy i trudovogo processa na primere uslovij truda promyval'shchikov-proparshchikov. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa*. 2012. No. 4 (22). P. 87–90.
  7. **Kapcov V. A., Mezencev A. P., Pankova V. B.** Proizvodstvenno-professional'nyj risk zhelezodorozhnikov. Moscow: REINFOR, 2002. — 350 p.
  8. **Kop'tenkova O. I., Levanchuk A. V., Tursunov Z. Sh.** Ocenka riska dlya zdoro'ya pri vozdeystvii melkodispersnoj pyli v proizvodstvennyx usloviyax. *Medicina truda i promyshlennaya e'kologiya*. 2019. Vol. 59. No. 8. P. 458–462.
  9. **R 2.2.2006—05.** Gigiena truda. Rukovodstvo po gigienicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacii uslovij truda.
  10. **R 2.2.1766—03.** Gigiena truda. Rukovodstvo po ocenke professional'nogo riska dlya zdoro'ya rabotnikov. Organizacionno-metodicheskie osnovy, principy i kriterii ocenki: rukovodstvo.
  11. **MR 2.2.0138—18.** 2.2. Gigiena. Gigiena truda. Ocenka professional'nogo riska na himicheskix proizvodstvax. Metodicheskie rekomendacii.
  12. **Evtihin V. F.** Ochistka rezervuarov ot ostatkov i otlozhenij nefteproduktov: tematiceskij obzor. Moscow: CNIITeneft-ekhim, 1984. 63 p.
  13. **Rasporyazhenie** OAO "RZHD" ot 09.01.2014 No. 4r "Ob utverzhdenii instrukcij po ohrane truda po vagonnomu hozyajstvu".
  14. **Kopytenkova O. I., Tursunov Z. Sh., Levanchuk A. V.** Ispolzovanie metodologii ocenki riska zdoro'yu dlya gigienicheskoj karakteristiki uslovij truda v stroitelnoj otrasli. *V sbornike: Zdorove i bezopasnost na rabochem meste. Materialy III mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma. Respublikanskij centr ohrany truda ministerstva truda i social'noj zashhity Respubliki Belarus'*. 2019. P. 152–156.
  15. **Krivulya S. D., Kapcov V. A., Boyarchuk I. F.** Gigienicheskij monitoring pri transportirovke massovyh himicheskix gruzov zheleznodorozhnym transportom. Moscow: VNIIZHG, 2001. 477 p.

## Информация

### Уважаемые авторы и подписчики журнала!

Обращаем ваше внимание, что на сайте ВАК РФ размещен документ, озаглавленный "Справочная информация об отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее — Перечень), утвержденных приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586 (зарегистрирован Минюстом России 26 апреля 2017 г., регистрационный № 46507), с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 12 февраля 2018 г. № 99 (зарегистрирован Минюстом России 15 марта 2018 г., регистрационный № 50368), считаются включенными в Перечень. Журнал "Безопасность жизнедеятельности" включен в этот список (поз. 328, список от 24.07.2019). Считаю необходимым подчеркнуть, что текст п. 5 Правил формирования Перечня имеет продолжение: "по отраслям науки, соответствующим их профилю". Напомним, что еще до выхода первого номера журнала в январе 2001 г. в качестве основных тематических направлений профиля были определены вопросы безопасности деятельности человека, экологии и преподавания соответствующих дисциплин в высшей школе.



УДК 331.453

**О. И. Копытенкова**<sup>1</sup>, д-р мед. наук, проф., зам. зав. кафедрой,  
**Е. А. Сорокина**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: pingvin2800@gmail.com,  
**Л. А. Леванчук**<sup>1</sup>, инж. испытательного центра

<sup>1</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I

<sup>2</sup> Российский университет транспорта (МИИТ) Российской открытой академии  
транспорта

## Оценка и анализ условий труда слесарей-ремонтников как основа производственно-обусловленного риска

*Приведены данные анализа условий труда слесарей-ремонтников на основе использования отечественного и зарубежного опыта. Рассмотрены характеристики условий труда как факторов производственно-обусловленного риска для здоровья работников. Дан анализ показателей риска и состояния здоровья работников ремонтных цехов депо. Изучены причины и факторы угрозы здоровью работников. Определены направления улучшения условий труда.*

*Отмечено, что одним из перспективных направлений улучшения условий труда можно считать оборудование рабочих мест местной вытяжной вентиляцией с последующей очисткой воздуха. Интенсивность вытяжки должна быть рассчитана в зависимости от степени загрязнения воздуха рабочей зоны в месте проведения работ.*

**Ключевые слова:** условия труда, слесарь-ремонтник ремонтного цеха депо, методы и средства обеспечения безопасных условий труда, организационные мероприятия, технологические мероприятия

### Актуальность

В настоящее время на железнодорожном транспорте Российской Федерации, а именно в ремонтных цехах локомотивного депо работают слесари-ремонтники, без которых невозможно выполнение квалифицированного ремонта локомотивов и локомотивных устройств безопасности.

В обязанности слесаря-ремонтника подвижного состава входит выполнение слесарных и сварочных работ в соответствии с должностной инструкцией, утвержденной индивидуально для каждого депо в соответствии со спецификой условий работ на предприятии, а также с нормами, правилами и требованиями, предъявляемыми к работникам ОАО "РЖД" [1].

В условиях развития железнодорожного транспорта в России все больше уделяют внимания внедрению цифровых решений для выведения на новый уровень обслуживания локомотивов и локомотивных устройств безопасности. Это, в свою очередь, позволяет повышать производительность труда, способствует сокращению затрат, уменьшает время, затраченное на выполнение технологических операций по ремонту, и минимизирует человеческий фактор [2, 3].

Для поддержания тягового подвижного состава в технически исправном состоянии компанией ОАО "РЖД" внедрена "Система технического обслуживания и текущих ремонтов". Каждому виду ремонта и технического обслуживания соответствуют определенные нормы пробега и времени работы [4].

Основными условиями безопасной работы при выполнении слесарных операций являются правильная организация рабочего места, пользование только исправными инструментами, строгое соблюдение производственной дисциплины и требований охраны труда [5].

Результаты исследований отечественных и зарубежных авторов указывают на то, что факторы производственной среды являются факторами риска для здоровья работающих, могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм работника и способствуют развитию заболеваний производственно-обусловленных или профессиональных заболеваний [6, 7].

**Цель исследования.** Обоснование направлений совершенствования условий труда слесарей-ремонтников тягового подвижного состава на основе оценки профессионального риска и показателей утраты здоровья.

**Материалы и методы.** Оценка факторов рабочей среды (химических и физических), трудового процесса (тяжести и напряженности), а также общая гигиеническая оценка условий труда выполнены в соответствии с Руководством Р.2.2.2006—05 "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" и Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 № 33н "Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению" (с изменениями и дополнениями). Выполнена оценка профессионального риска в соответствии с ГОСТ Р 12.0.010—2009 ССБТ Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков [8].

**Обсуждение результатов.** Основываясь на результатах проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах слесарей-ремонтников в депо по ремонту и техническому обслуживанию тягового подвижного состава, идентифицирован перечень вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ), оказывающих непосредственное влияние на слесаря-ремонтника при выполнении должностных обязанностей и дана их количественная оценка (табл. 1).

Установлено, что на слесарей-ремонтников в депо по ремонту и техническому обслуживанию

тягового подвижного состава при выполнении должностных обязанностей оказывают влияние следующие вредные производственные факторы: загрязнители воздуха рабочей зоны, сверхнормативный уровень шума, ультрафиолетовое излучение, недостаточный уровень освещенности рабочих мест.

Риск рассчитан путем суммирования произведений возможных дискретных значений ущерба здоровью и жизни работника  $U_i$  на вероятность их наступления  $P_i$ :

$$R = \sum_{i=1}^n P_i U_i,$$

где  $n$  — число дискретных значений возможных ущербов.

Результаты расчета представлены в табл. 2.

В соответствии с трехуровневой шкалой оценки значимости рисков ГОСТ 12.0.010—2009 ССБТ Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков [8] риск составляет 13,2 и оценен как "Высокий".

Фактором, обладающим наиболее выраженным вредным действием на организм, является сверхнормативный уровень шума. Кроме того, имеются сведения о потенцировании негативного эффекта шума соединениями свинца [9]. Регрессионный анализ позволил разработать уравнения зависимости неблагоприятного действия шума и аэрозолей свинца.

$$Y = 2\,499\,540\,040,9e^{-0,230257x},$$

$$(R^2 = 0,95).$$

Таблица 1

Гигиеническая характеристика условий труда слесарей-ремонтников в депо по ремонту и техническому обслуживанию тягового подвижного состава [6]

№ п/п	Код фактора	Наименование ОВПФ, единица измерения	Фактический уровень ОВПФ	ПДК, ПДУ допустимый уровень	Величина отклонения	Класс условий труда, степень вредности и опасности
1	2.00	Химический фактор, мг/м <sup>3</sup>				
	2.01	Оксид углерода	25,0	20,0	1,25	3.1
		Оксид марганца	0,27	0,2	1,35	3.1
		Оксид железа	6,5	6,0	1,1	3.1
		Оксид азота	2,0	2,0	—	2
		Диоксид титана	5,2	10,0	—	2
Аэрозоли свинца	0,036	0,01	3,6	2		
2	4.00	Физический фактор				
	4.50	Шум общий, дБА	91	80	3,16	3.2
	4.51	Вибрация, дБ	В пределах ПДУ		—	2
	4.62	Температура воздуха, °С	18	17...23	—	2
3	5.00	Тяжесть труда	—	—	—	2
		Напряженность труда	—	—	—	2



Результаты расчета риска для условий труда слесарей-ремонтников в депо по ремонту и техническому обслуживанию тягового подвижного состава

Идентифицированные опасности	Возможный ущерб	Весовой коэффициент ущерба	Качественное значение вероятности наступления ущерба	Весовой коэффициент вероятности наступления ущерба	Численное значение вероятности (частоты) наступления ущерба	Риски по идентифицированным опасностям	Риск на рабочем месте	Оценка значимости риска на рабочем месте
Оксид углерода	Средний	15	Средняя	3	0,09	1,35	13,2	Высокий
Оксид марганца	Большой	15	Высокая	7	0,2	3,0		
Оксид железа	Средний	15	Средняя	3	0,09	1,35		
Аэрозоли свинца	Большой	15	Высокая	7	0,2	3,0		
Шум, дБА	Большой	15	Высокая	7	0,2	3,0		
Вибрация, дБ	Средний	10	Низкая	1	0,03	0,3		
Температура воздуха	Средний	10	Низкая	1	0,03	0,3		
Ультрафиолетовое излучение	Средний	10	Низкая	1	0,03	0,3		
Тяжесть трудового процесса	Средний	10	Низкая	1	0,03	0,3		
Напряженность трудового процесса	Средний	10	Низкая	1	0,03	0,3		
Исход, не связанный с наступлением ущерба	—	0	Средняя	3	0,09	0		

Расчеты показали, что при отсутствии средств индивидуальной защиты органов слуха и органов дыхания продолжительность стажа работника, не приводящего к утрате здоровья, составляет 1,7 года. Или при нормативной продолжительности рабочего стажа до достижения работником пенсионного возраста время работы не должно составлять более 45 минут за смену (3 часа 45 минут в неделю). Следовательно, для сохранения здоровья слесарей-ремонтников тягового подвижного состава и обеспечения высокой производительности труда работники должны быть обеспечены СИЗ для снижения уровня шума до нормативного (80 дБА) и СИЗ для защиты органов дыхания до величины гигиенических нормативов ПДК [10]. В противном случае должно быть сокращено время работы в неблагоприятных условиях, с заменой доли времени работы на работы в условиях, соответствующих гигиеническим нормативам.

**Выводы.** По результатам исследований условий труда и анализа риска установлено, что работники ремонтных цехов (слесари-ремонтники) депо подвержены воздействию ряда вредных факторов рабочей среды химической и физической природы.

Общая оценка условий труда составляет 3.2 (вредные 2-й степени). Такие условия труда нуждаются в улучшении.

Количественная характеристика риска для здоровья слесарей-ремонтников составляет 13,2, что позволяет характеризовать его как "Высокий".

Для создания безопасных условий труда необходимо обеспечить работающих средствами индивидуальной защиты органа слуха, обеспечивающих снижение шума на 11 дБА, и органов дыхания аэрозолей конденсации.

При отсутствии СИЗ или при отсутствии контроля их применения первые признаки утраты здоровья (неспецифические простудные заболевания) будут регистрироваться после двух лет стажа работы.

#### Список литературы

1. **Трудовой кодекс** Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 05 февраля 2018 г.). URL: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), свободный (дата обращения 01.08.2019).
2. **Федеральный закон** от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".
3. **Федеральный закон** "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона от 28.12.2013 № 421-ФЗ "О специальной оценке условий труда".

4. **Приказ Минтранса России** от 21 декабря 2010 г. № 286 (ред. от 01 сентября 2016 г.) "Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации". URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), свободный (дата обращения 11.06.2019).
5. **Касков Ю. Н.** Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на железнодорожном транспорте России // Сборник трудов III Съезда врачей железнодорожного транспорта России. — Ростов-н/Д, 2013. — С. 364—366.
6. **Постановление** Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2003 г. № 111 (ред. от 30 апреля 2010 г.) "О введении в действие "Санитарных правил по проектированию, размещению и эксплуатации депо по ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта. СП 2.5.1334—03" (вместе с "СП 2.5.1334—03. 2.5. Гигиена и эпидемиология на транспорте. Санитарные правила по проектированию, размещению и эксплуатации депо по ремонту подвижного состава железнодорожного транспорта. Санитарно-эпидемиологические правила", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.05.2003). URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), свободный (дата обращения 05.09.2019).
7. **Судейкина Н. А., Куренкова Г. В.** Гигиеническая оценка условий труда ремонтников железнодорожного подвижного состава в заводских условиях // Гигиена и санитария. — 2015. — № 94 (7). — С. 73—77.
8. **ГОСТ Р 12.0.010—2009** ССБТ Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.
9. **Измеров Н. Ф., Кириллов В. Ф., Матюхин В. В.** и др. Гигиена труда / Под ред Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. — М.: ГЭОТАРМедиа, 2010. — 592 с.
10. **Постановление** Главного государственного санитарного врача РФ от 19 декабря 2007 г. № 89 (ред. от 21 октября 2016 г.) "Об утверждении ГН 2.2.5.2308—07" (вместе с "ГН 2.2.5.2308—07. 2.2.5. Химические факторы производственной среды. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы"). URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), свободный (дата обращения 26.10.2019).

**О. И. Kopytenkova<sup>1</sup>**, Professor, **Е. А. Sorokina<sup>2</sup>**, Associate Professor,  
e-mail: [pingvin2800@gmail.com](mailto:pingvin2800@gmail.com), **L. A. Levanchuk<sup>1</sup>**, Test Center Engineer

<sup>1</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

<sup>2</sup> Russian University of Transport (MIIT), Moscow

## Assessment and Analysis of Working Conditions of Locksman and Repairs as the Basis of Production-Conditioned Risk

*The article analyzes the working conditions of repairmen based on the use of domestic and foreign experience. The characteristics of working conditions as factors of production-related risk to the health of workers are considered. The analysis of risk indicators and the state of health of employees of repair shops of the depot. The causes and factors of the threat to the health of workers are studied. Directions for improving working conditions are identified.*

*One of the promising directions for improving working conditions is the equipment of workplaces with local exhaust ventilation followed by air purification. The exhaust intensity should be calculated depending on the degree of air pollution of the working area at the place of work.*

**Keywords:** working conditions; repairman repair shop depot; methods and means of ensuring safe working conditions; organizational activities, technological activities

### References

1. **The Labor Code** of the Russian Federation of December 30, 2001 № 197-FZ (as amended on February 05, 2018). URL: [www.garant.ru](http://www.garant.ru), free (date of access 01.08.2019).
2. **Federal law** "On a special assessment of working conditions" dated 12.28.2013 No. 426-FZ.
3. **The Federal Law** "On Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation in Connection with the Adoption of the Federal Law" On Special Assessment of Working Conditions "dated 28.12.2013 No. 421-FZ.
4. **Order of the Ministry** of Transport of Russia dated December 21, 2010 № 286 (as amended on September 1, 2016) "On the Approval of the Rules for Technical Operation of Railways of the Russian Federation". URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), free (date of access 11.06.2019).
5. **Kaskov Yu. N.** Actual issues ensuring sanitary and epidemiological welfare in the railway transport of Russia // Proceedings of the III Congress of doctors of railway transport of Russia. Rostov-na-Donu, 2013. P. 364—366.
6. **Decree** of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated May 30, 2003 No. 111 (as amended on April 30, 2010) "On the Enactment of the Sanitary Rules for the Design, Placement and Operation of a Depot for Repairing Rolling Stock of Railway Transport. SP 2.5.1334—03" (together with " SP 2.5.1334—03. 2.5. Hygiene and epidemiology in transport. Sanitary rules for the design, placement and operation of a depot for the repair of rolling stock of railway transport. Sanitary and epidemiological rules ", approved. The chief state sanitary doctor of the Russian Federation on May 29, 2003). URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), free (date of access 09.05.2019).
7. **Sudeikina N. A., Kurenkova G. V.** Hygienic assessment of working conditions of railway rolling stock repairmen in a factory. *Hygiene and sanitation*. 2015. No. 94 (7). P. 73—77.
8. **ГОСТ Р 12.0.010—2009** SSBT. Systemy upravlenija ohranokoj truda. Opredelenie opasnostej i ocenka riskov.
9. **Izmerov N. F., Kirillov V. F., Matyukhin V. V.** et al. Occupational health / Under the editorship of N. F. Izmerov, V. F. Kirillova. Moscow: GEOTARMEDIA, 2010. 592 p.
10. **Resolution** of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated December 19, 2007 No. 89 (as amended on October 21, 2016) "On the approval of GN 2.2.5.2308—07" (together with "GN 2.2.5.2308—07. 2.2.5 Chemical factors of the production environment. Estimated safe exposure levels (SEC) of harmful substances in the air of the working area. Hygienic standards"). URL: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru), free (date of access 26.10.2019).

УДК 629.123

**Р. Г. Ахтямов**, канд. техн. наук, доц., **В. В. Ефременко**, магистрант,  
e-mail: valeriyaefr@gmail.com, Петербургский государственный университет путей  
связи Императора Александра I

## Повышение безопасности перевозки нефти и нефтепродуктов водным транспортом

*Приведены данные анализа мирового грузооборота нефти и нефтепродуктов морским транспортом. Показаны существующие способы транспортировки углеводородов водным транспортом с применением гибкой емкости в грузовом танке нефтеналивного судна. Рассмотрены недостатки приведенных способов, учитывая которые разработана инновационная конструкция грузового танка нефтеналивного судна с встроенной гибкой емкостью из полимерного материала. Обоснован выбор полимерного материала для гибкой емкости с учетом зависимости прочности при разрыве от степени набухания, обусловленной воздействием различных нефтепродуктов.*

**Ключевые слова:** углеводороды, транспортировка, нефтеналивное судно, гибкая емкость, поливинилхлорид, термопластические эластомеры

Анализ расчетов секретариата Конференции ООН по торговле и развитию (UNCTAD) в 2018 г. на основе данных агентства Clarkson Research [1] показал, что мировой грузооборот морского транспорта по различным видам груза увеличивается, в том числе и грузооборот нефти и нефтепродуктов. Динамика мирового грузооборота нефти за 2000—2018 гг. приведена на рис. 1. Как видно из рисунка, наблюдается рост мирового грузооборота нефти, что ведет к увеличению загрязнения вод Мирового океана нефтью и нефтепродуктами. Так, на всех этапах

добычи и транспортировки ежегодно теряется более 45 млн т нефти.

Рынок перевозки и перевалки нефти на северо-западе России активно развивается, что обуславливает дальнейший рост танкерного флота, а соответственно, и грузооборота портов Финского залива. На рис. 2 приведены данные по грузообороту морских портов Российской Федерации в разрезе бассейнов в 2015—2017 гг. Как видно из рисунка, основная нагрузка приходится на порты Балтийского и Азово-Черноморского бассейнов.

Одним из перспективных направлений в транспортировке углеводородов водным транспортом с учетом минимизации экологических рисков является использование гибкой емкости в грузовом танке нефтеналивного судна [3].

Другой способ перевозки нефти и нефтепродуктов водным транспортом — использование грузового танка судна, включающего расположенную внутри корпуса под палубой нефтестойкую эластичную оболочку для загрузки нефтепродуктов, пневматические эластичные баллоны, эластичную оболочку, связанную тросами по всему периметру с конструкциями

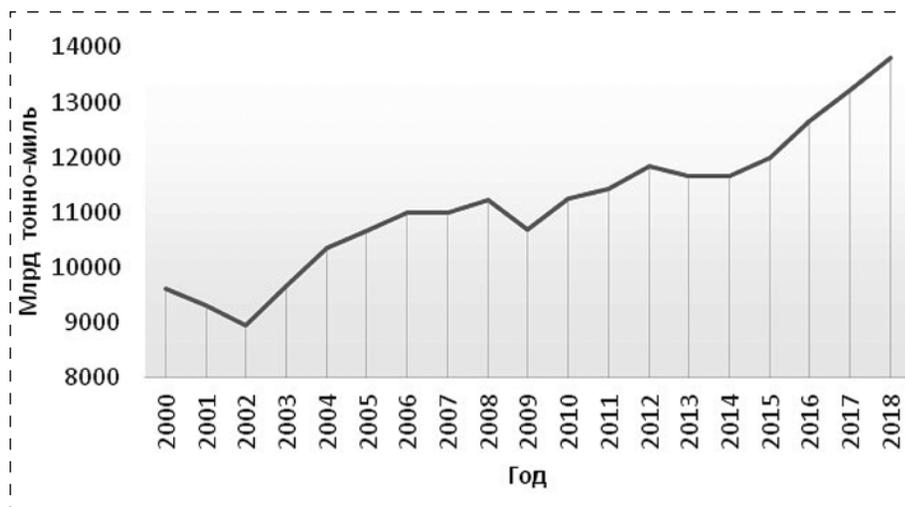


Рис. 1. Динамика мирового грузооборота нефти за 2000—2018 г.



Рис. 2. Грузооборот морских портов РФ в разрезе бассейнов в 2015–2017 гг. млн т [2]

корпуса и образующую с бортами, палубой и днищем полости, заполненные жидкостью, а пневматические эластичные баллоны размещены в полостях [4].

Также существует грузовой танк нефтеналивного судна, включающий гибкую емкость из материала, устойчивого к углеводородам и морской воде; фланцевый люк сверху, через который вставлена гибкая емкость; трубу для погрузки и выгрузки углеводородов, имеющую устройства в виде дисков; трубу для закачки и удаления балластных вод, горловину с ручками управления; трубы, предусмотренные для циркуляции воздуха и газов [5].

Недостатком двух последних из перечисленных [4, 5] грузовых танков нефтеналивного судна является высокая вероятность интродукции инвазивных видов с балластными водами нефтеналивного судна, а также существенная взрывоопасность вследствие наличия газовой среды в процессе погрузки и выгрузки углеводородов.

Для исключения перечисленных недостатков предлагается осуществлять транспортировку нефти во встроенной в грузовой танк гибкой емкости из полимерного материала [6], преимуществом которой является изоляция углеводородов от стенок грузового танка и балластных вод, что позволяет практически полностью исключить загрязнение воды, используемой в качестве балласта и применяемой для мойки грузовых танков. На рис. 3 показан грузовой танк нефтеналивного судна, основанный на применении встроенной гибкой емкости для транспортировки нефти и нефтепродуктов.

На нефтеналивном судне 1 установлен грузовой танк 2, который состоит из корпуса с помещенной

в нем гибкой емкостью 3 из материала, устойчивого к углеводородам и морской воде (например, ламинированная влагонепроницаемая полипропиленовая ткань, материал из поливинилхлорида, армированный стекловолокном, ткань, покрытая резистентными смолами или эластомерами). Емкость 3 соединена через сливо-наливной клапан 4 с трубой

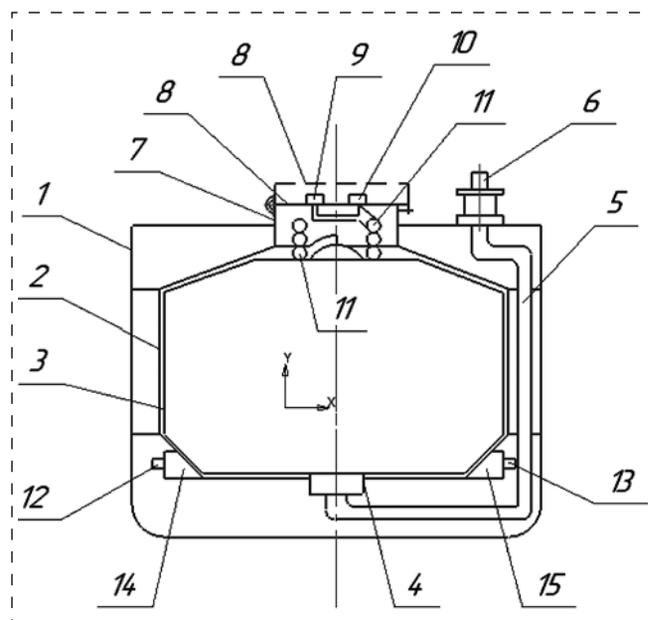


Рис. 3. Грузовой танк нефтеналивного судна:

1 — нефтеналивное судно; 2 — грузовой танк; 3 — гибкая емкость из материала, устойчивого к углеводородам и морской воде; 4 — сливо-наливной клапан; 5 — труба для погрузки и выгрузки углеводородов; 6 — кран погрузки и выгрузки углеводородов; 7 — грузовой люк; 8 — крышка; 9 — обратный клапан для стравливания паров топлива; 10 — обратный клапан для подсоса воздуха; 11 — гофрированный рукав; 12, 13 — трубы для закачки и удаления балластных вод; 14, 15 — устройства обработки балластных вод от инвазивных видов

для погрузки и выгрузки углеводородов 5, соединенной с краном 6 погрузки и выгрузки углеводородов. Корпус грузового танка 2 имеет грузовой люк 7 с крышкой 8, на которой закреплен обратный клапан 9 для стравливания паров топлива из гибкой емкости 3, а также обратный клапан 10 для подсоса воздуха в гибкую емкость 3 при откачке из нее остатков топлива. Обратные клапаны 9 и 10 соединены гофрированным рукавом 11 с внутренней полостью гибкой емкости 3 в ее верхней точке. В нижней части грузового танка 2 за пределами сливо-наливного клапана 4 имеются трубы 12 и 13 для закачки балластных вод в грузовой танк 2 через устройства 14 и 15 обработки балластных вод от инвазивных видов и удаления их из грузового танка 2.

На рис. 4 показан грузовой танк нефтеналивного судна с полностью выгруженной гибкой емкостью, а на рис. 5 — грузовой танк нефтеналивного судна с частично заполненной гибкой емкостью.

Предлагаемая конструкция грузового танка работает следующим образом. При погрузке топлива в гибкую емкость 3 топливный трубопровод от поставщика соединяют с краном погрузки и выгрузки углеводородов 6 и открывают его. В топливном трубопроводе создают давление и по трубе для погрузки и выгрузки углеводородов 5 подают топливо в гибкую емкость 3. В случае если грузовой танк 2 заполнен водой, ее отводят по трубам для закачки и удаления балластных вод 12

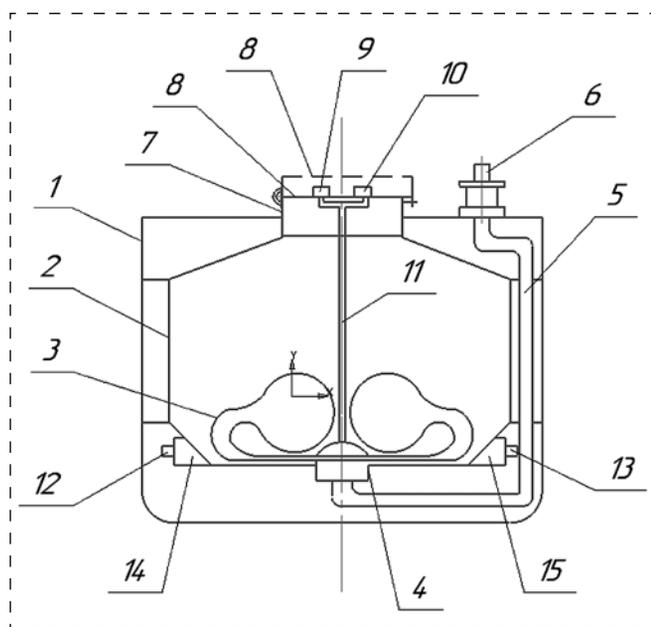


Рис. 4. Грузовой танк нефтеналивного судна с полностью выгруженной гибкой емкостью

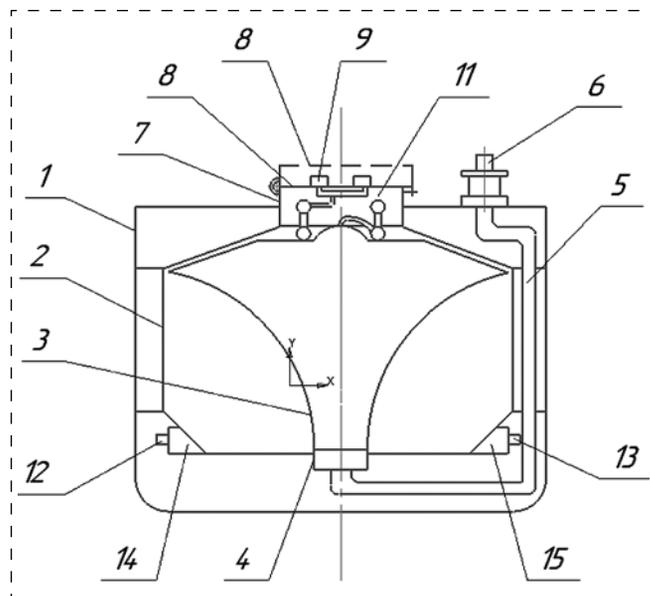


Рис. 5. Грузовой танк нефтеналивного судна с частично заполненной гибкой емкостью

и 13. Наполняют гибкую емкость 3 до заполнения ею пространства грузового танка 2, после чего кран погрузки и выгрузки 6 закрывают и снижают давление топлива в топливном трубопроводе поставщика.

Небольшую воздушную пробку с парами топлива в верхней части гибкой емкости 3 удаляют автоматически с помощью обратного клапана 9 для стравливания паров топлива по гофрированному рукаву 11 в конце погрузки. При этом для устранения люфтов и перемещения оболочки гибкой емкости 3 относительно корпуса грузового танка 2 между ними закачивается вода по трубам для закачки и удаления балластных вод 12 и 13 через устройства обработки балластных вод от инвазивных видов 14 и 15, газовая среда там отсутствует, а в гибкой емкости 3 — взрывобезопасная среда, так как нет контакта с кислородом атмосферы.

При выгрузке топлива из гибкой емкости 3 топливный кран от потребителя соединяют с краном погрузки и выгрузки углеводородов 6 и открывают его. По трубе для погрузки и выгрузки углеводородов 5 выгружают топливо из гибкой емкости 3. По мере выгрузки топлива в пространство между внутренними стенками корпуса грузового танка 2 и гибкой емкостью 3 подают воду по трубам для закачки и удаления балластных вод 12 и 13 через устройства обработки балластных вод от инвазивных видов 14 и 15 для поднятия нижней части гибкой емкости 3 в целях сбора и выгрузки остатков топлива с донной части гибкой емкости 3.

Полную выгрузку топлива из гибкой емкости 3 определяют средствами автоматики или визуально по интенсивному отсосу воздуха через обратный клапан для подсоса воздуха 10 в гибкую емкость 3. При этом грузовой танк 2 полностью заполнен водой, а гибкая емкость 3 размещается в сжатом виде на его дне и фактически не имеет внутреннего объема, т. е. не имеет взрывоопасной среды. При необходимости профилактического осмотра гибкой емкости 3, а также при погрузке топлива воду из грузового танка 2 удаляют по трубам для закачки и удаления балластных вод 12 и 13.

Помимо экологической безопасности, которую обеспечивают устройства для обработки балластных вод от инвазивных видов, и гибкая емкость, снижающая потребность в мойке танка от остатков нефтегруза и изолирующая остатки углеводородов от балластных вод, обеспечивается безопасность процесса погрузки и выгрузки углеводородов созданием взрывобезопасной газовой среды. При авариях на танкерах гибкая емкость обеспечит изоляцию нефти и нефтепродуктов, что предотвратит разлив при повреждении корпуса танка, если сама емкость не будет повреждена.

Принципиально новый подход к созданию конструкции танка нефтеналивного судна с использованием гибкой емкости предполагает применение материала, соответствующего следующим базовым критериям: устойчивость к углеводородам и морской воде, а также высокая механическая прочность.

В Методике оценки стойкости полимерных материалов в агрессивной среде согласно международному стандарту ASTM D 471 "Standard Test Method for Rubber Property — Effect of Liquids" [7] предлагаются следующие характеристики материала: степень набухания образца (изменение массы и геометрических размеров образца); изменение физико-механических параметров (в % от исходного) — твердости, относительного удлинения и прочности при разрыве.

В табл. 1 приведена характеристика некоторых полимерных материалов в зависимости от воздействия различных нефтепродуктов [8]. Из таблицы видно, что материал, в состав которого входит поливинилхлорид (ПВХ), обладает наиболее высокими показателями в отличие от других, однако, помимо основных характеристик, которые необходимо учитывать при выборе материала, рекомендуется выделить дополнительные: пожароопасность и экологичность. Поэтому наиболее приоритетными в использовании следует считать термопластические эластомеры, так как

для ПВХ характерна высокая токсичность продуктов его разложения, что крайне опасно при возникновении пожара на борту нефтеналивного судна. Преимуществами термопластических эластомеров является более быстрая и простая переработка на оборудовании, предназначенном в том числе и для термопластов, более низкая стоимость, а также отсутствие отходов: все детали могут быть переработаны повторно [8].

Составим парное линейное уравнение регрессии с произвольными коэффициентами  $a$  и  $b$  на примере термоэластопласта на основе полиуретана марки Ellastollan, где для объяснения переменной прочности при разрыве  $y$  используем фактор  $x$  — степень набухания, т. е.

$$\hat{y}_x = a + bx. \quad (1)$$

Результаты расчетов функции регрессии на основе данных из табл. 1 приведены в табл. 2.

Воспользуемся решением системы двух уравнений относительно двух переменных  $a$  и  $b$ :

$$\begin{aligned} b &= \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - \bar{x}^2}, \\ a &= \bar{y} - b\bar{x}. \end{aligned} \quad (2)$$

В формулах (2) используются обозначения:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; \quad \overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i; \quad x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2.$$

Подставим значения из табл. 2

$$\begin{aligned} b &= \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{x^2 - (\bar{x})^2} = \frac{483,35 - 7,25 \cdot 57}{88,045 - (7,25)^2} = \frac{70,1}{35,4825} \approx 1,98; \\ a &= \bar{y} - b\bar{x} = 57 - 14,355 \approx 42,645. \end{aligned}$$

В результате парное линейное уравнение (1) будет выглядеть следующим образом:

$$\hat{y}_x = a + bx = 42,645 + 1,98x.$$

Для анализа влияния степени набухания на прочность при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) термоэластопласта на основе полиуретана марки Ellastollan в зависимости от воздействия различных нефтепродуктов построен график парной линейной регрессии зависимости между прочностью при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) и степенью набухания термоэластопласта, приведенный на рис. 6.

Как видно из рисунка, зависимость прочности при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) от степени набухания термоэластопласта на основе полиуретана марки Ellastollan, обусловленной воздействием



Таблица 1

Характеристика некоторых полимерных материалов в зависимости от воздействия различных нефтепродуктов [8]

№ п/п	Наименование параметра	Полимерный материал				
		ПВХ-пластикат марки ИТ-105 П-А	Термоэластопласт марки Томполен	Термоэластопласт на основе стирол-(этиленбутилен)-стирольного сополимера марки Tefablok	Термоэластопласт на основе полиуретана марки Elastollan	Термоэластопласт на основе смеси полиуретана и полибутилентерефталата марки Desmopan
1	После выдержки в дизельном топливе "Летнее" (23 °С — 168 ч): 1. Степень набухания, %	+1	+2	+20	+1,3	+0,5
	2. Сохранение упруго-прочностных параметров, %: прочность при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) относительное удлинение при разрыве ( $\Delta\epsilon_p$ )	100 60	40 81	30 30	43 40	80 50
2	После выдержки в дизельном топливе "Зимнее" (23 °С — 168 ч): 1. Степень набухания, %	+1	+0,5	+24	+2	+0,9
	2. Сохранение упруго-прочностных параметров, %: прочность при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) относительное удлинение при разрыве ( $\Delta\epsilon_p$ )	100 40	94 95	10 11	50 50	70 30
3	После выдержки в трансформаторном масле (125 °С — 70 ч): 1. Степень набухания, %	-11	-11	+33	+10	+9
	2. Сохранение упруго-прочностных параметров, %: прочность при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) относительное удлинение при разрыве ( $\Delta\epsilon_p$ )	170 30	175 114	4 9	60 70	50 50
4	После выдержки в масле АМТ-300 (125 °С — 70 ч): 1. Степень набухания, %	+3	+5,3	+53	+15,7	10,5
	2. Сохранение упруго-прочностных параметров, %: прочность при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) относительное удлинение при разрыве ( $\Delta\epsilon_p$ )	100 80	149 113	0 0	75 77	59 60

различных нефтепродуктов, имеет практически линейный характер.

Таким образом, для решения существующей проблемы обеспечения безопасности при

Таблица 2

Результаты расчетов функции регрессии

№ п/п	$x_i$	$y_i$	$x_i \cdot y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$
1	1,3	43	55,9	1,69	1849
2	2	50	100	4	2500
3	10	60	600	100	3600
4	15,7	75	1177,5	246,49	5625
$\Sigma$	29	228	1933,4	352,18	13 574
Среднее значение	7,25	57	483,35	88,045	3393,5

перевозке углеводородов водным транспортом, разработан и запатентован грузовой танк нефтеналивного судна с гибкой емкостью из полимерного материала, исключающей контакт нефти с балластными водами и содержащей устройства обработки балластных вод от инвазивных видов. Обоснован выбор полимерного материала для гибкой емкости с учетом зависимости прочности при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) от степени набухания, обусловленной воздействием различных нефтепродуктов. Для изготовления гибкой емкости рекомендуется использовать термопластические эластомеры, преимуществами которых является более быстрая и простая переработка на оборудовании, предназначенном в том числе и для термопластов, более низкая стоимость, а также отсутствие отходов.

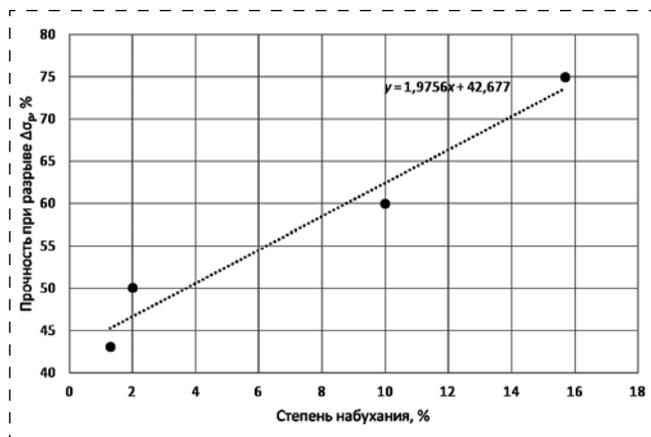


Рис. 6. Зависимость прочности при разрыве ( $\Delta\sigma_p$ ) от степени набухания термоэластопласта на основе полиуретана марки Elastollan в зависимости от воздействия различных нефтепродуктов

### Список литературы

1. Review Transport of Maritime 2018. Geneva. United Nations publication. 2018.
2. Обзор российского транспортного сектора в 2017 году. КППМГ в России и СНГ, 2018. URL: <https://ru.investinrussia.com/data/files/sectors/ru-ru-transport-survey-2018.pdf> (дата обращения 15.02.2020).

3. Ефременко В. В., Ахтямов Р. Г., Титова Т. С. Оценка и обеспечение безопасности при перевозке углеводородов водным транспортом // Экологические проблемы природо- и недропользования. Материалы XIX международной молодежной научной конференции, 2019. С. 145–149.
4. Грузовой танк судна для перевозки нефти и нефтепродуктов: а.с. 1044549 СССР МКИ В 63 В 25/12 / А. Д. Ковтун, М. Н. Александров. № 2745465/27-11. 3 с.
5. Резервуар для морской или речной транспортировки углеводородов: а.с. 2333700 Франция МКИ В 63 В 25/08, 11/04; В 65 D 77/06, 87/24 / Раймонд Бонафос. № 7537287. 8 с.
6. Грузовой танк нефтеналивного судна: пат. 192966 Российская Федерация, МПК: В63В 11/04, В63В 57/04, В63В 25/08, В65D 77/06/ Т. С. Титова, Р. Г. Ахтямов, В. В. Ефременко. № 2019114528. 3 с.
7. ASTM D 471 Standard Test Method for Rubber Property — Effect of Liquids. URL: <https://ru.scribd.com/doc/218745743/ASTM-D471-Standard-Test-Method-for-Rubber-Property> (дата обращения 10.02.2020).
8. Аблеев Р. И., Волошин Р. И., Рагулин Р. И., Гимаев Р. Н. Оценка эксплуатационной стойкости полимерных материалов, применяемых в технологиях нефтегазодобычи // Нефтегазовое дело. — 2011. — № 6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20893495> (дата обращения 04.02.2020).
9. Мартин Д. М., Смит У. К., Красовский В. Н. Производство и применение резинотехнических изделий / Под ред. С. Ч. Бхати. — СПб.: Профессия, 2013. — 480 с.

R. G. Akhtyamov, Associate Professor, V. V. Efremenko, Master Degree Student, e-mail: [valeriyaefr@gmail.com](mailto:valeriyaefr@gmail.com), Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## Improving the Safety of Oil Transportation by Water Transport

*The analysis of the global cargo turnover of oil and oil products by sea. The existing methods for transporting hydrocarbons by water using a flexible tank in a cargo tank of an oil tanker are shown. The shortcomings of the above methods were identified, on the basis of which an innovative design of the cargo tank of an oil loading vessel with an integrated flexible container made of polymer material was developed and proposed. A polymer material for a flexible tank is substantiated, taking into account the dependence of the tensile strength on the degree of swelling due to the effect of various oil products.*

**Keywords:** hydrocarbons, transportation, oil tanker, flexible tank, polyvinyl chloride, thermo-plastic elastomers

### Reference

1. Review Transport of Maritime 2018. Geneva, United Nations publication. 2018.
2. Обзор российского транспортного сектора в 2017 году. КППМГ в России и СНГ. 2018. URL: <https://ru.investinrussia.com/data/files/sectors/ru-ru-transport-survey-2018.pdf> (date of access 15.02.2020).
3. Efremenko V. V., Akhtyamov R. G., Titova T. S. Ocenka i obespechenie bezopasnosti pri перевозке углеводородов водным транспортом. *Ekologicheskie problemy prirodno- i nedropol'zovaniya. Materialy XIX mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii*. 2019. P. 145–149.
4. Грузовой танк судна для перевозки нефти и нефтепродуктов: с.с. 1044549 USSR МКИ В 63 В 25/12 / А. Д. Ковтун, М. Н. Александров. № 2745465/27-11. 3 п.

5. Tank for sea or river transportation of hydrocarbons: с.с. 2333700 France МКИ В 63 В 25/08, 11/04; В 65 D 77/06, 87/24 / Raymond Bonafos. № 7537287. 8 p.
6. Грузовой танк нефтеналивного судна: пат. 192966 Russian Federation, IPC: В63В 11/04, В63В 57/04, В63В 25/08, В65D 77/06/ Т. С. Титова, Р. Г. Ахтямов, В. В. Ефременко. № 2019114528. 3 p.
7. ASTM D 471 "Standard Test Method for Rubber Property — Effect of Liquids".
8. Ableev R. I., Voloshin R. I., Ragulin R. I., Gimaev R. N. Ocenka ekspluatacionnoj stojkosti polimernyh materialov, primenyayemyh v tekhnologiyah neftegazodobychi. *Neftegazovoe delo*. 2011. No. 6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20893495> (date of access 04.02.2020).
9. Martin D. M., Smit U. K., Krasovskij V. N. Proizvodstvo i primenenie rezinotekhnicheskikh izdelij / Pod red. S. Ch. Bhati. Saint-Petersburg: Professiya, 2013. 480 p.



УДК 504.06:622.33

**А. В. Харламова**, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: technosfera2017@mail.ru, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

## Депонирование углерода искусственными лесными экосистемами терриконов угольных шахт

*Исследована возможность депонирования углерода путем создания лесных экосистем на поверхности терриконов (отвалов) угольных шахт. Рассчитана суммарная площадь поверхности 1500 терриконов Донецкого угольного бассейна. Получены теоретические результаты абсорбции диоксида углерода на исследуемых отвалах.*

**Ключевые слова:** террикон, лесная экосистема, рекультивация, депонирование углерода, абсорбция диоксида углерода

### Введение

Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере Земли и связанное с этим изменение климата планеты на сегодняшний день является одной из основных глобальных экологических проблем, получивших название "Парниковый эффект" [1]. Примерно 80 % массы парниковых газов приходится на диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), в связи с чем вопросу снижения концентрации углекислого газа в атмосфере уделяется особое внимание [2].

Одним из способов сокращения концентрации углекислого газа в атмосфере в рамках выполнения положений Киотского протокола является сохранение лесов, улучшение их структуры, повышение производительности, содействие рациональным методам ведения лесного хозяйства, лесовосстановлению на устойчивой основе [3].

Лесные экосистемы мира участвуют в углеродном балансе, ежегодно депонируя углекислый газ в размере 1,8...2,9 млрд т, что эквивалентно 0,5...0,8 млрд т абсорбированного углерода [4].

Свои обязанности страны — участницы Киотского процесса могут выполнить путем применения мер по снижению выбросов в атмосферу парниковых газов и увеличения стока углерода в наземные лесные экосистемы [1].

Однако для создания "киотских" лесов, депонирующих углерод, должны использоваться территории, не пригодные для сельскохозяйственного производства и не занятые лесом в течение последних 50 лет. Поэтому возникает проблема нехватки территорий для увеличения площади лесов.

На территории Донецкого угольного бассейна решением этой проблемы может стать использование для создания лесов поверхности отвалов угольных шахт, тем более, что угледобывающие предприятия в этом тоже могут найти выгоду.

Горнодобывающие предприятия после окончания эксплуатации земельного отвала остаются юридически ответственными и обязаны восстановить до первоначального состояния качество арендованных земель [5]. Создание на терриконах "киотских" лесов, депонирующих углерод, может помочь шахтам решить эту проблему, поскольку именно государство заинтересовано в расширении покрытых лесом площадей.

Частые пожары, засухи, вредители и другие неблагоприятные факторы постоянно снижают эффективность лесокультурного производства и ухудшают состояние лесов. Достаточное финансирование и развитие материально-технической базы лесного хозяйства является гарантом стабильного развития лесных экосистем и улучшения экологической ситуации регионов [6].

Вопросы, связанные с ролью лесных экосистем в предотвращении изменения климата, исследовались различными авторами. Так, в работе [2] рассмотрена роль лесных экосистем центрального Полесья как важного фактора депонирования углерода с целью решения глобальной проблемы изменения климата. Изучался вклад лесонасаждений в баланс стока и эмиссии углерода, а также рассматривались данные вопросы в эколого-экономических системах [1, 4]. Однако какие-либо исследования возможности использования лесонасаждений рекультивированных отвалов угольных шахт в качестве лесов,

депонирующих углерод, в данной области отсутствуют.

Целью данного исследования было изучение возможности формирования лесных экосистем, депонирующих углерод на терриконах угольных шахт Донецкого угольного бассейна.

Для достижения поставленной цели было исследовано наличие растительности на терриконах Донецкого угольного бассейна, рассчитаны суммарные показатели площади поверхности исследуемых отвалов и предполагаемой абсорбции CO<sub>2</sub> лесонасаждениями на данных отвалах в случае их озеленения, а также изучены параметры существующего древостоя на типичном для данного региона рекультивированном отвале угольной шахты.

### Материал и результаты исследований

Для решения данной задачи с помощью программного обеспечения Google Earth [7] было исследовано 46 отвалов угольных шахт Донецкого угольного бассейна. В частности, проведена визуальная оценка степени плотности растительного покрова покрытой лесом поверхности, рассчитаны площади поверхности данных отвалов (см. таблицу). По полученным результатам видно, что большая часть исследуемых отвалов не рекультивирована, а суммарная площадь их поверхности, которая может быть использована для создания "киотских лесов", составила 3 316 522 м<sup>2</sup>.

Известно, что на территории Донецкого угольного бассейна находится около 1500 отвалов пустой породы — терриконов, общая площадь, занятая породными отвалами угольных шахт, составляет более 7 тыс. га [8]. Проводя их рекультивацию, в частности ее биологический этап, можно тем самым фактически создавать "киотские" леса, которые позволят получить необходимый сток углерода в наземные экосистемы, и такие действия могут быть профинансированы из бюджета.

Исходя из того, что 1 га городских насаждений поглощает в течение часа 8 кг диоксида углерода [9], было рассчитано предполагаемое количество абсорбированного CO<sub>2</sub> лесонасаждениями исследуемых отвалов, при условии их озеленения. Полученные теоретические результаты абсорбции представлены в таблице. Так, было установлено, что суммарный предполагаемый сток диоксида углерода лесными экосистемами исследованных отвалов после их озеленения составит 23 242,19 т/год.

Полученные данные площадей поверхности исследуемых отвалов угольных шахт были проверены на однородность и достоверность.

Методом спрямленных диаграмм графически была подтверждена гипотеза о нормальном распределении данной генеральной совокупности. Поскольку все точки (кроме "начальных" и "конечных") лежат вблизи прямой, то нет оснований отвергать гипотезу о нормальном распределении [10].

**Предполагаемая абсорбция CO<sub>2</sub> лесными насаждениями, формируемыми на терриконах угольных шахт**

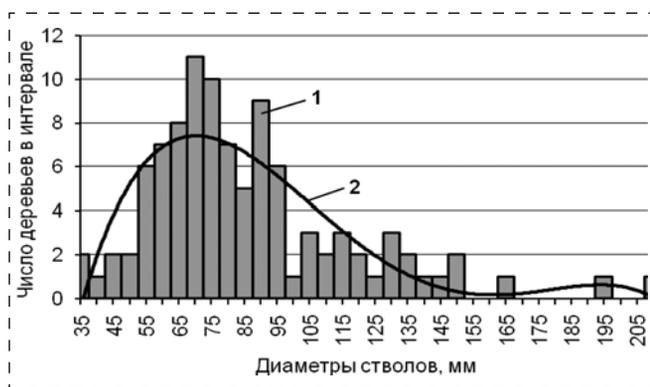
№ террикона	Характеристика растительного покрова	Площадь поверхности террикона, м <sup>2</sup>	Предполагаемая абсорбция CO <sub>2</sub> , т/год
1	Террикон не озеленен, естественное зарастание на 20 %	55 138,31	386,41
2-9	Террикон не озеленен	613 027,77	4296,10
10, 13	Террикон не озеленен	191 754,07	1343,81
11-12	Террикон не озеленен, естественное зарастание у подножия, растительный покров 10 %	61 780,57	432,96
14, 23, 34,	Террикон не озеленен, естественное зарастание древесной растительностью на 20...25 %	232 964,96	1632,62
17, 25	Террикон не озеленен, естественное зарастание древесной растительностью на 5 %	92 313,51	646,93
27, 36	Террикон озеленен, покрыт древостоем на 50 %	137 707,46	965,05
29-31	Озеленено плато террикона	216 690,5	1518,57
15-16, 18-22, 24, 26, 28, 32-33, 35, 37-46	Террикон не озеленен	1 715 144,84	12 019,74

По полученным данным был рассчитан средний показатель площади поверхности типичного отвала, равный 72 098,3 м<sup>2</sup>. Зная, что на территории Донецкого угольного бассейна находится около 1500 терриконов угольных шахт, было установлено, что годовая абсорбция CO<sub>2</sub> поверхностью всех имеющихся отвалов в среднем составит 760 тыс. т/год.

По оценкам специалистов, наиболее высокопроизводительными считаются средневозрастной древостой всех пород, где отмечается максимум прироста древесины, следовательно, и фитомассы как аккумулятора углерода. В насаждениях этой возрастной группы соотношение между фотосинтезом и эмиссией углерода в атмосферу наиболее благоприятное для положительного баланса между поглощением и выделением углекислого газа [4].

Поэтому для решения второй задачи по изучению параметров существующего древостоя было проанализировано экологическое состояние средневозрастного древостоя типичного рекультивированного террикона шахты. Горнотехнический этап рекультивации состоял из срезания вершины террикона и нанесения на нее потенциально плодородного почвогрунта. Биологический этап проводился в 1984—1985 гг. и состоял в высадке на склонах и вершине акации белой (*Robinia pseudoacacia*). В процессе развития природного биоценоза поверхность отвала покрылась густым травяным покровом.

Рассмотрим основные показатели роста акации белой на указанном отвале. Диаметры стволов большей части деревьев находятся в диапазоне от 55 до 95 мм (см. рисунок) при высоте около 5...6 м. Из полученных данных видно, что



**Количественные характеристики измерений диаметров стволов акации белой:**

1 — гистограмма измерений; 2 — кривая функции распределения

лесонасаждения акации белой, произрастающей на исследуемом терриконе, соответствуют III классу бонитета. Также были измерены приросты по диаметру срезов модельных деревьев акации белой в возрасте 24 года.

Средний годовой прирост за весь жизненный цикл модельных деревьев с вершины отвала, а также его западного, северного и южного склонов, составил соответственно 2,4; 1,34; 1,45 и 1,2 мм, что находится в хорошем соответствии с приростом акации белой в степной зоне.

Таким образом, можно сделать вывод, что создание "киотских" лесов, депонирующих углерод на поверхностях отвалов угольных шахт Донецкого угольного бассейна, полностью обоснован.

### Выводы

1. Формирование древесных фитоценозов на поверхностях недействующих отвалов угольных шахт позволило бы не только улучшить экологическое состояние окружающей среды, но и получить сток CO<sub>2</sub> в наземные лесные экосистемы. Расчеты, выполненные для 46 отвалов угольных шахт Донецкого угольного бассейна, показывают, что после их озеленения абсорбция диоксида углерода составит 23 242 т/год. А для 1500 терриконов, расположенных в данном регионе, эта цифра будет составлять примерно 760 000 т/год.

2. Проведенные исследования параметров средневозрастного древостоя рекультивированного террикона показали, что даже при неблагоприятных условиях произрастания древостоя на отвалах угольных шахт существует возможность выращивания лесонасаждений, продуктивность которых достаточно велика и соответствует III классу бонитета.

### Список литературы

1. **Загрязнение атмосферы:** Проблемы круговорота углерода в эколого-экономических системах. URL: <http://bg-znanie.ru/article.php?nid=33601> (дата обращения 21.06.2020).
2. **Харламова А. В., Верех-Белоусова Е. И.** Влияние эдафических условий рекультивированных породных отвалов на эффективность снижения их негативного воздействия на прилегающие территории // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2018. — № 10 (214). — С. 29—35.
3. **Киотский** Протокол к Рамочной Конвенции организации объединенных наций об изменении климата, 1998. — 26 с.
4. **Тулохонов А. К., Пунцукова С. Д., Скулкина Н. А., Кузнецов Ю. А.** Вклад лесов Бурятии в баланс стока и эмиссии углерода. — Улан-Удэ: Байкальский институт природопользования, 2006. — С. 41—48.

5. **Весел Н. Н., Мормуль Е. Н.** Усовершенствование технологии открытых горных работ в режиме землесбережения. — Днепропетровск: Наука і освіта, 2008. — 268 с.
6. **Зубов А. Р., Зубова Л. Г., Воробьев С. Г., Зубов А. А., Харламова А. В.** Повышение экологической безопасности породных отвалов угольных шахт: Монография. — Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. — 176 с.
7. **Харламова А. В., Харламов М. Ю.** Использование картографических веб-сервисов при проведении экологических исследований // Компьютерные науки для информационного общества: Материалы международной научно-практической конференции.— Луганск: Ноулджд, 2010.— С. 294—296.
8. **Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Воробьев С. Г., Сиволап С. И., Харламова А. В., Зубов А. А.** Оптимизация терриконовых ландшафтов: Монография. — Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2010. — 200 с.
9. **Кучерявый В. А.** Зеленая зона города. — К.: Наукова думка, 1981. — С. 21.
10. **Гмурман В. Е.** Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие.— М.: Высшее образование, 2006. — 476 с.
11. **Гаврилова А. А., Копытенкова О. И., Андреева Л. А., Фролов А. В.** Количественная оценка аккумуляции тяжелых металлов в растениях в зависимости от удаленности автодорог в центре Санкт-Петербурга. Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 10 (214). — С. 44—47.

**A. V. Kharlamova**, Associate Professor, e-mail: texnosfera2017@mail.ru,  
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## Deposition of Carbon by Artificial Wood Ecosystems on Waste Banks Collieries

*Possibility of deposition of carbon by formation of wood ecosystems on a surface of collieries waste banks was investigated. The total area of a surface of 1500 Donbass waste banks was calculated. Theoretical results of absorption of a dioxide of carbon on investigated waste banks were received.*

**Keywords:** waste bank, wood ecosystem, recultivation, carbon deposition, absorption of a dioxide of carbon

### References

1. **Contamination** of atmosphere: Problems of rotation of carbon are in the ekologo-ekonomicheskikh systems. Access mode: <http://bg-znanie.ru/article.php?id=33601>.
2. **Kharlamova A. V., Verekh-Belousova E. I.** Vliyaniye edaficheskikh usloviy rekul'tivirovannykh porodnykh otvalov na effektivnost' snizheniya ih negativnogo vozdeystviya na prilgayushchie territorii. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. No. 10 (214). P. 29—35.
3. **The Kyoto** Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1998. 26 p.
4. **Tulohonov A. K., Puntsukova S. D., Skulkina N. A., Kuznetsov U. A.** The contribution of woods of Buryatiya to balance of a drain and carbon issue. Ulan-Ude: the Baikal institute of wildlife management, 2006. P. 41—48.
5. **Vesel N. N., Mormul E. N.** Improvement of technology of open open-cast in a mode of soil saving. Dnepropetrovsk: the Science and education, 2008. 268 p.
6. **Zubov A. R., Zubova L. G., Vorob'ev S. G., Zubov A. A., Harlamova A. V.** Povysheniye ekologicheskoy bezopasnosti porodnykh otvalov ugol'nykh shaht: Monografiya. Lugansk: izd-vo VNU im. V. Dalya, 2012. 176 p.
7. **Kharlamova A. V., Kharlamov M. Yu.** Use of cartographical web services at carrying out of ecological researches. *Computer sciences for an information society: Materials of the international scientifically-practical conference*. Lugansk: Knowledge, 2010. P. 294—296.
8. **Zubova L. G., Zubov A. R., Vorob'ev S. G., Sivolap S. I., Harlamova A. V., Zubov A. A.** Optimizatsiya terrikonovykh landshaftov: Monografiya. Lugansk: izd-vo VNU im. V. Dalya, 2010. 200 p.
9. **Kucherjavij V. A.** Green zone of a city. Kiev: Naukova dumka, 1981. P. 21.
10. **Gmurman V. E.** A management to the decision of problems on probability theory and the mathematical statistics. Moscow: Higher education, 2006. 476 p.
11. **Gavrilova A. A., Kopytenkova O. I., Andreeva L. A., Frolov A. V.** Kolichestvennaya ocenka akumulyatsii tyazhelyx metallov v rasteniyax v zavisimosti ot udalennosti avtodorog v centre Sankt-Petersburga. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2018. No. 10 (214). P. 44—47.



УДК 628.1.033:658.562.3

**Ю. А. Новикова**<sup>1</sup>, зав. отделением, e-mail: novikova@s-znc.ru,

**О. И. Копытенкова**<sup>1,2</sup>, д-р мед. наук, проф.

<sup>1</sup> Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

## **К вопросу использования онлайн-анализаторов при производственном контроле качества питьевой воды**

*Отмечено, что недостатком стандартной схемы организации мониторинга качества питьевой воды централизованных систем холодного водоснабжения является разница во времени между реальным состоянием контролируемого объекта и получением информации о нем. На основе опыта ГУП "Водоканал-Санкт-Петербурга" по созданию и функционированию автоматизированной системы контроля качества воды предложено в качестве альтернативы использовать контроль качества воды с применением промышленных онлайн-анализаторов. Рассмотрены критерии использования результатов измерений онлайн-анализаторов для оценки качества питьевой воды, подаваемой населению.*

**Ключевые слова:** питьевая вода, централизованное водоснабжение, производственный контроль, онлайн-анализаторы качества воды, лабораторные исследования

### **Введение**

Обеспечение населения России питьевой водой гарантированного качества остается одной из приоритетных задач в области водоснабжения. Однако несмотря на развитие современных технологий водоподготовки, по-прежнему актуальны проблемы, связанные с ухудшением качества воды при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций [1–4].

Для предотвращения распространения загрязненной питьевой воды, представляющей потенциальную опасность для здоровья человека, важное значение имеет постоянное наблюдение за показателями ее качества, целью которого является получение информации о состоянии воды в источнике водоснабжения, эффективности водоподготовки, а также соответствии качества подаваемой населению питьевой воды требованиям гигиенических нормативов [5].

Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие эксплуатацию системы водоснабжения и/или обеспечивающие население питьевой водой, обязаны проводить производственный контроль по согласованной

и утвержденной в установленном порядке рабочей программе [6].

**Цель исследования** — обосновать возможность использования промышленных онлайн-анализаторов качества питьевой воды при проведении производственного контроля.

### **Результаты исследования**

Контроль качества питьевой воды, как правило, основан на результатах лабораторных исследований периодически отбираемых проб. Недостатком подобной схемы организации аналитического контроля является разница во времени между реальным состоянием контролируемого объекта и получением информации о нем, соответственно, отставание во времени принятия решений о вмешательстве в процесс с целью предотвращения нежелательного развития ситуации [7]. При получении концентраций, не соответствующих гигиеническим нормативам, проверка результатов требует дополнительных затрат времени и средств или оказывается невыполнимой, так как невозможно отобрать в потоке две идентичные пробы [8]. В качестве возможной

альтернативы для своевременного выявления отклонений показателей качества от нормативных значений можно использовать контроль качества воды централизованных систем водоснабжения с применением приборов, позволяющих проводить автоматизированный контроль по всей системе водоснабжения [7–11].

Наиболее универсален онлайн-анализ, подразумевающий создание линии непрерывного пробоотбора воды централизованных систем холодного водоснабжения с установкой постоянно функционирующего анализатора или анализаторов [8]. Надежность современных промышленных онлайн-анализаторов качества воды позволяет уменьшить необходимость вмешательства человека в процессы водоподготовки и обеспечить возможность автоматической корректировки технологических режимов.

Опыт использования ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга" в конце XX — начале XXI века системы мониторинга качества воды с помощью онлайн-приборов позволил перейти на новый уровень возможности управления процессами водоподготовки. В 2004 г. на Южной водопроводной станции начала создаваться автоматизированная система контроля качества воды (далее АСККВ), в которой первоначально онлайн-анализаторы мутности, цветности, водородного показателя pH, остаточного хлора и температуры были установлены в месте водозабора из р. Невы, на этапах технологического процесса водоподготовки (см. таблицу).

После организации онлайн-контроля качества питьевой воды в распределительной сети в 2010 г. АСККВ позволила непрерывно контролировать качество воды по всему процессу водоснабжения [11].

В АСККВ Южной водопроводной станции предусмотрены:

- вывод результатов онлайн-измерений на автоматизированное рабочее место оператора;
- система аварийного оповещения об отклонениях от заданных параметров, сбое в работе оборудования;
- архивирование данных;
- оперативное использование полученных результатов измерений в системе обеспечения населения качественной питьевой водой.

В качестве одного из индикаторов изменения качества питьевой воды на выходе с водопроводной станции, в распределительной сети, целостности водопроводных сооружений и сетей можно использовать показатель мутности [3]. Мутность воды может негативно сказаться на приемлемости воды для потребителей, однако сама по себе мутность, вызванная, например, присутствием минеральных веществ в подземных водах, необязательно опасна для здоровья, но является показателем потенциального присутствия загрязнителей, которые могут представлять угрозу для здоровья, особенно в ненадлежащим образом обработанных или неотфильтрованных поверхностных водах. Поэтому необходимо расследовать и устранять причины появления мутности, а также, насколько

**Приборы, используемые в АСККВ Южной водопроводной станции ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга"**

Показатель	Место контроля	Метрологические характеристики		Марка онлайн-анализатора
		диапазон	погрешность	
Мутность	Водозабор р. Нева	0,23...8,7 мг/дм <sup>3</sup>	±20 %	Sigrist WTM500, AquaScat WTM/HT/P, Ultraturb plus sc
	УФО*			
Цветность	Водозабор р. Нева	10...50 град	±20 %	Колориметр-анализатор цветности I:scan
	УФО	1...10 град	±50 %	
Водородный показатель pH	Водозабор р. Нева	1...10 ед. pH	±0,2 ед. pH	HONEYWELL 9782, Endress&Hauser, Hach Lange
Остаточный хлор	УФО	0,3...2 мг/дм <sup>3</sup>	±25 %	Dulkometer@DMT
Температура	Водозабор р. Нева	20...70 °C	±0,5 °C	I:scan
	УФО			

\* УФО — ультрафиолетовое обеззараживание.



это возможно, уменьшать ее в соответствии с доступными ресурсами. В программах по повышению качества воды мутность необходимо учитывать как один из опасных факторов, нуждающихся в постоянном контроле.

В рамках производственного контроля измерение мутности воды проводится в местах водозабора, на всех этапах водоподготовки, в резервуарах чистой воды, перед подачей в распределительную сеть, в распределительной сети (насосные станции). Количество точек отбора проб для определения мутности воды и места их расположения устанавливаются собственниками водопроводных систем (наружных и внутренних) по согласованию с территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Периодичность измерения зависит от мощности водочистных сооружений, объема водопотребления, перебоев в подаче воды, изменения гидравлических режимов работы сети.

Обычно мутность воды лабораторно определяется фотометрическим (турбидиметрическим или нефелометрическим) и визуальным (по степени мутности столба высотой 10–12 см в мутномерной пробирке) методами [12]. Нефелометрический метод определения мутности используется чаще вследствие высокой точности и чувствительности.

В Санкт-Петербурге результаты измерения промышленным онлайн-анализатором мутности являются источником оперативной информации о возможных причинах ухудшения качества воды.

Для обоснования возможности использования онлайн-анализаторов мутности при проведении производственного контроля и оценки качества питьевой воды централизованных систем холодного водоснабжения необходимо:

1. В течение месяца регистрировать полученные с помощью онлайн-анализаторов значения мутности воды каждый час и обязательно в момент отбора пробы при проведении производственного лабораторного контроля аккредитованной лабораторией.

2. Сформировать электронную базу результатов измерений мутности онлайн-анализаторами и лабораторных исследований, проводимых в рамках производственного контроля.

3. Провести статический анализ полученных результатов.

В случае выявления сопоставимости результатов измерений мутности онлайн-анализаторами и лабораторных исследований определяется кратность фиксации в журналах контроля качества питьевой воды измерений мутности онлайн-анализаторами, например, каждые 4 часа вносятся изменения в программу производственного контроля, которые согласовываются с территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

При организации онлайн-контроля мутности воды и использовании результатов измерений в целях производственного контроля при выборе промышленных онлайн-анализаторов обязательно нужно учитывать следующее:

— метод измерения должен быть сопоставим с арбитражным лабораторным методом, содержать метрологические характеристики и соответствующие им нормативы контроля, взаимоувязанные с приписанными (допускаемыми) характеристиками погрешности результатов анализа или ее составляющих, иметь нижнюю границу диапазона определяемых концентраций не более 0,5 ПДК;

— квалификация обслуживающего персонала должна соответствовать степени сложности онлайн-анализатора;

— онлайн-анализатор должен быть включен в Государственный реестр средств измерений, в установленном порядке и в установленные сроки должен проводиться метрологический контроль (поверка) аккредитованными организациями.

В местах размещения промышленных онлайн-анализаторов мутности воды должна быть обеспечена возможность отбора проб воды для проведения исследований лабораторными методами, в том числе и для контроля за качеством питьевой воды, проводимого территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

### **Заключение**

Переход к системам непрерывного автоматизированного онлайн-контроля позволит

обеспечить непрерывный контроль качественных характеристик воды на этапах водоснабжения, минимизировать влияние человеческого фактора на результаты измерений, своевременно и направленно "вмешиваться" в процессы водоподготовки и транспортировки воды в целях их оптимизации по параметрам безопасности, а также ликвидировать временной разрыв между изменением состояния воды и получением результатов лабораторных исследований, что важно для формирования управленческих решений обеспечения безопасности водного фактора.

При создании АСККВ следует учитывать, что:

— качество воды должно контролироваться по всему процессу водоснабжения: от источника до границ эксплуатационной ответственности организации, осуществляющей водоснабжение и эксплуатацию водопроводных сетей;

— точки контроля качества воды и перечень контролируемых показателей определяются с учетом влияния технологических процессов, условий транспортировки питьевой воды на изменение качества воды;

— метод измерения, заложенный в промышленном онлайн-анализаторе, должен соответствовать арбитражным аттестованным лабораторным методикам, по которым осуществляется контроль показателя в рамках производственного контроля и социально-гигиенического мониторинга;

— обеспечивается получение информации в режиме онлайн для реализации оперативного управления технологическими процессами водоснабжения, формирования базы данных для объективного анализа режимов водоснабжения и разработки прогнозов в области качества питьевой воды.

Но, прежде чем легитимировать использование результатов измерений промышленных онлайн-анализаторов, необходимо провести сопоставление их с результатами лабораторных исследований, определить кратность фиксации измерений в журналах контроля качества в зависимости от типа точки контроля.

## Список литературы

1. **Прогресс** в области обеспечения питьевой водой, санитарии и гигиены: обновленная информация за 2017 г. и исходные уровни для достижения целей в области устойчивого развития. Женева: Всемирная организация здравоохранения и Детский фонд Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ); 2017 г. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. **UN-Habitat** — Water and Sanitation. URL: <https://unhabitat.org/urban-themes/water-and-sanitation-2/> (дата обращения 21.06.2020).
3. **World Health Organization** (2017). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. WHO, Geneva, Switzerland URL: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/) (дата обращения 21.06.2020).
4. **Gang Liu** et al. Potential impacts of changing supply-water quality on drinking water distribution // A review. *Water Research*. Vol. 116. 1 June 2017. P. 135–148.
5. **Федорович Н. Н., Федорович А. Н., Нагерняк М. Г., Сухачева А. И.** Мониторинг качества питьевой воды // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 10-15. — С. 3423–3427. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33079> (дата обращения 21.06.2020).
6. **Федеральный закон** Российской Федерации от 07.12.2011 № 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867) (дата обращения 21.06.2020).
7. **Москвин Л. Н., Москвин А. Л.** Проточные методы — общие принципы автоматизации химического анализа // *Рос. хим. ж.* — 2005. — Т. 49 — № 2. — С. 11–14.
8. **Москвин А. Л., Москвин Л. Н.** Вода и водные среды: химический анализ "on line", проблемы и решения // *Успехи химии*. — 2005. — Т. 74. — № 2. — С. 155–163.
9. **Кинебас А. К., Нефедова Е. Д., Гвоздев В. А., Портнова Т. М., Зайчук А. А.** Эксплуатация и развитие систем контроля качества воды для обеспечения безопасности водоснабжения // *Водоснабжение и санитарная техника*. — 2013. — № 9. — С. 36–42.
10. **Нефедова Е. Д., Хямляйнен М. М., Ковжаровская И. Б., Шевчик Г. В.** Риск-ориентированный подход к организации контроля качества питьевой воды // *Водоснабжение и санитарная техника* — 2018. — № 3. — С. 5–9.
11. **Ипатко М., Ильющенко О., Портнова Т., Гвоздев В., Лобанов Ф.** Автоматизация процессов производства питьевой воды на объектах водоснабжения // *ВодаMagazine: водоснабжение, водоотведение, теплоснабжение*. — 2016. — № 5. — С. 12–16.
12. **Муравьев А. Г.** Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. — СПб.: "Крисмас+", 2004. — 248 с.



Yu. A. Novikova<sup>1</sup>, Head of Department, e-mail: novikova@s-znc.ru,

O. I. Kopytenkova<sup>1,2</sup>, Professor

<sup>1</sup> Northwest Public Health Research Center, Saint-Petersburg

<sup>2</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

## On the Issue of Using Online Analyzers in the Production Quality Control of Drinking Water

*To prevent the spread of contaminated drinking water, it is important to monitor its quality. The disadvantage of the standard scheme of analytical control is the time difference between the actual state of the controlled object and the receipt of information about it. Accordingly, there is a lag (delay) in the time of making a decision to intervene in the process to prevent undesirable developments. As a possible alternative, you can use water quality control using online analyzers. One of the indicators of changes in the quality of drinking water at the outlet of a water supply station, in the distribution network, is the turbidity indicator. The experience of the Vodokanal-Saint Petersburg in creating and operating an automated water quality control system was studied, and the criteria for using the measurement results of online analyzers were determined. To legalize the use of measurement results of industrial online analyzers, it is necessary to compare them with the results of laboratory studies, determine the multiplicity of recording measurements in quality control logs, depending on the type of control point.*

**Keywords:** drinking water, centralized water supply, production control of drinking water, online water quality analyzers, laboratory tests

### Reference

1. **Progress** v oblasti obespecheniya pityevoy vody. sanitarii i gigiyeny: obnolennaya informatsiya za 2017 g. i iskhodnyye urovni dlya dostizheniya Tseley v oblasti ustoychivogo razvitiya. Zheneva: Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya i Detskiy fond Organizatsii Ob"yedinennykh Natsiy (YUNISEF); 2017. Litsenziya: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. **UN-Habitat** — Water and Sanitation. URL: <https://unhabitat.org/urban-themes/water-and-sanitation-2/> (date of access 21.06.2020).
3. **World Health Organization** (2017). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. WHO, Geneva, Switzerland URL: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/) (date of access 21.06.2020).
4. **Gang Liu** et al. Potential impacts of changing supply-water quality on drinking water distribution. *A review. Water Research*. Vol. 116. 1 June 2017. P. 135–148.
5. **Fedorovich N. N., Fedorovich A. N., Nagerniyak M. G., Sukhacheva A. I.** Monitoring kachestva pit'yevoy vody. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2013. No. 10–15. P. 3423–3427. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33079> (date of access 21.06.2020).
6. **Moskvin L. N., Moskvin A. L.** Protochnyye metody — obshchiye printsipy avtomatizatsii khimicheskogo analiza. *Rossiyskiy khimicheskij zhurnal*. 2005. Vol. 49. No. 2. P. 11–14.
7. **Federal Law** of the Russian Federation dated 07.12.2011 No. 416-ФЗ. "On water supply and sanitation." Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867) (date of access 21.06.2020).
8. **Moskvin A. L., Moskvin L. N.** Voda i vodnyye sredy: khimicheskij analiz "on line", problemy i resheniya. *Uspekhi khimii*. 2005. Vol. 74. No. 2. P. 155–163.
9. **Kinebas A. K., Nefedova Ye. D., Gvozdev V. A., Portnova T. M., Zaychuk A. A.** Ekspluatatsiya i razvitiye sistem kontrolya kachestva vody dlya obespecheniya bezopasnosti vodosnabzheniya. *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika*. 2013. No. 9. P. 36–42.
10. **Nefedova Ye. D., Khyamyalyaynen M. M., Kovzharovskaya I. B., Shevchik G. V.** Risk-orientirovanny podkhod k organizatsii kontrolya kachestva pit'yevoy vody. *Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika*. 2018. No. 3. P. 5–9.
11. **Ipatko M., Il'yushenko O., Portnova T., Gvozdev V., Lobanov F.** Avtomatizatsiya protsessov proizvodstva pit'yevoy vody na ob'yektakh vodosnabzheniya. *VodaMagazine: vodosnabzheniye, vodoootvedeniye, teplosnabzheniye*. 2016. No. 5. P. 12–16.
12. **Murav'yev A. G.** Rukovodstvo po opredeleniyu pokazateley kachestva vody polevymi metodami. 3-ye izd., dop. i pererab. Saint-Petersburg: "Krismas+", 2004. 248 p.

УДК 628.1.033

**А. В. Леванчук**, д-р мед. наук, проф., Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I,  
**Н. А. Тихонова**, мл. науч. сотр. отделения, e-mail: tihonova@s-znc.ru,  
**Ю. А. Новикова**, зав. отделением, Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Санкт-Петербург

## Опыт формирования паспортов точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения

*Проанализирована информация об организации контроля качества воды централизованных систем холодного водоснабжения в 16 субъектах Российской Федерации. Для оценки организации контроля качества питьевой воды в рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и последующего формирования электронной базы данных точек контроля качества питьевой воды была разработана унифицированная форма сбора информации — паспорта точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения. В результате проведенного анализа были выявлены типовые ошибки и подготовлены рекомендации по заполнению паспортов точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения.*

**Ключевые слова:** питьевая вода, паспорт точки контроля качества питьевой воды, федеральный проект "Чистая вода", социально-гигиенический мониторинг

### Введение

Реализация федерального проекта "Чистая вода" национального проекта "Экология", целью которого является повышение качества питьевой воды, подаваемой населению Российской Федерации [1–3], началась в 2019 г.

За первый год была проведена инвентаризация объектов водоснабжения; разработан справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса, и с учетом оценки риска здоровью населения; утверждена методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения, начата разработка Интерактивной карты контроля качества питьевой воды [4].

Качество питьевой воды централизованных систем холодного водоснабжения формируется на различных уровнях: водоисточник, водоподготовка, транспортировка, распределительная сеть. Для оценки качества воды используются результаты социально-гигиенического мониторинга (СГМ), проводимого Роспотребнадзором, производственного контроля водоснабжающих организаций, а также проверок и расследований в отношении

индивидуальных предпринимателей или юридических лиц, осуществляющих эксплуатацию системы водоснабжения и/или обеспечивающих население питьевой водой.

Результаты СГМ лежат в основе обоснования мероприятий по улучшению санитарно-эпидемиологической ситуации на территории Российской Федерации [5, 6]. При мониторинге качества питьевой воды формируются базы данных результатов лабораторных исследований воды, проводится выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и качеством питьевой воды на основании оценки риска [7–11].

Однако организация контроля качества питьевой воды в рамках СГМ на разных территориях Российской Федерации существенно отличается, в том числе по количеству точек контроля. Для получения достаточной и объективной информации о качестве питьевой воды точки контроля должны быть организованы на всех этапах подачи воды населению (вода водоисточника, перед подачей в распределительную сеть, в распределительной сети) с учетом охвата максимального количества населения [12].

Цель исследования — научно обосновать формат сбора данных об организации контроля качества питьевой воды в рамках СГМ.



## Объекты и методы исследования

В рамках исследования изучены данные об организации контроля качества воды централизованных систем холодного водоснабжения в 16 субъектах Российской Федерации: Архангельская, Пензенская, Тюменская, Тульская, Тверская, Астраханская области, Республики Карелия, Коми, Татарстан, Северная Осетия-Алания, Калмыкия, Алтай, Еврейская автономная область, Забайкальский край, Республика Крым и город федерального значения Севастополь. Результаты обработаны с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

## Результаты исследования

Для оценки организации контроля качества питьевой воды в рамках СГМ и последующего формирования электронной базы данных точек контроля качества питьевой воды была разработана унифицированная форма сбора информации — паспорта точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения.

1. Паспорт источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, включающий сведения о водном объекте, организации, осуществляющей водозабор в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения, месторасположении водозабора и точке контроля качества воды водоисточника.

2. Паспорт точки контроля качества воды перед подачей в распределительную сеть, включающий сведения об организации, эксплуатирующей водопровод, организации водоподготовки и точке контроля качества воды перед подачей в распределительную сеть, количестве населения, пользующегося питьевой водой из каждого водопровода, адрес точки контроля.

3. Паспорт точки контроля качества воды в распределительной сети.

В 2019 г. качество питьевой воды в рамках СГМ контролировалось в 1165 точках, в том числе 231 точка качества воды перед подачей в распределительную сеть и 934 точки — в распределительной сети, в 2020 г. — в 1134 точках, в том числе 218 точек — перед подачей в распределительную сеть и 916 точек — в распределительной сети (табл. 1). Как видно из таблицы, самое большое количество точек контроля качества питьевой воды в Республике Крым: 2019 г. — 205 (193 + 12), 2020 г. — 194 (182 + 12) и Республике Северная Осетия-Алания: 2019 г. — 157 и 2020 г. — 157.

Отсутствие точек контроля перед подачей в распределительную сеть может быть связано с отсутствием водоочистных сооружений, например, водопроводы из подземных источников.

В 2019 г. качество воды водопроводов контролировалось из 724, в 2020 г. — из 751 поверхностного и подземного водоисточника (табл. 2). Как видно из таблицы, в 2019 г. качество воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения на рассматриваемых 16 территориях контролировалось в 424 точках (58,6 % от общего числа источников, качество воды водопроводов из которых контролируется в рамках СГМ), в 2020 г. — в 451 точке (60,1 %). При проведении анализа собранной информации были выявлены основные типовые ошибки.

Один и тот же объект имеет разное написание не только в одном субъекте Российской Федерации, но и в разных, например "р. Волга" и "Волга р.", "Ишим р." и "р. Ишим", "186930 Костомукга, ул. Первооткрывателей д. 5" и "186930 Костомукша, ул. Первооткрывателей д. 5", "г. Сортавала, ул. Кирова. Д.11" и "г. Сортавала, ул. Кирова, д. 11" и т. п.

В паспортах точек контроля качества воды (шаблонах) ряда территорий, рассматриваемых в статье, отсутствовало название водного объекта либо вместо него указано "озеро", "водозабор", "поверхностный водоисточник", также в шаблонах ряда территорий отсутствовал код водного объекта. Некорректно заполнена информация о номере скважины, например, вместо номера встречается: "с. Союзга ул. Зеленая; Малиновый; Улалинский пер. Совхозный, 24 (139Д); скважина Мира и другие".

Важной особенностью разработанных форм сбора информации является последовательность и системность. Например, если в таблице "Паспорт точки контроля в распределительной сети" указана точка контроля, то для нее также будут указаны соответствующие ей коды водозабора и водопровода, информация о которых, в свою очередь, будет указана в таблицах "Паспорт источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения", "Паспорт точки перед подачей в распределительную сеть". В ряде шаблонов такая закономерность не прослеживалась.

В соответствии с полученными данными один код водопровода был привязан к разным водозаборам, расположенным в разных населенных пунктах, одна точка контроля в распределительной сети — к нескольким водопроводам. Один

**Количество точек контроля качества питьевой воды перед подачей в распределительную сеть и в распределительной сети**

Субъект Российской Федерации	Количество точек контроля питьевой воды			
	перед подачей в распределительную сеть		в распределительной сети	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Архангельская область	38	38	41	41
Астраханская область	—	—	50	47
г. Севастополь	8	8	11	11
Еврейская Автономная область	40	40	33	33
Забайкальский край	5	2	32	42
Пензенская область	2	2	22	22
Республика Алтай	30	24	25	24
Республика Калмыкия	3	3	21	21
Республика Карелия	1	1	71	67
Республика Коми	11	11	70	64
Республика Крым	12	12	193	182
Республика Северная Осетия-Алания	32	32	125	125
Республика Татарстан	15	15	59	59
Тверская область	—	—	81	79
Тульская область	—	—	33	33
Тюменская область	34	33	67	66
Итого	231	218	934	916

код водозабора присвоен нескольким разным водным объектам, например, скважине и реке, аналогичная ситуация и с кодом водопровода, и с точками контроля: один код — разные адреса и координаты.

При заполнении информации об организации, осуществляющей водозабор в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения, или организации, эксплуатирующей водопровод, один и тот же ИНН имели разные организации либо разные адреса.

Для одной и той же точки (с одинаковым адресом и кодом) в 2019 и 2020 гг. указывались разные координаты.

Отсутствовало единообразие заполнения информации, требующей ответа да/нет. Например, "Наличие (отсутствие) обеззараживающих установок"; "Наличие (отсутствие) необходимого комплекса очистных сооружений (механическая, коагуляция, фильтрация)"; "Наличие (отсутствие) санитарно-эпидемиологического заключения

о соответствии границ зон санитарной охраны и ограничений использования земельных участков в границах таких зон санитарным правилам)", присутствовали ответы: "есть, отсутствует, отсутствие, наличие, в стадии разработки, имеется, имеются, не имеются, Санитарно-эпидемиологическое заключение № , механическая, коагуляция, фильтрация и др.". В ячейках, требующих заполнения года последнего капитального ремонта, реконструкции или года запуска, внесено: 1981, 1982 гг. — не проводили, 2018—2019 гг. не проводился, нет данных, не было, сведения отсутствуют, неизвестно, идет в настоящее время, не ремонтировалась и др.

Информация о муниципальном районе (городском округе), внутрирайонном МО, городском или сельском поселении заполнялась не в соответствии с Общероссийским классификатором территорий муниципальных образований (ОКТМО), а в графе "Городское или сельское поселение"

**Количество источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, вода водопроводов из которых контролировалась в рамках СГМ**

Субъект Российской Федерации	Источники централизованного водоснабжения		Точки контроля воды водоисточников	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Архангельская область	33	33	33	33
Астраханская область	9	9	20	19
г. Севастополь	3	3	3	3
Еврейская Автономная область	51	51	43	43
Забайкальский край	9	39	9	39
Пензенская область	4	4	4	4
Республика Алтай	27	23	27	23
Республика Калмыкия	24	24	24	24
Республика Карелия	68	70	78	80
Республика Коми	18	16	22	21
Республика Крым	23	23	23	23
Республика Северная Осетия-Алания	94	94	94	94
Республика Татарстан	50	50	—	—
Тверская область	21	21	28	28
Тульская область	228	228	—	—
Тюменская область	62	63	16	17
Итого	724	751	424	451

вместо названия населенного пункта указывалось "городское, сельское".

Во избежание ошибок при формировании паспортов точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения нужно создать единые справочники водных объектов, организаций, осуществляющих холодное водоснабжение и/или эксплуатирующих водопроводы, и т. п., которые необходимо включить аналогично шаблонам федерального информационного фонда данных СГМ.

### Заключение

Разработанная унифицированная форма сбора информации — паспорта точек качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения позволяет собрать всю необходимую актуальную информацию: сведения об источнике водоснабжения, организации водоподготовки, количестве населения, пользующегося питьевой водой из

данного водопровода, расположении точек контроля качества воды и т. д.

В результате проведенного анализа были выявлены типовые ошибки и подготовлены рекомендации по заполнению паспортов точек контроля качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения.

### Список литературы

1. Паспорт федерального проекта "Чистая вода" / Минстрой России. — 2019. URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/17692/> (дата обращения 20.06.2020).
2. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН А/RES/71/313 от 06.07.2017. United Nations. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/71/313> (дата обращения 20.06.2020).
3. Зайцева Н. В., Клейн С. В., Вековщина С. А., Никифорова Н. В. Приоритетные факторы риска питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения, формирующие негативные тенденции в состоянии здоровья населения // Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Анализ риска здоровью — 2020 / Под ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. — Пермь, 2020. — С. 491—498.

4. **Новикова Ю. А., Мясников И. О., Ковшов А. А., Тихонова Н. А., Федоров В. Н.** Особенности реализации федерального проекта "Чистая вода" на территории Арктической зоны Российской Федерации // *Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Анализ риска здоровью — 2020* / Под ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. — Пермь, 2020. — С. 225—230.
5. **Зайцева Н. В., Май И. В., Кирьянов Д. А., Горяев Д. В., Клейн С. В.** Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором // *Анализ риска здоровью*. — 2016. — № 4 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-gigienicheskiy-monitoring-na-sovremennom-etape-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-v-sopryazhenii-s-risk-orientirovannym> (дата обращения 20.06.2020).
6. **Жаворонок Л. Г.** Социально-гигиенический мониторинг — инструмент управления качеством среды обитания и здоровья населения // *Ученые записки Российского государственного социального университета*. — 2009. — № 5 (68). — С. 124—129.
7. **Бузинов Р. В., Унгуриану Т. Н., Лазарева Н. К., Гудков А. Б.** Организация социально-гигиенического мониторинга на территории Архангельской области // *Экология человека*. — 2006. — № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-sotsialno-gigienicheskogo-monitoringa-na-territorii-arhangel'skoy-oblasti> (дата обращения 20.06.2020).
8. **Пичужкина Н. М., Чубирко М. И., Усачева Л. П.** Организация социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. — 2019. — № 75. — С. 186—190.
9. **Копытенкова О. И., Аль маджми С. С. Я.** Использование метода трехмерного математического моделирования в практике геоэкологических исследований // *Интернет-журнал Науковедение*. — 2016. — Т. 8. — № 3 (34). — С. 123.
10. **Рахманин Ю. А., Леванчук А. В., Копытенкова О. И.** Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов // *Гигиена и санитария*. — 2017. — Т. 96. — № 4. — С. 298—301.
11. **Аль М. С.С. Я., Копытенкова О. И., Курепин Д. Е., Курепина Е. В.** Комплексная оценка экологической опасности водных объектов по интегральным показателям загрязнения водных объектов. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018612756, 27.02.2018. Заявка № 2017660565 от 20.10.2017.
12. **МР 2.1.4.0143—19** Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения.

**A. V. Levanchuk**, Professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, **N. A. Tikhonova**, Junior Researcher, e-mail: [tihonova@s-znc.ru](mailto:tihonova@s-znc.ru), **Yu. A. Novikova**, Head of Department, Northwest Public Health Research Center, Saint-Petersburg

## Modern Approach to the Choice of Water Treatment Technologies taking into Account the Methodology for Assessing the Risk to Public Health

*In 2019, the implementation of the federal project "Pure Water" of the national project "Ecology" began, the purpose of which is to improve the quality of drinking water supplied to the population of the Russian Federation. To assess the quality, the results of socio-hygienic monitoring (SGM) conducted by Rospotrebnadzor, production control of water supply organizations, as well as inspections and investigations against individual entrepreneurs or legal entities operating the water supply system and / or providing the population with drinking water are used. The organization of quality control of drinking water within the framework of the SGM in different territories of the Russian Federation differs significantly, including the number of control points.*

*As part of the work, information was analyzed on the organization of water quality control of centralized cold water supply systems in 16 constituent entities of the Russian Federation. To assess the organization of drinking water quality control within the framework of the SGM and the subsequent formation of an electronic database of drinking water quality control points, a unified form of information collection was developed — passports of drinking water quality control points of centralized water supply systems. As a result of the analysis, typical errors were identified and recommendations were prepared on filling out passports of points for monitoring the quality of drinking water in centralized water supply systems.*

**Keywords:** drinking water, passport of a drinking water quality control point, the federal project "Clean Water", social and hygienic monitoring



## Reference

1. **Паспорт федерального проекта "Чистая вода"** / Министрой России. — 2019. — URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/17692/> (date of access 20.06.2020).
2. **Rezolyutsiya Generalnoy Assamblei OON A/RES/71/313** ot 06.07.2017. *United Nations*. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/71/313> (date of access 20.06.2020).
3. **Zaytseva N. V., Kleyn S. V., Vekovshina S. A., Nikiforova N. V.** Prioritetnyye faktory riska pityevoy vody sistem tsentralizovannogo pityevogo vodosnabzheniya. formiruyushchiye negativnyye tendentsii v sostoyanii zdorovia naseleniya. *Materialy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Analiz riska zdorovuyu — 2020* / Pod redaktsiyey A. Yu. Popovoy, N. V. Zaytseyov. Perm, 2020. P. 491—498.
4. **Novikova Yu. A., Myasnikov I. O., Kovshov A. A., Tikhonova N. A., Fedorov V. N.** Osobennosti realizatsii federalnogo proyekta "Chistaya voda" na territorii Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii. *Materialy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Analiz riska zdorovuyu — 2020* / Pod redaktsiyey A. Yu. Popovoy, N. V. Zaytseyov. Perm, 2020. P. 225—230.
5. **Zaytseva N. V., May I. V., Kirianov D. A., Goryayev D. V., Kleyn S. V.** Sotsialno-gigiyenicheskiy monitoring na sovremennom etape: sostoyaniye i perspektivy razvitiya v sopryazhenii s risk-orientirovannym nadzorom. *Analiz riska zdorovuyu*. 2016. No. 4 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-gigiyenicheskiy-monitoring-na-sovremennom-etape-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-v-sopryazhenii-s-risk-orientirovannym> (date of access 20.06.2020).
6. **Zhavoronok L. G.** Sotsialno-gigiyenicheskiy monitoring - instrument upravleniya kachestvom sredy obitaniya i zdorovia naseleniya. *Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo sotsialnogo universiteta*. 2009. No. 5 (68). P. 124—129.
7. **Buzinov R. V., Unguryanu T. N., Lazareva N. K., Gudkov A. B.** Organizatsiya sotsialno-gigiyenicheskogo monitoringa na Territorii Arkhangel'skoy oblasti. *Ekologiya cheloveka*. 2006. No. 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-sotsialno-gigiyenicheskogo-monitoringa-na-territorii-arhangel'skoy-oblasti> (date of access 20.06.2020).
8. **Pichuzhkina N. M., Chubirko M. I., Usacheva L. P.** Organizatsiya sotsialno-gigiyenicheskogo monitoringa na regionalnom urovne. *Nauchno-meditsinskiy vestnik Tsentralnogo Chernozemia*. 2019. No. 75. P. 186—190.
9. **Kopytenkova O. I., Al'madzhmi S. S. Ya.** Ispolzovanie metoda trexmernogo matematicheskogo modelirovaniya v praktike geoeologicheskix issledovaniy. *Internet-zhurnal Naukovedenie*. 2016. Vol. 8. No. 3 (34). P. 123.
10. **Raxmanin Yu. A., Levanchuk A. V., Kopytenkova O. I.** Sovershenstvovanie sistemy socialno-gigiyenicheskogo monitoringa territoriy krupny'x gorodov. *Gigiena i sanitariya*. 2017. Vol. 96. No. 4. P. 298—301.
11. **Al' M. S. S. Ya., Kopytenkova O. I., Kurepin D. E., Kurepina E. V.** Kompleksnaya ocenka ekologicheskoy opasnosti vodnyx obektov po integralnym pokazatelyam zagryazneniya vodnyx obektov. Svidetelstvo o registracii programmy dlya EVM RU 2018612756, 27.02.2018. Zayavka № 2017660565 ot 20.10.2017.
12. **MR 2.1.4.0143—19** Metodika po otsenke povysheniya kachestva pityevoy vody. podavayemoy sistemami tsentralizovannogo pityevogo vodosnabzheniya.

## Информация

### 10-Я ЮБИЛЕЙНАЯ КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

#### KIOSH 2020

Новые даты и место проведения

4—6 ноября 2020

Нур-Султан, Казахстан, МВЦ «EXPO»

**Конференция KIOSH 2020** — это единственная специализированная площадка в Казахстане, созданная для встреч и обсуждений, обмена опытом и знаниями, демонстрации последних достижений в области охраны труда и промышленной безопасности.

<https://www.kiosh.kz/ru/>

УДК 614.842.4

**Р. Г. Ахтямов**, канд. техн. наук, доц., Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I,  
**С. Г. Аксенов**, д-р экон. наук, проф., **Э. С. Насырова**, канд. техн. наук, доц.,  
e-mail: elinasagitovna@yandex.ru, **М. А. Леонтьева**, студент,  
**Э. Д. Камаева**, студент, Уфимский государственный авиационный технический университет

## **Сравнительный анализ знаков пожарной безопасности в России и Италии**

*Приведены данные анализа и сравнения знаков пожарной безопасности в двух странах: России и Италии. Показана динамика пожаров в этих странах в период с 2008 по 2017 г. (по числу пожаров, погибших и травмированных), сравнение Италии и России по различным критериям, которые связаны с пожарами. Проведен сравнительный анализ знаков безопасности в России и Италии.*

**Ключевые слова:** пожар, динамика пожаров, пожарная безопасность, эвакуация, эвакуационные знаки, туризм, пожарный гидрант, пожарный кран, огнетушитель, транспорт

Ежегодно во всем мире происходят пожары. В каждой стране по-разному осуществляется предупреждение, локализация, предотвращение и тушение пожара. Различия можно найти и в документации по пожарной безопасности, и в оснащении зданий или транспорта средствами пожаротушения и пожарной автоматики.

Италия и Россия — это страны, различающиеся культурой и дизайном зданий. Большая часть зданий в России датируется XIX—XXI веками постройки, а в Италии — XII—XXI. Различаются и строительные материалы, и этажность зданий. Например, в Уфе (Россия) преобладают высотные дома из бетона, но есть и малоэтажные деревянные дома. В Салерно (Италия) преобладают дома малоэтажные из камня.

На специфику строительства итальянских зданий влияют климат и сейсмическая активность полуострова. Здесь выпадает около 300 мм осадков в год. За 2019 г. произошло 45 землетрясений магнитудой от 1,8 до 5,0 по данным Геологической службы США [1]. Историческая ценность зданий влияет на высоту. В Риме, например, действует "закон купола", т. е. запрещено строительство зданий выше купола собора Святого Петра (высота 136 м). Аналогичные нормы действуют и в других итальянских городах, имеющих историко-культурное значение. Эти обстоятельства сказываются на выборе материала и этажности зданий, а также на особенностях возникновения

и распространения пожара, на порядок эвакуации людей из зданий.

По данным национального корпуса пожарных в жилых зданиях Италии в среднем происходит от 30 тыс. до 60 тыс. пожаров в год [2]. В России — более 100 тыс. пожаров в год. Динамика пожаров в обеих странах приведена в таблице [3—7]. В среднем возникает 673 пожара в день [8, 9].

Сравнение обеспечения пожарной безопасности в Италии и России уже проводилось. Однако таких работ очень мало. Например, в работе [10] сравнивали нормативные требования пожарной безопасности при проектировании лечебных учреждений в России и Италии. После пожара в ТЦ "Зимняя Вишня" в России в работе [11] проанализирована пожарная безопасность ТЦ в других странах, в том числе и в Италии. В работе [12] приведены данные анализа средств обеспечения пожарной безопасности в Италии, однако без сравнения с Россией. Страны предпочитают сотрудничать друг с другом, перенимать опыт, инновационные разработки других стран. Департамент международной деятельности МЧС России подготовил справочный материал о сотрудничестве с Евросоюзом в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [13]. При оценке пожарной безопасности спортивных сооружений обращались не только к российским, но и к мировым нормативам [14]. В работе [15]



Динамика пожаров в России и Италии (2008–2017 гг.)

Страна	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Число пожаров										
Россия	200 386	187 490	179 098	168 528	162 900	152 959	150 437	145 900	139 500	132 844
Италия	244 914	212 523	198 552	231 841	241 232	196 196	189 375	234 675	245 727	325 941
Число погибших										
Россия	15 301	13 946	13 061	12 028	11 652	10 601	10 138	9405	8749	7816
Италия	181	127	264	177	258	196	141	222	295	314
Число травмированных										
Россия	12 887	13 269	13 117	12 457	12 229	11 132	10 997	10 962	9905	9355
Италия	920	830	1030	857	1374	691	955	1263	1609	1904

приведены данные изучения противопожарного декрета Италии.

В России способы обеспечения пожарной защиты объектов, включая производственные, изложены в ст. 52 Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [16]: от планировочных средств и решений, ограничивающих распространение пожара за пределы первичного очага до организации деятельности пожарных расчетов.

Согласно п. 3 ст. 52 Федерального закона № 123-ФЗ [16] при обнаружении пожара, в первую очередь, обеспечивается оповещение о его возникновении. Это проводится либо автоматически при обнаружении пожара извещателем, либо вручную, при нажатии на кнопку ручного пожарного извещателя. Место расположения кнопки обязательно обозначается определенным знаком пожарной безопасности. Знаки пожарной безопасности, а конкретно — эвакуационные знаки, повсеместно присутствуют в помещении для обеспечения безопасной эвакуации людей.

В России знаки пожарной безопасности и другие информационные знаки изготавливаются в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026—2015 [17] и обладают сертификатом соответствия. Основные знаки пожарной безопасности красные и зеленые.

Красный цвет означает место нахождения средств противопожарной защиты и их элементов. Он употребляется, например, для орнаментовки элементов строительных конструкций (стен, колонн) в виде отрезка горизонтально расположенной полосы для обозначения мест нахождения огнетушителя, установки пожаротушения с ручным пуском, кнопки пожарной сигнализации и т. п. Ширина полос — 150...300 мм. Полосы располагаются в верхней части стен и колонн на высоте, удобной для зрительного восприятия с рабочих мест, проходов и т. п. В состав орнаментовки, как

правило, включают знак пожарной безопасности с соответствующим графическим символом средства противопожарной защиты.

Зеленый цвет означает: направление движения при эвакуации; спасение; первую помощь при авариях и пожарах; надпись, информация для обеспечения безопасности.

В ГОСТ Р 12.4.026—2015 [17] приведены размеры знаков пожарной безопасности и эвакуационных знаков. Стандартные размеры знаков, которые имеются в продаже: 150 × 150, 150 × 300, 100 × 100, 50 × 150 мм, 200 × 200 мм. При заданных размерах знаков расстояние опознания составляет 7...8 м. В России коридоры и холлы, в среднем, таких размеров, и установка знаков большего размера не требуется.

Правила установки эвакуационных знаков пожарной безопасности регламентируются по СП 3.13130.2009 [18], в соответствии с п. 5.4 которых эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, устанавливаются: в коридорах длиной более 50 м, а также в коридорах общежитий вместимостью более 50 человек на этаже. При этом эвакуационные знаки пожарной безопасности устанавливаются по длине коридоров на расстоянии не более 25 м друг от друга, а также: в местах поворотов коридоров; в незадымляемых лестничных клетках; в других местах, если в здании требуется установка эвакуационных знаков пожарной безопасности.

Согласно п. 5.5 СП 3.13130.2009 эвакуационные знаки пожарной безопасности, указывающие направление движения, устанавливаются на высоте не менее 2 м. Примеры распространенных эвакуационных знаков в России приведены на рис. 1.

В Италии знаки пожарной безопасности по размерам больше, чем в России, и выступают из стен. Повсеместно в Италии встречаются знаки, которых нет в России, а именно знаки дефибриллятора (DAE) и сигнала тревоги (Allarme antincendio).



Рис. 1. Примеры эвакуационных знаков в России

Например, в учебных заведениях (Университет Салерно) и торговых центрах (IKEA).

Знаки пожарной безопасности в Италии изготавливают в соответствии со стандартами UNI (итальянский орган объединения). Например, стандарты [19]: UNI 7546-5 Маршрут к эвакуационному выходу; UNI 7546-6 Расположение огнетушителя; UNI 7546-8 Гидрант; UNI 7546-9 Аварийный выход; UNI EN 81-72 Пожарные лифты.

Эвакуационные знаки в Италии именуется сигналы (segnali) и обозначаются знаком S или SL с цифрой. Например, знак пожарной безопасности "Место сбора" — Punto di raccolta обозначается как S5. Обозначение SL в идентификационных кодах служит для выделения характеристик "свечения". Их размещают в местах с плохим освещением (туннели, подземные помещения и т. д.). Знак L в данном случае означает люминесцентный (luminescente), или свет (luce).

В работе [20] проанализирована эффективность системы управления эвакуацией на основе фотолюминесцентных материалов (PLM). Плитки PLM устанавливают вдоль путей эвакуации (как в коридорах, так и по лестницам). Испытания данной системы показали, что скорость движения человека увеличивается до 50 %, а общее время эвакуации уменьшается до 25 % по сравнению с системой без свечения.

Все сигналы (S и SL) от 1 до 7, 9 и 10 имеют минимальный размер квадратной пиктограммы 230 × 230 мм, для различения с расстояния не менее 10 м. Сигналы от 1 до 5, от 8 до 10 размещают так, чтобы обеспечивалась их наилучшая видимость. При установке выбирают между

разнообразными способами монтажа: плоская поверхность, флажок, потолок и т. д. Высота размещения от 2,10 до 2,20 м от пола, т. е. с основанием на одной линии с дверным косяком. Если высота потолка незначительная, то необходимые сигналы размещают выше, чтобы они не создавали преграду. Сигналы (S и SL) от 1 до 3 размещают видимыми с расстояния около 10 м, в случае низкого потолка их делают прямоугольными. При этом длинная сторона сигнала должна быть минимум 345 мм [21].

На примере многих иностранных и российских работ [10–15, 20] видно, что обеспечение пожарной безопасности в Италии и России не стоит на месте, проводятся опыты, анализы и сравнения. В работе [22] приведены данные анализа размеров знаков и расстояний между ними в условиях наличия дыма и паники людей.

Между знаками пожарной безопасности России и Италии есть различия в их геометрическом исполнении, например, в знаках запасного выхода, который в Италии именуется Uscita di emergenza (S4). В России этот знак прямоугольный и крепится над дверью. Часто вместо этого знака устанавливается светящееся прямоугольное табло. В Италии такой знак помимо прямоугольной, имеет и квадратную форму и также крепится над дверью. Знак Allarme antincendio (S8) в России идентичен знаку "Кнопка включения установок пожарной автоматики" и выполняется как в прямоугольной, так и в квадратной форме.

В Италии нет знака "Место размещения средств противопожарной защиты". Знак "Пожарный кран" в Италии двух видов: Lancia antincendio idrante и Lancia antincendio. В основном применяется первый вид.



Рис. 2. Пример настенного и наземного гидранта в Италии (г. Салерно)

Пожарные краны в Италии входят в классификацию гидрантов. Согласно Итальянской классификации гидранты бывают настенные, наземные и подземные (рис. 2). В соответствии со стандартом UNI EN 671-2 [19] настенные гидранты (пожарные краны) и оборудование постоянно подключены к запорному клапану. В шкафах располагаются рукава, которые бывают двух видов: внутренний диаметр 38 мм, наружный — 45 мм; внутренний диаметр 62 мм, наружный — 70 мм.

Установка гидрантов в России осуществляется по ГОСТ Р 53961—2010 [23]. Доступ к пожарным рукавам различен: в Италии пожарные шкафы в основном открываются путем разбивки стекла, а в России с помощью ключа [24].

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что знаки пожарной безопасности в России и Италии различаются по некоторым пунктам, а именно:

- отличие геометрических размеров (в Италии знаки крупнее);
- разнообразие методов монтажа (в Италии несколько, в России в основном один — знак закрепляется на плоскую поверхность);
- разница в исполнении знаков;
- отсутствие знаков, имеющих в другой стране: в России нет пожарного крана, устанавливаемого на гидрант, в Италии отсутствует знак "Место размещения средств противопожарной защиты";

— присутствие дефибриллятора для всеобщего пользования (в Италии).

Рассмотрим особенности применения знаков пожарной безопасности в Италии на примере конкретных объектов. Как известно, Италия является одной из первых стран по количеству туристов в год. Все туристы для передвижения по стране используют какой-либо транспорт: самолет, автомобиль, автобус, мотоцикл, поезд, катер, паром.

Для своевременного тушения поезда в случае пожара все платформы итальянских поездов оборудованы огнетушителями большого объема. При возникновении пожара на станции, о нем можно оперативно сообщить путем ручного включения пожарного извещателя. Например, на рис. 3 показаны огнетушители в Венеции. На платформе расположено несколько столбов, около каждого из которых находится по два огнетушителя [24].

Популярным транспортом в Италии являются паромы. На каждом пароме устанавливаются планы данного судна для ознакомления туристов и, соответственно,

обеспечения их безопасности. Также имеются знаки эвакуационного выхода и места сбора людей. Для быстрой локализации пожара на потолке каюты установлены дымовые датчики и оросители. Под каждым креслом на пароме находится спасательный жилет. На рис. 4 показаны средства безопасности на пароме, следующем из Неаполя на Капри.

Музеи Италии являются излюбленным местом туристов. Каждый музей оборудован системой пожарной автоматики и первичными средствами пожаротушения. Эстетика важна для музеев, именно поэтому средства пожарной безопасности не выделяются на общем фоне. В музеях Пизы придумано оригинальное решение: датчики дыма, например, установлены в центре потолка, в сердцевине картины (рис. 5).

Статуя в музее Уффици установлена так, что ее правая рука указывает направление дальнейшего осмотра музея, совпадающее с выходом из здания и эвакуационным выходом (рис. 6).

В Италии много музеев и соборов с обзорными площадками. Например, чтобы добраться до высшей точки Собора Святого Петра в Ватикане, необходимо пройти около 550 ступеней. Помимо обеспечения пожарной безопасности при подъеме нужно следить за здоровьем и безопасностью туристов. С этой целью на пути установлены кнопки SOS (рис. 7) и дефибрилляторы.

В помещениях располагаются детекторы дыма, обозначенные соответствующим знаком. Таким



Рис. 3. Огнетушители и пожарные извещатели на вокзалах Венеции



Рис. 4. Организация пожаротушения и эвакуации на пароме

образом, все исторические объекты Италии, являющиеся центром притяжения туристов, в полной мере оснащаются средствами пожарной безопасности: от датчика в центре картины (см. рис. 5) до кнопки SOS на крыше собора (см. рис. 7). Соблюдение подобных мер обеспечивает сохранность исторического наследия и безопасность пребывания туристов.

Исследователи в области пожарной безопасности постоянно модернизируют стандартные знаки. Например, Joakim Olander определил, что эффективным и привлекающим внимание являются красные вывески. Кроме того, мигающие или изменяющие цвет огни привлекают большее внимание, нежели статические знаки [25].

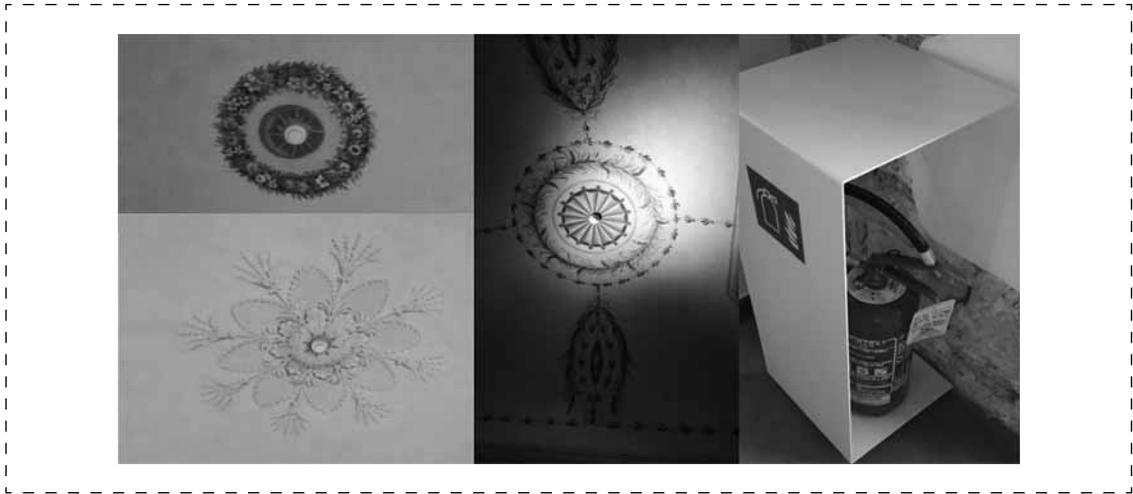


Рис. 5. Музей оперы Дуомо



Рис. 6. Музей Уффици (Флоренция)



Рис. 7. Кнопка SOS в Соборе Святого Петра

## Список литературы

1. **USGS science** for a changing world. Сайт. URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> (дата обращения 20.06.2020).
2. **Speciale Antincendio** — incendi in Italia: quali i numeri a quali le cause? URL: <https://www.sicurezzamagazine.it/antincendio-incendi-italia-numeri-cause> (дата обращения 20.06.2020).
3. **Annuario statistico** del corponazionale dei vigili del FUOCO 2017 Periodo di riferimento: 01/01/2016—31/12/2016. URL: <http://www.vigilfuoco.it/asp/ReturnDocument.aspx?IdDocumento=12498> (дата обращения 20.06.2020).
4. **Annuario statistico** del corponazionale dei vigili del fuoco Periodo di riferimento: 01/01/2017—31/12/2017. URL: <http://www.vigilfuoco.it/asp/ReturnDocument.aspx?IdDocumento=13033> (дата обращения 20.06.2020).
5. **Статистика** пожаров за 2010 год: Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2010 году / Под общей редакцией В. И. Климкина. — М.: ВНИИПО, 2011. URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-za-2010-god-statisticheskij-sbornik-pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2010-godu-pod-obshhej-redakciej-klimkina-v-i-m-vniipo-2011-skachat-v-doc-formate/> (дата обращения 20.06.2020).
6. **Статистика** пожаров за 2017 год: Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2017 году / Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. — М.: ВНИИПО, 2018. URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-za-2017-god-pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2017/> (дата обращения 20.06.2020).
7. **Статистика** пожаров в России. URL: <http://www.rojarnayabezopasnost.ru/statistika.html> (дата обращения 20.06.2020).
8. **Eccosvelate** le tristatistiche relative agli incendi in Italia. URL: <https://www.antincendionatalini.com/svelate-le-tristatistiche-relative-agli-incendi-italia> (дата обращения 20.06.2020).
9. **World fire statistics**. Report No. 23, 2018. URL: [https://www.ctif.org/sites/default/files/2018-06/CTIF\\_Report23\\_World\\_Fire\\_Statistics\\_2018\\_vs\\_2\\_0.pdf](https://www.ctif.org/sites/default/files/2018-06/CTIF_Report23_World_Fire_Statistics_2018_vs_2_0.pdf) (дата обращения 20.06.2020).
10. **Медяник М. В., Зосимова О. С.** Сравнительный анализ нормативных требований по пожарной безопасности при проектировании лечебных учреждений в России и в Италии // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28 (1). С. 67—74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37275119> (дата обращения 20.06.2020).
11. **Сысоев И., Осипов А., Варенов А.** Как устроена пожарная автоматика в ТЦ в других странах: Негорючие материалы, датчики повсюду и автоматика. URL: <https://www.kr.ru/daily/268137/3848863/> (дата обращения 20.06.2020).
12. **Элементы** пожарной безопасности в Италии. URL: <http://pzhproekt.ru/blog/elementy-pozharnoj-bezopasnosti-v-italii> (дата обращения 20.06.2020).
13. **Сотрудничество** с Евросоюзом в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2013. № 4(9). С. 46—47. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20846701> (дата обращения 20.06.2020).
14. **Еремина Т. Ю., Трегубова И. В., Тихонова Н. В.** Пожарная безопасность спортивных сооружений: российские и международные нормы проектирования, инновационные решения в области пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-bezopasnost-sportivnyh-sooruzheniy-rossiyskie-i-mezhdunarodnye-normy-proektirovaniya-innovatsionnye-resheniya-v-oblasti> (дата обращения 20.06.2020).
15. **Собурь С. В.** Об опыте противопожарного нормирования на примере декрета о пожарной безопасности Италии. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-opyte-protivopozharnogo-normirovaniya-na-primere-dekreta-ozharnoy-bezopasnosti-italii> (дата обращения 20.06.2020).
16. **Федеральный закон** № 123 от 22.07.2008 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
17. **ГОСТ 12.4.026—2015.** Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний. 01.03.2017.
18. **СП 3.13130.2009.** Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. 01.05.2009.
19. **Segnaletica** salvataggio antincendio. URL: [https://www.aosp.bo.it/files/18\\_segnaletica\\_salvataggio\\_antincendio.pdf](https://www.aosp.bo.it/files/18_segnaletica_salvataggio_antincendio.pdf).
20. **D’Orazio M., Bernardini G., Tacconi S., Arteconi V., Quagliarini E.** Fire safety in Italian-style historical theatres: How photoluminescent way finding can improve occupants' evacuation with no architecture modifications // Journal of Cultural Heritage. 2016. Vol. 19. May—June. P. 492—501. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207415001892?via%3Dihub> (дата обращения 20.06.2020).
21. **La segnaletica di sicurezza.** URL: [https://webs.rete.toscana.it/lso/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c74f3132-a160-46cc-a456-82912a8577c6&groupId=68176](https://webs.rete.toscana.it/lso/c/document_library/get_file?uuid=c74f3132-a160-46cc-a456-82912a8577c6&groupId=68176) (дата обращения 20.06.2020).
22. **Occhialini M., Bernardini G., Ferracuti F., Iarlori S., D’Orazio M., Longhi S.** Fire exit signs: the use of neurological activity analysis for quantitative evaluations on their perceptiveness in a virtual environment // Fire Safety Journal. 2016. Vol. 82. P. 63—75.
23. **ГОСТ Р 53961—2010.** Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. 01.07.2011.
24. **Леонтьева М. А., Камаева Э. Д.** Сравнение гидрантов и пожарных шкафов в России и Италии // Актуальные проблемы и тенденции техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли: Материалы II Международной научно-практической конференции. — Уфа, УГНТУ, 2019. — С. 88—90.
25. **Olander J., Ronchi E., Lovreglio R., Nilsson D.** Dissuasive exit signage for building fire evacuation // Applied Ergonomics. 2017. Vol. 59a. P. 84—93.

**R. G. Akhtyamov**, Associate Professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, **S. G. Aksenov**, Professor,

**E. S. Nasyrova**, Associate Professor, e-mail: [elinasagitovna@yandex.ru](mailto:elinasagitovna@yandex.ru),

**M. A. Leonteva**, Student, **E. D. Kamaeva**, Student, Ufa State Aviation Technical University

## Comparative Analysis of Safety Signs in Russia and Italy

*This article analyzes and compares fires safety signs in two countries: Russia and Italy. The dynamics of fires in these countries from 2008 to 2017 (by the number of fires that died and injured), a comparison of Italy and Russia according to various criteria that are associated with by the fires. The aim of the work is to conduct a comparative analysis of safety signs in Russia and Italy. According to the analysis of the literature, this topic*



is poorly studied, the authors do not study foreign standards. Work on the article was carried out using Russian and Italian documents. In addition to the documents, Italian and Russian journals were used that conduct annual fire statistics (*Annuario statistico del corponazionale dei vigili del fuoco* Periodo di riferimento and statistical compilations published by All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters). Safety signs were examined in the Italian city of Salerno and nearby cities. The result of the work is a list of differences between safety signs in 2 countries.

**Keywords:** fire, fire dynamics, fire safety, evacuation, evacuation signs, tourism, fire hydrant, fire hydrant, fire extinguisher, transport

## References

1. **USGS science** for a changing world. Sajt — URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> (date of access 20.06.2020).
2. **Speciale Antincendio** — incendi in Italia: quali i numeri a quali le cause? URL: <https://www.sicurezzaemagazine.it/antincendio-incendi-italia-numeri-cause> (date of access 20.06.2020).
3. **Annuario statistico** del corponazionale dei vigili del FUOCO 2017 Periodo di riferimento: 01/01/2016—31/12/2016. URL: <http://www.vigilfuoco.it/asp/ReturnDocument.aspx?IdDocumento=12498> (date of access 20.06.2020).
4. **Annuario statistico** del corponazionale dei vigili del fuoco Periodo di riferimento: 01/01/2017—31/12/2017. URL: <http://www.vigilfuoco.it/asp/ReturnDocument.aspx?IdDocumento=13033> (date of access 20.06.2020).
5. **Statistika** požarov za 2010 god. Statisticheskij sbornik: Požary i požarnaya bezopasnost' v 2010 godu / Pod obshhej redakciej V. I. Klimkina. Moscow: VNIPO, 2011. URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-za-2010-god-statisticheskij-sbornik-pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2010-godu-pod-obshhej-redakciej-klimkina-v-i-m-vniipo-2011-skachat-v-doc-formate/> (date of access 20.06.2020).
6. **Statistika** požarov za 2017 god. Statisticheskij sbornik: Požary i požarnaya bezopasnost' v 2017 godu / Pod obshhej redakciej D. M. Gordinka. Moscow: VNIPO, 2018. URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-za-2017-god-pozhary-i-pozharnaya-bezopasnost-v-2017/> (date of access 20.06.2020).
7. **Statistika** požarov v Rossii. URL: <http://www.pojarnaya-bezopasnost.ru/statistika.html> (date of access 20.06.2020).
8. **Eccosvelate** le tristatistiche relative agli incendi in Italia. URL: <https://www.antincendionatalini.com/svelate-le-tristi-statistiche-relative-agli-incendi-italia> (date of access 20.06.2020).
9. **World** fire statistics. Report. 2018. No. 23. URL: [https://www.ctif.org/sites/default/files/2018-06/CTIF\\_Report23\\_World\\_Fire\\_Statistics\\_2018\\_vs\\_2\\_0.pdf](https://www.ctif.org/sites/default/files/2018-06/CTIF_Report23_World_Fire_Statistics_2018_vs_2_0.pdf) (date of access 20.06.2020).
10. **Medyanik M. V., Zosimova O. S.** Sravnitel'nyj analiz normativnyx trebovanij po požarnoj bezopasnosti pri proektirovanii lechebnyx uchrezhdenij v Rossii i v Italii. *Pozharovzryvbezopasnosti*. 2019. Vol. 28 (1). P. 67—74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37275119> (date of access 20.06.2020).
11. **Sy'soev I., Osipov A., Varenov A.** Kak ustroena požarnaya avtomatika v TCz v drugih stranah: Negoryuchie materialy, datchiki povsyudu i avtomatika. URL: <https://www.kp.ru/daily/26813.7/3848863/> (date of access 20.06.2020).
12. **Elementy** požarnoj bezopasnosti v Italii. URL: <http://pozh-proekt.ru/blog/elementy-pozharnoj-bezopasnosti-v-italii> (date of access 20.06.2020).
13. **Sotrudnichestvo** s Evrosoyuzom v oblasti preduprezhdeniya i likvidacii chrezvyčajnyx situacij. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii*. 2013. No. 4 (9). P. 46—47. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20846701> (date of access 20.06.2020).
14. **Eremina T. Yu., Tregubova I. V., Tixonova N. V.** Požarnaya bezopasnost' sportivnyx sooruzhenij: rossijskie i mezhdunarodny'e normy' proektirovaniya, innovacionny'e resheniya v oblasti požarnoj bezopasnosti. *Pozharovzryvbezopasnost'*. 2017. Vol. 26. No. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-bezopasnost-sportivnyh-sooruzhenij-rossijskie-i-mezhdunarodnye-normy-proektirovaniya-innovatsionnye-resheniya-v-oblasti> (date of access 20.06.2020).
15. **Sobur' S. V.** Ob opy'te protivopozharnogo normirovaniya na primere dekreta o požarnoj bezopasnosti Italii. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-opyte-protivopozharnogo-normirovaniya-na-primere-dekreta-o-pozharnoy-bezopasnosti-italii> (date of access 20.06.2020).
16. **Federal'nyj zakon** № 123 "Tekhnicheskij reglament o trebovanijah požarnoj bezopasnosti". 22.07.2008.
17. **GOST 12.4.026—2015.** Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Cveta signal'nye, znaki bezopasnosti i razmetka signal'naya. Naznachenie i pravila primeneniya. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i karakteristiki. Metody ispytanij. 01.03.2017.
18. **SP 3.13130.2009.** Sistemy protivopozharnoj zashchity. Sistema opoveshcheniya i upravleniya evakuaciej lyudej pri požare. Trebovaniya požarnoj bezopasnosti. 01.05.2009.
19. **Segnaletica** salvataggio antincendio. URL: [https://www.aosp.bo.it/files/18\\_segnaletica\\_salvataggio\\_antincendio.pdf](https://www.aosp.bo.it/files/18_segnaletica_salvataggio_antincendio.pdf) (date of access 20.06.2020).
20. **D'Orazio M., Bernardini G., Tacconi S., Arteconi V., Quagliarini E.** Fire safety in Italian-style historical theatres: How photoluminescent way finding can improve occupants' evacuation with no architecture modifications. *Journal of Cultural Heritage*. 2016. Vol. 19. May—June. P. 492—501. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207415001892?via%3Dihub> (date of access 20.06.2020).
21. **La segnaletica** di sicurezza. URL: [https://webs.rete.toscana.it/iso/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c74f3132-a160-46cc-a456-82912a8577c6&groupId=68176](https://webs.rete.toscana.it/iso/c/document_library/get_file?uuid=c74f3132-a160-46cc-a456-82912a8577c6&groupId=68176) (date of access 20.06.2020).
22. **Occhialini M., Bernardini G., Ferracuti F., Iarlori S., D'Orazio M., Longhi S.** Fire exit signs: the use of neurological activity analysis for quantitative evaluations on their perceptiveness in a virtual environment. *Fire Safety Journal*. 2016. Vol. 82. P. 63—75.
23. **GOST R 53961—2010.** Tekhnika požarnaya. Gidranty požarnye podzemnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytanij. 01.07.2011.
24. **Leonteva M. A., Kamaeva E. D.** Sravnenie gidrantov i požarnyh shkafov v Rossii i Italii. *Aktual'nye problemy i tendencii tekhnosfernoj bezopasnosti v neftegazovoj otrasli: Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Ufa, UGNTU. 2019. P. 88—90.
25. **Olander J., Ronchi E., Lovreglio R., Nilsson D.** Dissuasive exit signage for building fire evacuation. *Applied Ergonomics*. 2017. Vol. 59a. P. 84—93.

УДК 54.06

**Ю. Н. Коваль**, канд. биол. наук, доц., e-mail: a\_yulya@inbox.ru, Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Железнодорожск, Красноярский край

## Оценка токсичного действия огнетушащих пенообразователей

*В целях изучения качественного воздействия на живые организмы произведена оценка токсичного воздействия пенообразователей на тест-объекты. В качестве объекта предложено применение семян овса. Установлено, что развитие и рост корневой системы биоиндикаторов напрямую зависят от степени токсичности системы. Наибольшее негативное воздействие на тест-объекты оказали неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ) при концентрации — 10 мг/л. Для уменьшения опасных последствий попадания ПАВ в окружающую среду рекомендовано применять менее вредные пенообразователи и сокращать расход пены на тушение.*

**Ключевые слова:** токсичность, ПАВ, пенообразователи, продукты горения, биотестирование, тест-объект, пена, окружающая среда

### Введение

Многие огнетушащие вещества являются по происхождению синтетическими, и при связывании с продуктами горения при тушении пожаров могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Пены представляют собой дисперсные системы, состоящие из пузырьков газа, окруженных пленками жидкости. Однако пены характеризуются относительной агрегатной и термодинамической неустойчивостью. Для повышения огнетушащей способности в воду добавляют (0,4...5 %) антифризы, минеральные соли, поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые могут снижать температуру замерзания, влиять на коэффициент поверхностного натяжения и повышать вязкость [1–3]. То есть пены при грамотном подборе пенообразователя на основе ПАВ могут оперативно ликвидировать пожар. Что делает пены востребованными для тушения пожаров на различных объектах - промышленных предприятиях, складах, в жилых помещениях, в нефтехранилищах.

Пенообразователи классифицируют [4]: по назначению: общего и целевого; по способу образования пены: химические и воздушно-механические; по кратности: отношению объема пены к объему в ней жидкости; по природе ПАВ — протеиновые, синтетические углеводородные или фторсодержащие; ионогенные и неионогенные; по экологическим свойствам: биологически "мягкие" или биоразлагаемые и "жесткие".

Все фторированные ПАВ, входящие в состав пенообразователей, — биологически неразлагаемы, их сжигают в специальных печах или

складируют на полигонах. Синтетические углеводородные пенообразователи общего назначения можно использовать как смачиватели и моющие средства. Разбавленные до предельно допустимой концентрации ПАВ биологически "мягкие" пенообразователи допускается сбрасывать в сточные воды [5–7].

Пена, как и любая дисперсная система, является агрегативно неустойчивой. Причиной разрушения пены является молекулярная десорбция ПАВ. При тушении пожаров, под воздействием физико-химических параметров, таких как высокие температуры и обезвоживание, пены начинают терять свою поверхностную активность и разрушаются [3, 8].

Однако существуют и явные недостатки применения пен — это негативное воздействие на экологическую обстановку в местах применения и здоровье человека. После разрушения огнетушащей пены водный поток попадает через стоки, дренажные коллекторы в грунтовые воды, почву и водоемы, что может загрязнять сельскохозяйственные поля и проводить к гибели урожая, или накапливать поллютанты и передавать по пищевой цепочке.

Концентрированные пенообразователи обладают слабыми кумулятивными свойствами, при контакте могут вызвать раздражение кожных покровов и угнетать развитие организма [8, 9]. По степени влияния на человеческий организм синтетические углеводородные пенообразователи общего назначения относятся к 4-му классу опасности (малоопасные); целевого назначения — к 4-му или к 3-му (умеренно опасные) классу.

Бывает сложно и с большими затратами определить количественный химический состав пены, в таких случаях можно применять методы



биотестирования, когда определяется качественное влияние вещества на живой организм [5].

В целях охраны окружающей среды, при наличии выбора пенообразователя, предпочтительнее использовать быстроразлагаемые, так как они практически не замедляют процессы самоочищения окружающей среды. В их состав входят сульфаты и сульфонаты, которые образуют неорганические соли и углеводороды способные к микробиологическому разложению, к примеру — марки ПО-6К; ПО-3АИ [4, 10].

Следует отметить, что в состав пен помимо ПАВ в целях повышения времени хранения вносят добавки, замедляющие процесс старения пенообразователя. Особенно опасны с экологической точки зрения катионоактивные пенообразователи. Так как они устойчивы к окислению, а содержание азота в органической части молекулы делает эти соединения токсичными для микроорганизмов [6, 11—13].

Также существуют биоразлагаемые пенообразователи, которые относятся к синтетическим углеродным соединениям — к примеру ПО-НСВ, "Аквафом" и другие. Изготовители утверждают, что пенообразователи такого типа способны к полному биоразложению. Чем медленнее разлагается пенообразователь, тем больше экологический ущерб от тушения пожара пенами. В соответствии с ГОСТ 32509-2013 [7] пены подразделяются на быстроразлагаемые, умеренноразлагаемые, медленноразлагаемые и чрезвычайноразлагаемые [4, 14].

Способность к биоразложению производители пенообразователей оценивают, используя методику ГОСТ 32509—2013. Однако данная методика не учитывает мгновенное токсическое воздействие пенообразователя и воздействие на микроорганизмы, так как оно не регламентировано ГОСТ 32509—2013.

Существуют другие методики, которые можно использовать для тестирования современных пенообразующих составов — это ряд гидрохимических методик, которые содержат ряд несложных стандартных аналитических физико-химических наборов и перспективные на настоящий момент методики биотестирования.

Метод биотестирования в комплексе с физико-химическими методиками позволяет оценить эффект синергизма химических веществ и в ряде организаций рекомендован к применению при установлении нормативных требований к качеству воды [6, 11—13]. Для оценки токсичности пенообразователя в биотестировании оценивают разнообразные показатели, но чаще — выживаемость, размножение, плодовитость, качество потомства особей.

Для пенообразующих составов можно эффективно использовать методики биотестирования по гибели ракообразных *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, по снижению уровня биолюминисценции бактерий

*Photobacterium phosphoreum* (Cohn) Ford и многие другие. Действие ПАВ на живые организмы недостаточно изучено, нет достоверных данных о воздействии концентрированных ПАВ и пенообразователей. **Цель данного исследования** — изучить воздействие ПАВ с разными добавками на живые организмы.

### Объекты и методы исследований

В целях оценки токсичного действия пенообразователей на живой организм брали ПАВ с разными добавками и оценивали токсичное воздействие на тест-объекты. При биотестировании применяли семена овса. Выбор семян овса обоснован тем, что он дает быстрые дружные всходы и имеет четко выраженную реакцию на присутствие поллютантов [6, 11—13, 15]. В эксперимент отбирались неповрежденные семена овса, проращивание которых длилось в течение двух суток, после чего осуществили посев на заготовленные участки.

В лабораторных условиях смоделировали стандартные условия для всех проб. Поддерживали температуру среды 25 °С, освещение 15 тыс. люкс и продолжали экспозицию в течение 22 дней. Для регистрации острой токсичности использовали пять типов образцов: три типа контроля (один с чистой землей без пирогенного воздействия, один с чистой землей с пирогенным воздействием, и один с добавленными тяжелыми металлами); три опытных участка, которые обрабатывали мягкими и жесткими ПАВ.

В качестве предмета исследования применяли два мягких биоразлагаемых пенообразователя ПО-НСВ и "Аквафом" и жесткий неионогенный ПАВ "Сульфонол НП-3". Следует отметить, что хоть "Сульфонол НП-3" является жестким, он применяется на практике для тушения пожаров. Биоразлагаемость жестких типов пенообразователей хуже, по сравнению с ПО-НСВ и "Аквафом", согласно информации предоставленной на этикетке продукта степень биохимического разрушения составляет 60...70 %. Один из существенных недостатков — склонность к смешиванию с нефтепродуктами и невысокая термочувствительность [4, 14].

### Результаты исследования

Для проведения эксперимента были подготовлено пять участков земли с заглубленным в почву овсом, площадь каждого квадрата равна 1 м<sup>2</sup>:

- участок № 1 использовался в качестве контроля, с чистым грунтом, с пирогенным воздействием;
- на участке № 2 тушение разлива легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) осуществлялось с помощью раствора ПО-НСВ;

— на участке № 3 тушение разлива ЛВЖ осуществлялось с помощью раствора "Аквафом";  
 — участок № 4 был контрольным в землю добавили тяжелый металл (хлорид кадмия 10ПДК);  
 — участок № 5 тушение разлива ЛВЖ осуществлялось с помощью неионогенного ПАВ "Сульфенол НП-3" в концентрации — 10 мг/л;  
 — участок № 6 использовался в качестве контрольного с чистым грунтом без пирогенного воздействия.

Все участки подвергались воздействию огня [5, 11]. Требуемое количество огнетушащего вещества определяли исходя из площади пожара (1 м<sup>2</sup>). Время на расход вещества — одинаковое для всех образцов. Показателем жизненной функции или критерием токсичности являлась длина корней проростков семян овса. Измерения проводили при отсутствии земли на корневой системе. Для этого тест-объекты отмывали, и обсушивали на фильтровальной бумаге. Вычислялась средняя величина длины корней  $L_{cp}$  для контрольных и опытных образцов овса по формуле:

$$L_{cp} = (\sum L_i)/n,$$

где  $L_i$  - длина корня каждого семени, см;

$n$  — общее количество семян, взятых в опыт ( $n = 50$ ).

Для оценки токсичности определялся фитозффект — эффект торможения (ЕТ) по формуле:

$$ET = [(L_k - L_{оп})/L_k] \cdot 100 \%,$$

где  $ET$  — эффект торможения, %;  $L_k$  — средняя длина корней в контроле, см;  $L_{оп}$  — средняя длина корней в опыте, см.

При этом фитотоксическое действие считали доказанным, если фитозффект составляет 20 % и более [16]. Полученные результаты представлены в таблице.

**Влияние пенообразователя на тест-объект**

№ участка	Средняя длина корней $L_{cp}$ , см	Фитозффект ЕТ, %	Тест-реакция
1	9,01	9,3	Норма
2	8,69	12	Норма
3	8,65	12,8	Норма
4	2,22	50,3	Эффект торможения
5	4,93	77,6	Эффект торможения
6	9,93	—	Норма

## Заключение

Наличие определенных типов пенообразователей может приводить к угнетению живых организмов. Это может быть связано с нарушением проницаемости, сокращением поступления необходимых веществ и кислорода к семенам растения. Для определения степени влияния пенообразователей на растения необходимы дополнительные лабораторные исследования — прирост вегетативной массы, наличие некрозов на листьях, способность к фотосинтезу и т. д. [1, 5].

По итогам проведенного анализа получили следующие результаты: эффективно показали себя семена овса для определения токсичности почвы после тушения пожара с помощью пенообразователей. Его преимущества — дает быстрые дружные всходы, и имеет четко выраженную реакцию на присутствие загрязнителя; установили, что развитие и рост корневой системы тест-растений напрямую зависят от степени токсичности почвы; наименьший вред тест-объектам оказывало тушение ЛВЖ мягкими пенообразователями; неионогенные ПАВ оказывают вредное влияние на тест-объекты при концентрациях — 10 мг/л, и вызывают "эффект торможения".

Рекомендуется рассмотреть возможность применения при тушении пожаров пен на основе безвредных биологически разлагаемых ПАВ взамен жестких ПАВ [1, 11].

При использовании пен целесообразно учитывать следующие моменты — использовать менее вредные пенообразователи и сокращать расход пены на тушение. Для сбора пен целесообразно устраивать обвалование, а также использовать синтетические поглотители ПАВ в сточных водах пожаров.

## Список литературы

1. **Амбразон А. А.** Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение: учебное пособие для вузов. — Л.: Химия, 1988. — 200 с.
2. **Казиков М. В.** Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров. — М., 1977. — 77 с.
3. **Ланге К. Р.** Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / Под науч. ред. Л. П. Зайченко. — СПб.: Профессия, 2007. — 240 с.
4. **Шароварников А. Ф.** Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. — М.: Знак, 2000. — 464 с.
5. **Исаева Л. К., Власов А. Г.** Методические указания расчета показателей, характеризующих опасность загрязнения окружающей среды выбросами от пожаров и аварий. — М.: Академия ГПС МЧС, 2003. — 44 с.
6. **Яковишина Т. Ф.** Экоотоксикологическая оценка городских почв методом биотестирования // *Universum: химия и биология*. — 2015. — № 8 (16). — С. 3.
7. **ГОСТ 32509—2013** Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде. Введ. с 22.11.2013. — М.: Стандартинформ, 2014. — 26 с.
8. **Исаева Л. К.** Пожары и окружающая среда. — М.: Изд. Дом "Калан", 2001. — 222 с.
9. **Исаева Л. К.** Экология пожаров, техногенных и природных катастроф: учебное пособие. — М.: Академия ГПС МВД России, 2001. — 301 с.



10. **Лобанов Ф. И.** Применение полимерных добавок для повышения эффективности пожаротушения // Экос. — 2005. — № 3. — С. 36—38.
11. **Блинова З. П.** Биотестирование почвенного покрова городских территорий с использованием проростков *Raphanus Saivus* // Вестник МГОУ. Серия Естественные науки. — 2014. — № 1. — С. 18—23.
12. **Коваль Ю. Н.** Применение биотестирования при оценке экологических рисков на пожарах // Сибирский пожарно-спасательный вестник. — 2019. — № 3 (14). — С. 37—39.
13. **Филиппова Г. В., Прокопьев И. А., Шейн А. А.** Влияние техногенного пылевого загрязнения на физиологические и цитогенетические характеристики семенного потомства лебеды раскидистой (*Atriplex patula L.*) // Наука и образование. — 2015. — № 3. — С. 89—93.
14. **Тихомиров В. К.** Пены. Теория и практика их получения и разрушения. — М.: Химия, 1975. — 264 с.
15. **Кияк Г. С.** Растениеводство. — Киев: Высшая школа, 1971. — 352 с.
16. **Обоснование** класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. Методические рекомендации МР 2.1.7.2297-07. Почва. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы.

**Yu. N. Koval**, Associate Professor, e-mail: a\_yulya@inbox.ru, Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory

## Assessment of the Toxic Effect of Fire Extinguishing Foaming Agents

*Many fire extinguishing agents are synthetic in origin, and when bound with combustion products during extinguishing fires, they can have a negative impact on the environment [4]. In order to study the qualitative effect on living organisms, the toxic effect of foaming agents on test objects was assessed. The use of oat seeds is proposed as an object. It has been established that the development and growth of the root system of bioindicators directly depends on the degree of toxicity of the system. Nonionic surfactants at a concentration of 10 mg/l had the greatest negative effect on the test objects. To reduce the hazardous consequences of surfactant ingress into the environment, it is recommended to use less harmful foaming agents and reduce foam consumption for extinguishing.*

**Keywords:** toxicity, surfactants, foaming agents, combustion products, biotesting, test object, foam, environment

### References

1. **Ambramzon A. A.** Poverxnostno-aktivny'e veshhestva. Sintez, analiz, svoystva, primenenie: uchebnoe posobie dlya vuzov. Leningrad: Ximiya, 1988. 200 p.
2. **Kazakov M. V.** Primenenie poverxnostno-aktivny'x veshhestv dlya tusheniya pozharov. Moscow, 1977. 77 p.
3. **Lange K. R.** Poverxnostno-aktivny'e veshhestva: sintez, svoystva, analiz, primenenie / Pod nauch. red. L. P. Zajchenko. Saint-Peterburg: Professiya, 2007. 240 p.
4. **Sharovarnikov A. F.** Protivopozharny'e peny'. Sostav, svoystva, primenenie. Moscow: Znak, 2000. 464 p.
5. **Isaeva L. K., Vlasov A. G.** Metodicheskie ukazaniya rascheta pokazatelej, karakterizuyushhix opasnost' zagryazneniya okruzhayushhej sredy' vy'brosami ot pozharov i avarij. - Moscow: Akademiya GPS MChS, 2003. 44 p.
6. **Yakovishina T. F.** E'kotoksikologicheskaya ocenka gorodskix pochv metodom biotestirovaniya, *Universum: ximiya i biologiya*. 2015. Vol. 8 No. 16. P. 3.
7. **GOST 32509—2013** Veshhestva poverxnostno-aktivny'e. Metod opredeleniya biorazlagaemosti v vodnoj srede. Vved. s 22.11.2013. - Moscow: Standartinform, 2014. 26 p.
8. **Isaeva L. K.** Pozhary' i okruzhayushhaya sreda. Moscow: Izd.Dom "Kalan".2001. 222 p.
9. **Isaeva L. K.** E'kologiya pozharov, texnogenny'x i prirodny'x katastrof: uchebnoe posobie. Moscow: Akademiya GPS MVD Rossii, 2001. 301 p.
10. **Lobanov F. I.** Primenenie polimerny'x dobavok dlya povy'sheniya e'ffektivnosti pozharotusheniya, *E'kos*. 2005. No. 3. P. 36—38.
11. **Blinova Z. P.** Biotestirovanie pochvennogo pokrova gorodskix territorij s ispol'zovaniem prorostkov *Raphanus Saivus*, *Vestnik MGOU. Seriya Estestvenny'e nauki*. 2014. Vol. 1. P. 18—23.
12. **Koval' Yu. N.** Primenenie biotestirovaniya pri ocenke e'kologicheskix riskov na pozharax, *Sibirskij pozharnospasatel'ny'j vestnik*. 2019. Vol. 3, No. 14. P. 37—39.
13. **Filippova G. V., Prokop'ev I. A., Shein A. A.** Vliyanie texnogenno go py'levogo zagryazneniya na fiziologicheskie i citogeneticheskie karakteristiki semennogo potomstva lebedy' raskidistoj (*Atriplex patula L.*), *Nauka i obrazovanie*. 2015. No. 3. P. 89—93.
14. **Tixomirov V. K.** Peny'. Teoriya i praktika ix polucheniya i razrusheniya. Moscow: Ximiya, 1975. 264 p.
15. **Kiyak G. S.** Rastenievodstvo. Kiev: Vy'sshaya shkola, 1971. 352 p.
16. **Obosnovanie** klassa opasnosti otxodov proizvodstva i potrebleniya po fitotoksichnosti. Metodicheskie rekomendacii MP 2.1.7.2297-07. Pochva. ochistka naselenny'x mest. by'tovy'e i romy'shlenny'e otxody'. sanitarnaya ohrana pochvy'.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор

Сдано в набор 04.08.20. Подписано в печать 23.09.20. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ BG1020.

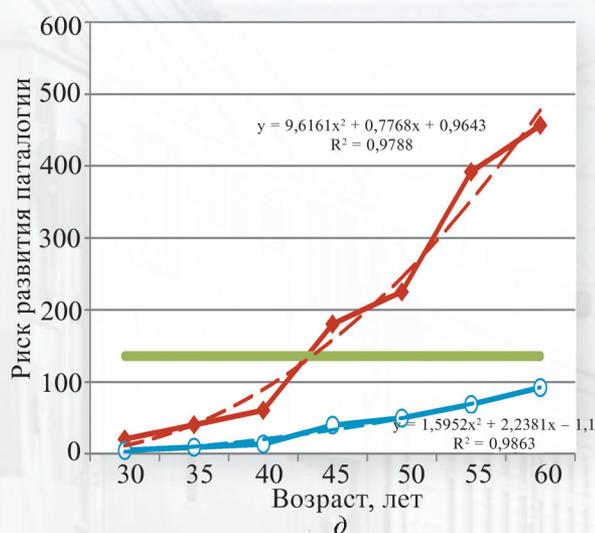
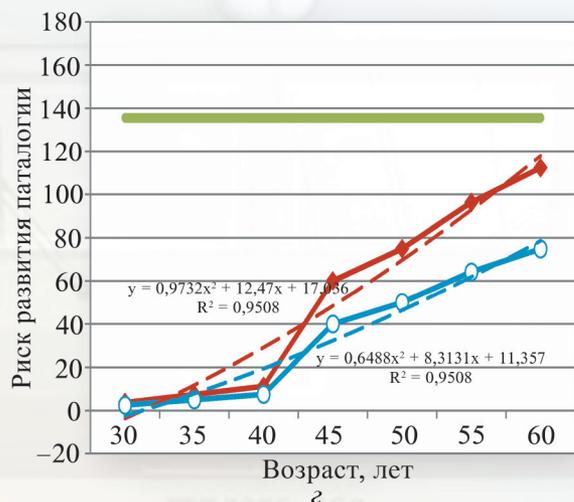
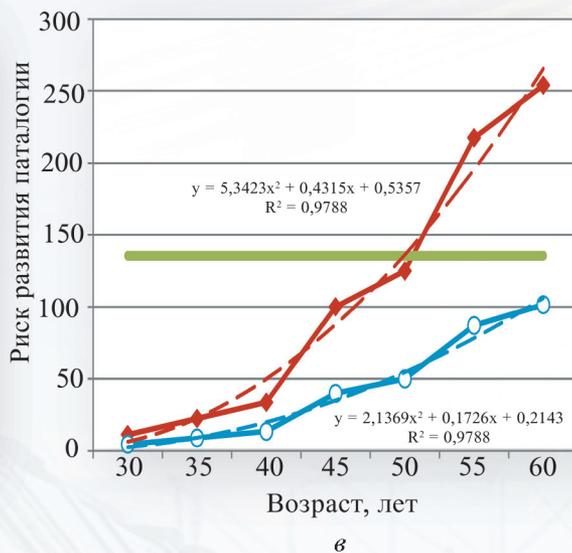
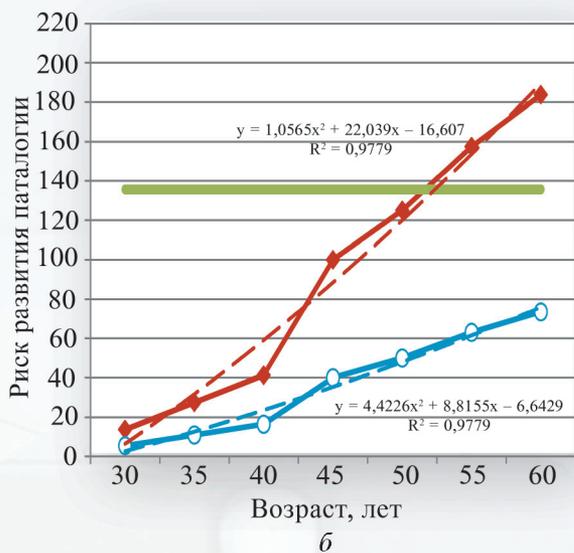
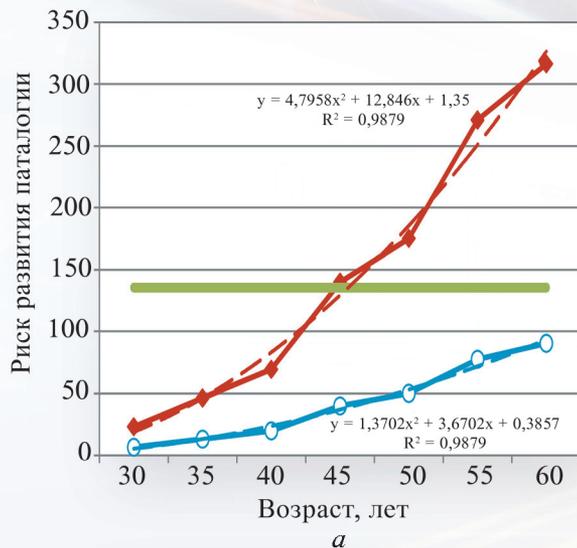
Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансд солишнз".

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

К статье Л. А. Леванчука  
 «МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ  
 К ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ ТРУДА  
 РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД  
 НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ  
 РИСКА ЗДОРОВЬЮ»



Динамика показателей риска развития патологии у работников локомотивных бригад в сравнении с неэкспонированными работающими:

а – всего; б – нервной системы; в – сердечно-сосудистой системы; г – костно-мышечной системы; д – нейросенсорной тугоухости;  $\blacklozenge$  – машинисты локомотивных бригад;  $\circ$  – неэкспонированные;  $---$  – полиномиальная (машинисты локомотивных бригад);  $---$  – полиномиальная (неэкспонированные)

межрегиональная специализированная выставка



# САХАПРОМЭКСПО-2020

**НЕДРА ЯКУТИИ. ГОРНОЕ ДЕЛО.  
УГОЛЬ МАЙНИНГ. ЗОЛОДОДОБЫЧА.  
СПЕЦТЕХНИКА. ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГО.  
СВЯЗЬ. БЕЗОПАСНОСТЬ**

**18 - 19 ноября г.ЯКУТСК**

Организаторы:



**Выставочная компания  
Сибэкспосервис**  
г. Новосибирск



**Выставочная компания  
СахаЭкспоСервис**  
г. Якутск

**Тел: (383) 3356350**  
**[E-mail: vk ses@yandex.ru](mailto:vk ses@yandex.ru)**  
**[www.ses.net.ru](http://www.ses.net.ru)**