



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

12(168)  
2014

**Редакционный совет:**

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

**Главный редактор**

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**  
ПОЧТАРЕВА А. В.

**Ответственный секретарь**

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

**Редакционная коллегия:**

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.  
ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.  
ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.  
КАЛЕДИНА Н. О., д.т.н., проф.  
КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.  
КЛЕЙМЕНОВ А. В., д.т.н.  
КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.  
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,  
проф.  
КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,  
проф.  
КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.  
ЛУЩИ С., проф. (Италия)  
МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.  
МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.  
МАТЮШИН А. В., д.т.н.  
МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.  
МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.  
ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.  
СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.  
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.  
ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.  
ФРИДЛАНД С. В., д.т.н., проф.  
ЦЯН МИНЦЗЮНЬ, проф.  
(Китай)  
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Малаян К. Р., Милохов В. В., Минько В. М., Русак О. Н., Фаустов С. А., Цаплин В. В., Цветкова А. Д.** Специальная оценка условий труда: критический анализ . . . . . 3
- Родимцев С. А., Шапенкова А. А., Тимохин О. В., Патрин Е. И.** Обоснование эргономических характеристик малогабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа. . . . . 17

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Иванова М. В., Ансталь Н. С., Глебова Е. В.** Выявление и оценка профессионально важных качеств водителей ООО "Газпром трансгаз Самара". . . . . 24
- Кирсанов В. В.** Оптимизация производственного контроля на опасных химических объектах. . . . . 28
- Ласуков А. А.** Исследование влияния ионной имплантации инструмента на вид образующейся стружки для обеспечения ее безопасного удаления из зоны резания . . . . . 32

### ОТРАСЛЕВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Дурнев Р. А., Колеганов С. В.** Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: предпосылки и допущения. . . . . 35

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Худякова Л. И., Войлошников О. В., Тимофеева С. С.** Пути утилизации магнийсиликатных отходов . . . . . 41

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Унковская А. В.** Оценка частоты аварийной разгерметизации магистральных нефтепроводов (Часть 2). . . . . 45

### ОБРАЗОВАНИЕ

- Сыромятникова Л. И., Магусевич М. С.** О преподавании медико-валеологических дисциплин будущим учителям основ безопасности жизнедеятельности . . . . . 61
- Аюбов Э. Н., Скрипник Л. Ю., Богдашкина Л. Р.** II Международные соревнования "Школа безопасности". . . . . 66

### ИНФОРМАЦИЯ

- Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2014 году . . . . . 68**
- Указатель Приложений к журналу "Безопасность жизнедеятельности", опубликованных в I полугодии 2014 года . . . . . 72**

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



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)  
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,  
Dr. Sci. (Tech.)  
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)  
DURNEV R.A., Dr. Sci. (Tech.)  
ZALIKHANOV M. Ch.,  
Acad. RAS, Dr. Sci. (Tech.)  
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)  
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)  
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)  
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)  
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)  
USHAKOV I. B., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Med.)  
FEDOROV M. P., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Tech.)  
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,  
Dr. Sci. (Tech.)  
ANTONOV B. I.

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Responsible secretary

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

### Editorial staff

BELINSKIY S. O.,  
Cand. Sci. (Tech.)  
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)  
KALEDINA N. O., Dr. Sci. (Tech.)  
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)  
KLEYMENOV A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)  
KRASNOGORSKAYA N. N.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
KSENOFONTOV B. S.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
KUKUSHKIN Yu. A.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
LUZZI S. (Italy), prof.  
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)  
MARTYNYUK V. Ph.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)  
MIRMOVICH E. G.,  
Cand. Sci. (Phys.-Math.)  
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)  
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)  
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)  
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)  
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Tech.)  
JIANG MINGJUN (China), prof.  
SHVARTSBURG L. E.,  
Dr. Sci. (Tech.)

12(168)  
2014

## CONTENTS

24

### LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

**Malayan K. R., Milokhov V. V., Minko V. M., Rusak O. N., Faustov S. A., Tsaplin V. V., Tsvetkova A. D.** Critical Analysis of Law for Special Appraisal of Condition of Labor . . . . . 3

**Rodimcev S. A., Shapenkova A. A., Timohin O. V., Patrin E. I.** Ground of Ergonomic Descriptions of Small Barbell Sprinkler of Wheelbarrow Type. . . . . 17

### INDUSTRIAL SAFETY

**Ivanova M. V., Anstal N. S., Glebova E. V.** Detection and Evaluation of Professionally Important Features of Drivers of LLC "Gazprom Transgaz Samara". . . . . 24

**Kirsanov V. V.** Optimization of Production Control at Hazardous Chemical Facilities. . . . . 28

**Lasukov A. A.** Studying the Influence of Ion Implantation of a Tool on the Form of Chips with a Purpose of its Safe Removing from the Cutting Area . . . . . 32

### BRANCH SAFETY

**Durnev R. A., Koleganov S. V.** Complex Assessment of Level of the Transport Safety: Prerequisites and Assumptions . . . . . 35

### USE AND RECYCLING OF WASTE

**Khudyakova L. I., Voiloshnikov O. V., Timofeeva S. S.** Ways of Magnesium Silicate Waste Disposal . . . . . 41

### SITUATION OF EMERGENCY

**Unkovskaya A. V.** Assessment of Leak Frequency of Cross-Country Oil Pipelines (Part 2). . . . . 45

### EDUCATION

**Syromiatnikova L. I., Matusevich M. S.** About Teaching Medical Disciplines Valeological for Future Teachers Basis of Life . . . . . 61

**Aubov E. N., Skripnik L. Y., Bogdashkina L. R.** II International Competition "School Safety". . . . . 66

### INFORMATION

**Index** of articles published in the journal "Life Safety" in 2014 . . . . . 68

**Index** of application published in the journal "Life Safety" in I half-year 2014 . . . . . 72

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

УДК 658.345

**К. Р. Малаян**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, проф., **В. В. Милохов**<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
**В. М. Минько**<sup>3</sup>, д-р техн. наук, проф., **О. Н. Русак**<sup>4</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
**С. А. Фаустов**<sup>1</sup>, канд. мед. наук, доц., e-mail: faustov-sa@mail.ru,  
**В. В. Цаплин**<sup>5</sup>, канд. воен. наук, доц., **А. Д. Цветкова**<sup>1</sup>, ст. препод.,

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет

<sup>3</sup> Калининградский государственный технический университет

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский лесотехнический университет

<sup>5</sup> Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

## Специальная оценка условий труда: критический анализ

*Приведены данные критического анализа Закона о специальной оценке условий труда и подзаконных актов. Сделаны выводы об их неэффективности из-за неполноты и неадекватности предлагаемых методов оценки условий труда.*

**Ключевые слова:** специальная оценка условий труда, закон, классификатор факторов профессионального риска, физические, физиологические и психологические факторы профессионального риска, методы измерений, критический анализ

С 1 января 2014 г. вступили в силу Федеральные законы от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" [1] и от 28.12.2013 № 421-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с принятием Федерального закона "О специальной оценке условий труда" [2]. Принята также Методика проведения специальной оценки условий труда [3]. Новый порядок отменил аттестацию рабочих мест. Примечательно, что Закон о специальной оценке условий труда был принят с редким для нынешнего состава Государственной думы результатом в третьем окончательном чтении на пленарном заседании 23 декабря 2013 г.: всего 244 депутатами из 410 присутствующих. Что послужило столь очевидной непопулярности нового закона у парламентариев и почему была использована законодательная инициатива для его проведения на государственном уровне вместо обычного порядка утверждения очередного нормативного правового акта органом исполнительной власти, регулирующим вопросы охраны труда. Постараемся ответить на эти вопросы в дальнейшем изложении статьи.

### 1. Некоторые прописные истины и краткий исторический экскурс

Богатство страны создается трудом работников под управлением работодателей и контролем государства. В этом треугольнике ключевым и наибо-

лее многочисленным звеном являются работники, рассчитывающие на достойную зарплату и безопасные условия труда. Статьей 37 Конституции Российской Федерации провозглашено право "каждого на труд в условиях безопасности и гигиены". Обеспечение условий труда, отвечающих государственным нормативным требованиям, согласно ст. 212 Трудового Кодекса РФ, является обязанностью работодателя [4].

Как было отмечено на заседании Правительственной комиссии по вопросам охраны здоровья граждан 9 июня 2014 г. в г. Серпухове, в России работают, по данным Росстата на 2013 г., почти 71 млн 400 тыс. человек, из них 34 млн 900 тыс. женщины, при этом каждый третий работник работает в условиях, которые не отвечают санитарно-гигиеническим нормам. Особенно много небезопасных рабочих мест на добывающих и обрабатывающих предприятиях, в строительстве, на транспорте. Наибольшие риски — у шахтеров, нефтяников, металлургов, машиностроителей и работников целого ряда других профессий. Отмечено, что страдают не только работники, хотя это главное, но и работодатели, бизнес, государство в целом.

По приведенной на заседании Правительственной комиссии оценке Минтруда, суммарный финансовый ущерб (затраты на страховые выплаты, досрочные пенсии, различного рода компенсации, которые подлежат выплате) доходит почти до



2 трлн руб. в год, что сопоставимо с бюджетами целых секторов экономики.

По свидетельству министра здравоохранения России В. И. Скворцовой, выступившей на заседании Правительственной комиссии, всего в производствах, связанных с вредными производственными факторами, задействовано около 35 млн человек. Остается недопустимо высокой смертность от наиболее распространенных заболеваний. При этом подчеркивается наличие достоверных различий в показателях смертности мужчин и женщин трудоспособного возраста. Так, у мужчин смертность от сердечно-сосудистых заболеваний и внешних причин в 4,8 раза превысила аналогичные показатели смертности у женщин, от онкологических заболеваний — более чем в 2 раза.

Анализ таких различий показывает, что примерно в 50 % случаев они обусловлены нарушением здорового образа жизни у мужчин: табакокурением, злоупотреблением алкоголем, неправильным питанием, гиподинамией. Около 10 % потерь связано с влиянием вредных производственных факторов, которые приводят к развитию профессиональных заболеваний и ускорению формирования хронических неинфекционных заболеваний.

Доля работающих во вредных и опасных условиях труда, не отвечающих гигиеническим нормативам, составляет более 29 %. На предприятиях по добыче полезных ископаемых 46 % работников работают в условиях, вредных для здоровья, на предприятиях по производству и распределению электроэнергии — 34 %, в обрабатывающих производствах — 33,5 %, на транспорте и в связи — 27,7 %, в строительстве — почти 22 %.

В 2013 г. зарегистрировано 162 тыс. случаев профессиональных заболеваний. Ежегодно число новых случаев составляет от 6 до 8 тыс. Работники, занятые на производстве с преимущественным влиянием химических факторов, чаще страдают бронхитами, интоксикациями, бронхиальной астмой, болезнями кожи; работающие в условиях неблагоприятных физических факторов — заболеваниями органа слуха, опорно-двигательного аппарата, различными формами патологий периферической нервной системы. Среди лиц с повышенной интеллектуальной нагрузкой и монотонностью труда выявляются заболевания сердечно-сосудистой системы и нервной системы.

В структуре профессиональной заболеваемости преобладают заболевания, связанные с воздействием физических факторов и с физическими перегрузками, перенапряжением отдельных органов и систем. Особую тревогу вызывает то, что у 16,5 % работников впервые зарегистрировано два

и более профессиональных заболевания, 17,5 % работников в связи с профессиональными заболеваниями имеют инвалидность, в том числе 8,7 % женщин.

На заседании Правительственной комиссии было отмечено, что в Российской Федерации удельный вес работающих во вредных и опасных условиях труда на предприятиях основных видов экономической деятельности неуклонно растет. В 2013 г. по сравнению с 2004 г. в основных видах промышленности (добыча полезных ископаемых, обрабатывающее производство, производство и распределение электроэнергии, газа и воды) удельный вес таких работников увеличился на 10...12 %. Несмотря на некоторую положительную тенденцию в отношении количества профессиональных заболеваний, имеет место тенденция скрытия работодателем имеющихся рисков развития профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости, а также допуска работников к профессиональной деятельности без учета медицинских заключений, расторжения трудовых отношений при заболевании работника и нежелания реализовывать определенные законодательством социальные гарантии.

В сложившейся экономической ситуации незаинтересованность в постановке диагноза возможна как со стороны работодателя — с целью избежать возможных повышенных выплат в Фонд социального страхования, так и со стороны непосредственно работника (и такие факты есть) — для сохранения за собой своего рабочего места до определенного момента. Примечательно, что обсуждение на заседании Правительственной комиссии состояния условий труда никак не коснулось опасностей в отношении производственного травматизма. Между тем, по данным Государственной инспекции труда число несчастных случаев со смертельным исходом остается недопустимо высоким (табл. 1). Как видно из таблицы, несмотря на некоторое снижение, смертельные случаи остаются на очень высоком уровне.

Из данных табл. 2 следует, что несмотря на некоторое снижение числа впервые выявленных профессиональных заболеваний, их число остается высоким. При этом, по мнению представителей Роспотребнадзора, не все профессиональные заболевания регистрируются, и их истинное количество существенно выше, чем приведено в таблице.

Следует подчеркнуть, что в последние годы наблюдается рост числа рабочих мест с неудовлетворительными условиями труда, несмотря на проводимую в обязательном порядке аттестацию рабочих мест. Из этого можно сделать вывод о ее неэффективности. Навязанная работодателям ус-

Таблица 1  
Число несчастных случаев со смертельным исходом в России

| 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 3931    | 3200    | 3244    | 3220    | 2999    | 2630    |

Таблица 2  
Динамика числа впервые выявленных профессиональных заболеваний в России, по данным Фонда социального страхования

| 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6105    | 5468    | 5960    | 5229    | 5789    |

луга в виде обязательной аттестации рабочих мест не привела в масштабах страны к улучшению условий труда. Об этом свидетельствуют данные об экономических потерях вследствие неблагоприятных условий труда. Как отмечалось на том же заседании в 2013 г. потери работодателей составили 956 млрд руб. или 2,1 % от ВВП, суммарные потери — 1,94 трлн руб. или 4,3 % от ВВП.

Аттестация рабочих мест была введена в СССР в 1985 г. (постановление Совета Министров СССР и ВЦСПС от 15.08.1985 № 783 "О широком проведении аттестации рабочих мест и их рационализации в промышленности и других отраслях народного хозяйства"). Постановление Совета Министров СССР и ВЦСПС от 05.12.1985 № 1196 обязало министерства и ведомства обеспечить внедрение аттестации рабочих мест и их рационализации на всех предприятиях в течение 1985—1987 гг. Было создано Типовое положение об аттестации, рационализации, учете и планировании рабочих мест (№ 588-БГ). Аттестация рабочих мест проводилась силами предприятий на основании соответствующих отраслевых положений. Типовое положение предусматривало, что по результатам аттестации рабочие места подразделяются на аттестованные, подлежащие рационализации и подлежащие ликвидации. Согласно Постановлению ЦК КПСС, СМ СССР и ВЦСПС от 17.09.1986 № 1115, если результаты аттестации рабочих мест выявили несоответствие условий труда государственным нормативным требованиям, работникам назначались надбавки к окладу или тарифной ставке в размере от 4 до 24 %.

Министерство труда и социального развития РФ своим постановлением от 14.03.1997 № 12 утвердило Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Положением учитывались гигиенические условия труда, травмобезопасность и обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты.

Согласно этому Положению условия труда подразделялись на следующие классы: 1 — оптимальные; 2 — допустимые; вредные — 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 4 — опасные. Определялась также оценка условий труда по фактору травмобезопасности: 1 — оптимальные; 2 — допустимые; 3 — опасные.

По результатам аттестации рабочие места делились на аттестованные, условно аттестованные и неаттестованные. Следует отметить, что к условно аттестованным, согласно этому Положению, относились рабочие места с вредными условиями труда. Это лукавство чиновников прошло незамеченным.

С 1 сентября 2008 г. приказом Минздравсоцразвития России от 31.08.2007 № 569 был введен в действие новый порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Этим порядком предусматривалось при необходимости создание аттестующей организации. Таким образом, в процесс аттестации была введена категория материально заинтересованных лиц, задача которых заключалась в производстве замеров, а улучшение условий труда по умолчанию считалось обязанностью работодателя. Как показало время, навязанная работодателю услуга в виде аттестующей организации оказалась бесполезной с точки зрения улучшения условий труда, но удовлетворяла тех, кто получал от аттестации доход.

Вскоре было принято очередное новое положение, утвержденное приказом Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 № 342н "Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Принципиальных отличий с позиции улучшения условий труда в нем не было.

Процесс аттестации рабочих мест, проводившейся в России с 1997 по 2013 г., не имеет аналогов в зарубежной практике. Парадоксально то, что условия труда в результате аттестации не улучшались, а напротив, становились хуже.

В конце 2013 г. принимаются два закона: Федеральный закон РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" (далее — Закон) и Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 421-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с принятием Федерального закона "О специальной оценке условий труда". 24 января 2014 г. Министерство труда и социальной защиты РФ приказом № 33н утвердило Методику проведения специальной оценки условий труда.

Таким образом, специальная оценка условий труда пришла на смену длившейся 25 лет бесполезной аттестации рабочих мест. Аттестация вычеркнута из анналов истории, т. е. из Трудового кодекса РФ [4]. Теперь наступило время специальных оценок. Как отразится на условиях труда эта процедура?



## 2. Рассмотрение закона "О специальной оценке условий труда"

*Статья 1. Предмет регулирования настоящего Федерального закона.* Предметом регулирования должна считаться цель закона. По логике, целью подобных (и рассматриваемого, в том числе) законов должно быть регулирование в области обеспечения безопасности труда, а не некая процедура, в данном случае процедура специальной оценки условий труда. Таким образом, предметом регулирования закона о специальной оценке условий труда являются отношения, возникающие в связи с одной из процедур обеспечения конституционного права каждого на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности, но не само обеспечение безопасных условий труда.

Обычно закон содержит глоссарий, позволяющий однозначно трактовать термины, использованные в нем. В рассматриваемых законах отсутствуют определения основных понятий. Что понимается под идентификацией, исследованием, испытанием, измерением? Возможны разные трактовки этих понятий.

*Статья 2. Регулированием специальной оценки условий труда.* Непонятно, почему "отношения, возникающие в связи с проведением специальной оценки условий труда..." стали предметом законодательного регулирования. В России достаточно нормативных правовых актов, необходимых для оценки условий труда во всех ее формах и без Закона "О специальной оценке условий труда". Повидимому, создатели Закона преследовали цель на годы вперед законодательно закрепить возможность реализовывать навязанную услугу предприятиям и организациям в виде специальной оценки условий труда. Как уже говорилось, анализ проводимой ранее аттестации рабочих мест показал ее экономическую неэффективность: ежегодные совокупные затраты предприятий в несколько миллиардов рублей не привели к улучшению условий труда в масштабах России. На основании этого эффективность специальной оценки условий труда кажется также весьма сомнительной.

Возникает следующий вопрос: насколько создатели Закона учли мировой опыт? Анализ Закона свидетельствует, что он коренным образом противоречит мировому опыту. В развитых странах работодатель обязан не только соблюдать требования законодательства в отношении условий и охраны труда, но, главным образом, заниматься управлением профессиональными рисками, под которым понимают идентификацию рисков, их оценку и снижение силами самого предприятия. При этом используются все возможные методы и, как правило, не привлекаются сторонние органи-

зации для измерений параметров условий труда. Конечной целью такой процедуры является ликвидация профессиональных рисков, а если это невозможно, то их снижение или хотя бы недопущение роста.

*Статья 3. Специальная оценка условий труда.* В статье дано определение: специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных производственных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактического значения от установленных ... нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников". Приведенное определение ничем не отличается от определения обычной оценки условий труда. Вопрос: чем по существу отличается специальная оценка условий труда от любой другой оценки условий труда? Рискнем предположить, что "специальность" оценки условий труда состоит в том, что предусмотренные Методикой проведения специальной оценки условий труда методы измерений и оценок не соответствуют или не вполне соответствуют многочисленным гигиеническим нормам, по которым осуществляется обычная оценка условий труда. Как будет показано в дальнейшем, это приведет к искажению оценок условий труда, причем в сторону их искусственного улучшения.

*Статья 7. Применение результатов проведения специальной оценки условий труда.* В этой статье приведены 16 позиций, по которым могут использоваться результаты специальной оценки условий труда. Среди них указана оценка уровней профессиональных рисков. К сожалению, анализ Закона и подзаконных актов, принятых в связи с его введением, показал невозможность оценки профессиональных рисков на основании результатов специальной оценки условий труда. Это особенно печально, если учесть, что в развитых странах работодателям вменены в обязанность оценка и управление профессиональными рисками. Процедура управления профессиональными рисками показала свою эффективность в сочетании с незначительными материальными затратами.

*Статья 8. Организация проведения специальной оценки условий труда.* Эта статья констатирует, что специальная оценка условий труда на рабочем месте проводится не реже, чем один раз в пять лет. Такая периодичность, как и периодичность проводимой в прошлом аттестации рабочих мест, не соответствует международной практике управления профессиональными рисками. Процедура управ-

ления профессиональными рисками предусматривает ежедневный контроль за условиями труда с постоянной корректировкой обнаруженных нарушений.

*Статья 10. Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов.* Как отмечено в части 6 этой статьи такая идентификация не осуществляется в отношении:

1) рабочих мест работников, профессии, должности, специальности которых включены в списки соответствующих работ, производств, профессий, должностей, специальностей и учреждений (организаций), с учетом которых осуществляется досрочное назначение трудовой пенсии по старости;

2) рабочих мест, в связи с работой на которых работникам в соответствии с законодательными и иными нормативными правовыми актами предоставляются гарантии и компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;

3) рабочих мест, на которых по результатам ранее проведенных аттестации рабочих мест по условиям труда или специальной оценки условий труда были установлены вредные и (или) опасные условия труда.

Из приведенного следует, что на некоторых рабочих местах с условиями труда, не отвечающими государственным нормативным требованиям, не предполагаются измерения и оценки вредных производственных факторов и планирование мероприятий по улучшению условий труда (см. часть 4 статьи 10 Закона). Это противоречит статье 212 Трудового Кодекса Российской Федерации и пункту 1 статьи 7 Закона. Условия труда на таких рабочих местах никогда не будут улучшены, поскольку это противоречит Закону.

*Статья 11. Декларирование соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда.* В части 5 этой статьи констатируется: "В случае, если в период действия декларации соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда с работником, занятым на рабочем месте, в отношении которого принята декларация, произошел несчастный случай на производстве (за исключением несчастного случая на производстве, произошедшего по вине третьих лиц) или у него выявлено профессиональное заболевание, причиной которого явилось воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов, в отношении такого рабочего места действие данной декларации прекращается и производится внеплановая специальная оценка условия труда". Данный постулат не имеет смысла в отношении упомянутых в нем производственных травм, поскольку производственный травматизм не является

предметом Закона. В этой же части есть фраза о "несчастном случае на производстве, произошедшем по вине третьих лиц". Ни в отечественной, ни в международной практике такой термин не применяется.

*Статья 13. Вредные и (или) опасные факторы производственной среды и трудового процесса, подлежащие исследованию (испытанию) и измерению при проведении специальной оценки условий труда.* В перечне вредных и (или) опасных производственных факторов, приведенных в данной статье, присутствуют только так называемые гигиенические факторы, для которых существуют нормативы, методики их замеров и оценок. Опасные производственные факторы, способные вызвать производственную травму, в перечне отсутствуют. Это означает, что при специальной оценке условий труда опасности производственного травматизма не оцениваются и не учитываются. Между тем, именно производственные травмы являются основной причиной гибели работников в процессе трудовой деятельности. Такое положение дополнительно вносит сомнения в целесообразности специальной оценки условий труда. Опасные производства, на которых не проведена оценка возможности получения производственных травм, по результатам измерений гигиенических факторов может оказаться вполне безопасными, таким образом искусственно будут "улучшены" условия труда.

*Статья 14. Классификация условий труда.* Часть 2 данной статьи содержит крайне нечеткое определение оптимальных условий труда. Большинство специалистов, исходя из этого определения, не увидит разницы между оптимальными и допустимыми условиями труда.

Часть 4 статьи 14 содержит положение о возможности снижения класса (подкласса) условий труда на одну степень в случае применения работниками эффективных средств индивидуальной защиты. Логичное на первый взгляд положение, к сожалению, не имеет под собой никакого научного обоснования. Во-первых, в научной литературе и в нормативных документах по средствам индивидуальной защиты отсутствует термин "эффективность". Во-вторых, применение многих видов средств индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, фильтрующие противогазы с высоким сопротивлением дыханию, изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания, виброзащитные перчатки и т. д.), кроме того, что обеспечивают необходимую защиту, служат помехами в трудовой деятельности и существенным образом отягощают ее, вызывая дополнительное напряжение функциональных систем организма. Общеизвестно, что применение защитных костюмов



от теплового воздействия электрической дуги вызывает у пользователя напряжение терморегуляторных механизмов, использование средств индивидуальной защиты органа слуха не только защищает от чрезмерного шума, но и существенным образом искажает слуховое восприятие. Использование изолирующих средств индивидуальной защиты органов дыхания на химически связанном кислороде заставляет пользователя вдыхать воздух с температурой +45...60 °С. Все это не прибавляет "эффективности" используемым СИЗ, делая этот термин бессмысленным.

Следует также напомнить, что средства индивидуальной защиты делятся на две категории: первая применяется при потенциальной опасности воздействия на работника факторов профессионального риска, независимо от величин этого риска. К этой категории относится большинство применяемых СИЗ: спецодежда, спецобувь, средства защиты лица, глаз, головы, рук, изолирующие средства индивидуальной защиты органов дыхания, средства защиты от падения с высоты. Даже если бы существовала методика определения "эффективности" СИЗ в производственных условиях для таких средств, применить ее в условиях неопределенности оценки уровней воздействия факторов профессионального риска было бы невозможно. Те же средства, которые применяются при фактическом превышении уровней профессионального риска по сравнению с нормами (фильтрующие СИЗОД, средства защиты от шума, вибрации, излучений), также не подлежат оценке в отношении их эффективности, поскольку методик для ее определения в производственных условиях не существует.

Часть 7 статьи 14 содержит также положение о возможности снижения класса условий труда по согласованию с территориальным органом федерального органа исполнительной власти по организации и осуществлению федерального санитарно-эпидемиологического надзора более чем на одну степень. Обоснования такой возможности Закон не приводит. На основании каких научных данных принято положение о снижении класса условий труда на одну степень при применении средств индивидуальной защиты, а в некоторых других случаях более, чем на одну степень? Кроме необоснованности упомянутого положения, его крайне нечеткая формулировка приведет к немедленной реализации коррупционной составляющей Закона, которая заложена не только в статье 13.

*Статья 15. Результаты проведения специальной оценки условий труда.* В этой статье среди результатов упоминается о перечне мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников,

разрабатываемом организацией, проводившей специальную оценку условий труда. При этом, вопреки Трудовому Кодексу Российской Федерации, ничего не говорится о роли работодателя, который обязан обеспечивать надлежащие условия труда на рабочих местах. Таким образом, Закон фактически отстраняет работодателя от обязанностей, предписанных Трудовым Кодексом в отношении соблюдения требований охраны труда.

Статья содержит весьма громоздкий перечень документов, которые должны быть оформлены по результатам оценки. Учитывая, что прогнозируется отсутствие какой-либо реальной эффективности специальной оценки условий труда, по-видимому, невероятный объем документации и будет служить реальным результатом дорогостоящей процедуры, регулируемой Законом. Предписываемая частью 6 статьи 15 необходимость работодателя размещать результаты специальной оценки условий труда на своем официальном сайте совершенно непонятна: Что означает "при наличии такого сайта"? Если у организации нет своего сайта, а у большинства малых и средних организаций нет сайтов, то пункт закона теряет свой смысл. Зачем помещать в закон пункт, выполнение которого для многих предприятий и организаций невыполнимо?

*Статья 22. Независимость организаций, проводящих специальную оценку условий труда, и экспертов организаций, проводящих специальную оценку условий труда.* Провозглашенная статьей независимость организаций и экспертов, проводящих специальную оценку условий труда, не может быть полной, поскольку отношения между ними и организацией, заказавшей эту работу, регулируются не только Законом о специальной оценке условий труда, но и гражданско-правовым договором. Опыт аттестации рабочих мест показал, что в этих условиях результаты оценки условий труда являются зачастую предметом торга между сторонами договора. Поэтому рассчитывать на полную независимость организации, проводящей специальную оценку условий труда в стране, где очень распространена коррупция, невозможно. Это дополнительный повод считать Закон неэффективным.

### **3. Методические погрешности специальной оценки условий труда**

Методика проведения специальной оценки условий труда (далее Методика) устанавливает четыре процедуры, одной из которых является порядок идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов. Выявленные в ходе идентификации вредные и (или) опасные производственные факторы (ВОПФ) сравни-



ваются с содержащимися в Классификаторе ВОПФ (приложение 2 к приказу № 33н [3]), и только при совпадении наименований факторов проводятся необходимые исследования и измерения и устанавливается класс (подкласс) условий труда.

Сравнение содержания Классификатора ВОПФ [3] и ГОСТ 12.0.003 "Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" [5] указывает на существенные различия: ряд физических и психофизиологических факторов, имеющих в стандарте, в Классификатор не вошли. Это все факторы, связанные с состоянием оборудования, размещением рабочих мест, повышенным напряжением электрического тока и др. Не оценивается уровень санитарно-бытового обеспечения работников. Как же в таком случае будет выполняться статья 5 Закона. Ведь в этой статье указано, что результаты специальной оценки условий труда применяются для определения объемов санитарно-бытового обеспечения работников. Отсюда следует, что специальная оценка условий труда "не дотягивает" до комплексной оценки условий труда, позволяет получать только какие-то "урезанные" оценки, что резко сокращает практическую ценность этого мероприятия при планировании работы по охране труда.

В Методике отмечено, что идентификация осуществляется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, а результаты идентификации утверждаются комиссией по проведению такой оценки. При этом игнорируется роль членов комиссии от организации, заказавшей специальную оценку, которые, зная ситуацию на месте, должны обсудить данные об идентификации.

В пункте 8 Методики записано, что если на рабочем месте не установлены опасные и вредные производственные факторы, то "работодателем подается декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда". Но ведь специальная оценка условий труда проводится далеко не по всем факторам, формирующим условия труда на рабочем месте и по которым установлены государственные нормативные требования. Поэтому подача декларации только по результатам специальной оценки не будет обоснованной и приведет к тому, что условия труда, как уже говорилось, будут оценены как вполне благоприятные, и работодатели не будут планировать и осуществлять мероприятия по всестороннему улучшению условий труда.

Неясно, почему согласно пункту 11 Методики идентификация ВОПФ в отношении рабочих мест, которые включены в списки, дающие право на досрочное назначение пенсии по старости, гарантии и компенсации за работу с вредными и

(или) опасными условиями труда, проводится, исходя из перечня ВОПФ, указанных в частях 1 и 2 статьи 13 Закона, а не Классификатора ВОПФ.

В Методике содержатся таблицы, согласно которым осуществляется отнесение условий труда по результатам исследований и измерений ВОПФ к тем или иным классам (или подклассам). По некоторым факторам, например по химическим, Методика не отличается от Руководства Р 2.2.2006—05 [6], использовавшегося при проведении аттестации рабочих мест. Вместе с тем в Методике следовало бы более подробно разъяснить, как использовать для определения класса и подкласса вред-

ности сумму отношений  $\sum_{i=1}^n \frac{K_i}{ПДК_i}$ , где  $n$  — количество вредных химических веществ одностороннего действия;  $K_i$  — фактическая концентрация  $i$ -го вредного вещества;  $ПДК_i$  — предельно допустимая концентрация этого же вещества.

В Методике для оценки класса и подкласса условий труда при воздействии аэрозолей преимущественно фиброгенного действия использована ожидаемая пылевая нагрузка (ПН) за год

$$ПН_{1\text{год}} = K_{cc}NQ, \quad (1)$$

где  $K_{cc}$  — фактическая среднесменная концентрация пыли,  $\text{мг/м}^3$ ;  $N$  — число смен в течение года, отработанных в условиях запыленности;  $Q$  — объем легочной вентиляции за смену,  $\text{м}^3$ .

Величина  $ПН_{1\text{год}}$  сравнивается с контрольной пылевой нагрузкой (КПН), которая вычисляется по формуле

$$КПН_{1\text{год}} = ПДК_{cc}N_{\text{год}}Q, \quad (2)$$

где  $ПДК_{cc}$  — предельно допустимая среднесменная концентрация пыли,  $\text{мг/м}^3$ ;  $N_{\text{год}}$  — количество рабочих смен в году.

Важно отметить, что величина  $K_{cc}$ ,  $N$  и  $Q$  определяются с большими погрешностями. Еще большую погрешность будет иметь величина  $ПН$ , так как ошибка произведения равна сумме ошибок сомножителей. Допустим, что величины  $K_{cc}$ ,  $N$  и  $Q$  определяются с погрешностями  $\pm 10\%$ . Реальные погрешности могут быть еще выше. Тогда величина  $ПН_{1\text{год}}$  будет оцениваться с погрешностью  $\pm 30\%$ . Можно ли при такой высокой погрешности измерений делать какие-либо определенные выводы? Следует также отметить, что в Методике расчеты по формулам, в которые входят величины, измеряемые или оцениваемые с большими погрешностями, использованы и в отношении других факторов условий труда.

В Методике без каких-либо пояснений определение классов (подклассов) вредности от повы-



шенного шума осуществляется только относительно уровня 80 дБА. Независимо от вида выполняемых работ условия труда признаются вредными только если уровень шума превышает 80 дБА. Таким образом, если на рабочем месте водителя городского автобуса фактический уровень шума составит 80 дБА, то условия труда при специальной оценки будут оценены как допустимые, хотя это на 20 дБА выше ПДУ для этого рабочего места согласно СН 2.2.4/2.1.8.562—96 [7]. Тогда все гигиенические нормативы, выработывавшиеся десятилетиями по итогам серьезных научных исследований, отбрасываются за ненужностью.

Вибрация, согласно Методике, оценивается по уровню виброускорения только относительно 115 дБ (направление Z) и 112 дБ (направление X, Y), хотя для технологической вибрации категории 3а ПДУ виброускорения согласно СН 2.2.1/2.1.8.566—96 [8] составляет 100 дБ.

В пункте 49 Методики указано, что микроклимат является нагревающим, если температура воздуха в помещении выше границ оптимальных величин, предусмотренных приложением 13 Методики. Однако в этом приложении оптимальные величины не приведены.

Оценка условий труда по параметрам микроклимата, в целом, представляется усложненной. К тому же, в пункте 54 при оценке средневзвешенной характеристики условий труда по микроклимату с учетом продолжительности пребывания в рабочих зонах с разными значениями показателей микроклимата предложено принимать продолжительность смены не более 8 ч. Но ведь Трудовой кодекс РФ допускает большую продолжительность смены даже при вредных условиях труда. Как быть в этой ситуации, не поясняется.

Методика учитывает только микроклиматические показатели в производственном помещении. Работы на открытом воздухе, т. е. в метеоусловиях, возможно, являющихся неблагоприятными факторами условий труда, не оцениваются.

Оценка условий труда по показателю освещенности недостаточно обоснована. Для этой оценки предложен средневзвешенный показатель:

$$UT_{cp} = UT_1 t_1 + UT_2 t_2 + \dots + UT_n t_n \quad (3)$$

где  $UT_1, UT_2, \dots, UT_n$  — условия труда по показателю освещенности в 1-й, 2-й и  $n$ -й рабочих зонах; при этом если освещенность соответствует норме, то  $UT = 0$ , если освещенность составляет 50 % от нормы или выше, то  $UT = 1$ , если освещенность менее 50 % от нормы, то  $UT = 2$ ;  $t_1, t_2, \dots, t_n$  — продолжительность пребывания в рабочих зонах с разной освещенностью в долях единицы.

Представим такую ситуацию: работник 2/3 рабочей смены занят в зоне с освещенностью, соответствующей нормам, а 1/3 в зоне, где освещенность составляет 50 % от нормативной. Расчет по формуле (3) дает:

$$UT_{cp} = 0 \cdot \frac{2}{3} + 1 \cdot \frac{1}{3} = 0,33,$$

т. е. в целом условия труда должны быть признаны допустимыми, так как согласно Методике, если  $0 < UT_{cp} < 0,5$ , то условия труда допустимые. Вредными они становятся, только если  $UT_{cp} \geq 0,5$ . Получается, что треть смены работник занят на рабочем месте при половинной от нормы освещенности, что безусловно и вредно, и даже опасно при некоторых работах, а условия труда должны быть признаны допустимыми. К тому же неясно, каким образом и из каких нормативных актов определять нормы освещенности для производственных рабочих мест. Почему для оценки условий труда по освещенности предложены только два подкласса вредных условий — 3.1 и 3.2, учитывается соответственно освещенность выше 50 % и ниже 50 % от нормы. Какие-либо промежуточные значения, например 25 %, 75 %, не учитываются, т. е. предложена весьма упрощенная оценка.

При оценке условий труда по тяжести и напряженности трудовых процессов учитываются также только два подкласса вредности: 3.1 и 3.2, что приводит к достаточно огрубленным общим оценкам. Не учитываются разные затраты энергии на подъем груза, перемещение по горизонтали, опускание.

В Методике вредный класс условий труда разбит на четыре подкласса: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4. Подобное двухзначное определение создало проблемы. В частности, для вычисления класса условий труда по параметрам микроклимата авторам Методики пришлось подклассы переводить в баллы (использована семибалльная шкала). Затем по ним вычисляется средневзвешенный балл с учетом величин баллов в рабочих зонах с различными характеристиками микроклимата и продолжительностью пребывания. Полученный средневзвешенный балл опять переводится в класс или подкласс условий труда. Стоит заметить, что еще в 70-е годы прошлого века тогдашним НИИ труда была разработана Медико-физиологическая классификация и критерии для оценки факторов условий труда, основанные на шестибалльной шкале [9]: 1 — оптимальные условия; 2 — допустимые условия; 3 — не вполне благоприятные условия (пограничное состояние организма); 4 — неблагоприятные условия (ухудшение большинства физиологических показателей); 5 — экстремальные условия; 6 — особо неблагоприятные, критические условия труда. Нет оснований считать, что примененная в Методике

шкала для оценки условий труда является в чем-то более обоснованной. К тому же эта шкала не может быть использована при расчетах по планированию снижения профессиональных рисков — двухзначные определения подклассов условий труда приходится переводить в баллы.

Как уже говорилось, нельзя понять, на каком основании из Методики исключена оценка травмостанности, а также оценка уровня санитарно-бытового обеспечения работников (душевые, умывальные, гардеробные, специальные санитарно-бытовые помещения, питание, медицина). Без всего этого оценка условий труда, как бы ее ни называли (специальная или какая-либо другая) не может быть полноценной.

#### **4. Применение специальной оценки условий труда для контроля условий труда**

Контроль условий труда является одной из важных составляющих комплекса мероприятий по обеспечению безопасности работников в процессе труда. Важность этого вида работ не требует обоснования, так как результаты контроля условий труда позволяют своевременно предпринять действия, направленные на устранение причин неблагоприятных воздействий факторов производственной среды и трудового процесса, т. е. обеспечить нормализацию условий труда [4]. Контроль условий труда в действующих подразделениях, как правило, осуществляется на базе косвенных показателей, в качестве которых используются уровни вредных факторов производственной среды и трудового процесса. До настоящего времени в РФ используются несколько разновидностей систем контроля условий труда (контроль состояния условий труда на рабочих местах, производственный контроль санитарно-гигиенических нормативов, санитарно-гигиеническая характеристика рабочего места при расследовании профессиональных заболеваний и др. [4, 10, 11]).

Многолетняя практика проведения указанных видов контроля позволила создать методики проведения контроля, регламентирующие порядок инструментальных измерений уровней комплекса параметров для каждого вредного фактора и процедуру сопоставления их с предельно допустимыми значениями. Комплекс параметров, используемых при оценке уровней факторов производственной среды и трудового процесса, утвержден гигиеническими нормативами в качестве обязательных критериев, на основании которых осуществляется оценка условий труда.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) представляет собой еще одну разновидность периодического контроля [1], осуществляемого один

раз в 5 лет. Этот вид периодического контроля имеет сходное с другими видами контроля условий труда назначение, а именно определение соответствия условий труда гигиеническим требованиям. Основной отличительной особенностью СОУТ является использование процедуры определения класса условий труда, т. е. оценки потенциальной опасности фактических уровней факторов производственной среды и трудового процесса. Результатам этой оценки класса условий труда придан официальный статус, и они являются правовой основой для назначения всех видов компенсаций за неблагоприятные условия труда.

Другими словами, СОУТ изменяет существующую в настоящее время систему предоставления компенсаций за неблагоприятные условия труда и реализует назначение компенсаций, за исключением некоторых категорий работников (пункт 6 закона № 426-ФЗ от 28.12.2013 г.), по результатам оценки и ранжирования условий труда по классам. Такое высокое назначение СОУТ определяет жесткие требования к обеспечению качества и объективности оценки уровней производственных факторов опасного и вредного воздействия. Однако, по мнению авторов, регламентируемая законами и подзаконными актами процедура СОУТ не позволяет получить необходимую и надежную информацию об уровнях показателей условий труда. Вызвано это многими причинами и, в частности, отсутствием надежной нормативной базы и методологических подходов для ранжирования условий труда по классам, особенно при сочетанном воздействии комплекса производственных факторов, а также несовершенством или отсутствием аппаратуры для измерения уровней факторов.

Методикой проведения специальной оценки труда [3] регулируется порядок выполнения СОУТ. Как известно, осуществлению любых видов контроля предшествует работа по выявлению рабочих мест, на которых будут производиться измерения, и определению перечня вредных факторов, уровень которых подлежит инструментальной оценке. Эта работа выполняется коллективом специалистов, из которых особая роль отводится специалистам, имеющим высокий уровень квалификации в конкретном производственном процессе (представители предприятия, на котором проводится оценка условий труда, и представители государственных органов контроля и надзора безопасного ведения работ).

Аналогичная работа предусмотрена и при СОУТ, названная идентификацией, но ее выполняет "эксперт" организации, проводящей СОУТ. Отличительной особенностью идентификации является использование ее для определения перечня рабо-



чих мест и параметров факторов производственной среды и трудового процесса, которые не подлежат специальной оценке. Одним из видов оснований для исключения из перечня рабочих мест, подлежащих СОУТ, является субъективное решение эксперта, принимаемое по результатам изучения документации о производственной среде и технологическом процессе, без выполнения инструментальных измерений. Другими основаниями для исключения из перечня рабочих мест, подлежащих СОУТ, являются отсутствие в зоне их размещения источников вредных факторов или присутствие их в списках рабочих мест, на которых СОУТ не проводится (Приложение 2 Методики).

Как уже говорилось, СОУТ по параметрам микроклимата ограничивается в Методике условиями выполнения работ только "на рабочих местах, расположенных в закрытых производственных помещениях, в которых размещено оборудование, являющееся искусственным источником тепла и (или) холода". В то же время, вариантов условий работы, при которых происходит нарушение теплообмена человека с окружающей средой, в действующих гигиенических нормативах предусмотрено значительно больше (работа в условиях жаркого климата, работа за пределами помещений, работа в неотапливаемых помещениях, в помещениях с большим выделением влаги и др.). По мнению авторов, параметры микроклимата должны оцениваться повсеместно, притом по полному спектру критериев, нормируемых в действующих нормативах [12, 13].

За рамками перечня рабочих мест, на которых осуществляется СОУТ по виброакустическим факторам, остаются рабочие места, на которых отсутствуют источники вибрации и звуковых колебаний [7, 8]. Создается впечатление, что разработчики Методики не считают вредными или опасными виброакустические факторы, проникающие из-за пределов помещений, независимо от их уровня.

Аналогичным примером исключения факторов производственной среды из категории вредных или опасных можно проиллюстрировать факторами, представленными неионизирующими излучениями. Эти факторы в Методике исключаются из разрядов опасных или вредных на "рабочих местах, на которых работники исключительно заняты на персональных электронно-вычислительных машинах (персональных компьютерах) и (или) эксплуатируют аппараты копировально-множительной техники настольного типа, единичные стационарные копировально-множительные аппараты, используемые периодически для нужд самой организации, иную офисную организационную технику". Таким образом, в Методике игнорируется высокая

опасность низкочастотного электромагнитного поля, и большая разновидность заболеваний пользователей персональными компьютерами и офисной техники, которые гигиенисты относят на воздействие электромагнитных излучений.

Специальная оценка условий труда по тяжести трудового процесса проводится по критериям Методики только при выполнении работ по перемещению грузов вручную, работ, выполняемых в вынужденной позе или стоя, или при перемещении в пространстве. Согласно Методике оценка условий труда по напряженности трудового процесса проводится только при выполнении диспетчерских работ, на рабочих местах операторов технологического оборудования и при управлении транспортными средствами. По мнению авторов, указанное ограничение перечня рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда по тяжести и напряженности трудового процесса, требует обоснования, так как статистика массовых заболеваний опорно-двигательного аппарата и нарушений со стороны деятельности центральной нервной системы у пользователей офисной техникой свидетельствует о необходимости проведения СОУТ на большинстве их рабочих мест.

Приведенный неполный перечень ситуаций, в которых согласно Методике рабочие места и факторы производственного процесса исключаются из разряда вредных или опасных, не позволяет считать ее способом для объективного повсеместного выявления неблагоприятных условий труда с целью принятия срочных мер по их нормализации и, тем более, для назначения компенсаций за неблагоприятные условия труда. Следует подчеркнуть, что условия труда рабочих мест, на которых СОУТ не производится, эксперт характеризует как "допустимые" без выполнения каких-либо измерений. Такой подход может привести к тому, что работник, длительно работая в условиях, которые эксперты оценили как "допустимые" без выполнения измерений, в случае заболевания или получения серьезного ущерба здоровью встретится с большими трудностями для доказательства их связи с профессиональным заболеванием. При этом, для категорий работников, на рабочих местах которых СОУТ не проводится, возникнут проблемы с предъявлением претензий в адрес работодателя по поводу нормализации условий труда.

Вызывает недоумение полное исключение из перечня рабочих мест, подлежащих СОУТ, практически по всему спектру факторов на рабочих местах административных, управленческих, интеллектуальных и других видов работ, выполняемых непромышленным персоналом.

Не менее серьезным недостатком Методики являются допущенные без всяких обоснований изменения в гигиенических нормативах, определяющих перечень параметров, используемых для определения соответствия условий труда нормам и предельно допустимых значений параметров. Характер этих изменений и допустимы ли они при СОУТ, можно иллюстрировать следующим анализом содержания Методики.

Необходимо отметить имеющиеся место отклонения в Методике от требований, установленных действующими нормативами, к процедуре оценки параметров микроклимата. В первую очередь это коснулось численности контролируемых параметров фактора вредного воздействия. Например, в числе параметров микроклимата, используемых для СОУТ, отсутствуют температура поверхности (результатирующая температура), допустимые перепады температуры и скорости воздуха по вертикали и горизонтали и др. [12, 13]. Исключение этих параметров не позволит объективно оценить эффективность условий труда для обеспечения нормального теплообмена работника с окружающей средой. В то же время для оценки класса условий труда используются параметры, которые в действующих нормативах фигурируют только как "рекомендуемые", это тепловая нагрузка среды (ТНС) и средневзвешенная температура. При этом, контроль параметров микроклимата допускается проводить один раз, в то время как пункт 7.1 СанПиН 2.2.4.548—96 [12] определяет, что контроль их соответствия гигиеническим требованиям должен осуществляться не менее двух раз в год (в теплый и холодный периоды года).

При воздействии виброакустических факторов класс условий труда в Методике определяется без учета их максимальных уровней. Например, при непостоянном шуме оценку класса условий труда предлагается осуществлять только по величине эквивалентного (по энергии) уровня звука. Однако действующими нормативами определено, что шумовая обстановка считается допустимой только тогда, когда она как по эквивалентному, так и по максимальным уровням, не превышает установленных нормативных значений. Такие же искажения подходов для контроля условий труда имеют место в Методике при специальной оценке других виброакустических факторов (локальная и общая вибрация, инфразвук, ультразвук). Таким образом, в Методике имеет место искажение принципа ограничения энергии фактора производственной среды, воздействующей на работника за рабочую смену. Несмотря на недостатки, этот принцип широко используется для эффективной защиты работника от неблагоприятных воздействий за счет

регулирования режима труда и отдыха ("защита временем"). При этом оговаривается, что наряду с контролем уровня воздействующей энергии факторов необходим жесткий контроль их максимальных уровней, чтобы исключить опасные воздействия на работника. Это требование в Методике не учтено, ограничивая СОУТ контролем и ранжированием суммарной энергетической составляющей.

В Методике для СОУТ по фактору световая среда отсутствует ряд важных показателей: контрасты яркостей наблюдаемых поверхностей, распределение яркости на наблюдаемой поверхности и уровень пульсаций светового потока. Каждая из указанных характеристик при отклонении от норм может служить неблагоприятным воздействием, даже если освещенность поверхностей будет в пределах норм.

Особой критики заслуживает содержание пунктов 48—50 Методики, в которых установлены методы ранжирования условий труда по классам (раздельная оценка класса условий труда по каждому параметру микроклимата и общая оценка по наиболее высокому классу). С таким подходом согласиться нельзя, так как интенсивность теплообмена человека с окружающей средой за счет излучения, испарения и конвекции определяется одновременным сочетанием значений температуры, влажности и скорости воздуха, температуры поверхности, а также интенсивности инфракрасного излучения.

В пункте 52 Методики при выполнении работ в различных микроклиматических условиях предлагается проводить СОУТ по параметрам микроклимата, используя величину средневзвешенной температуры. Приведенная в Методике информация по определению класса условий труда по величине средневзвешенной температуры игнорирует указание Приложения 3 СанПиН 2.2.4.548—96, что в этом случае "остальные показатели микроклимата (относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, температура поверхностей, интенсивность теплового облучения) на рабочих местах должны быть в пределах допустимых величин". Проблематично будет производить оценку условий труда по величине средневзвешенной температуры, если значения других параметров микроклимата не будут в пределах норм, так как какие-либо указания по этому поводу в Методике отсутствуют.

Нельзя согласиться с указаниями пункта 62 Методики в качестве общего класса условий труда по фактору неионизирующее излучение при воздействии различного диапазона частот электромагнитных волн использовать наиболее неблагоприятный класс условий труда. Это противоречит указаниям СанПиН 2.2.4.1191—03 [14], которые устанавливают, что при облучении от нескольких источников, например, электромагнитных полей



различных участков диапазона радиочастот, оценка условий труда осуществляется с учетом аддитивного эффекта действия электромагнитных волн. Кроме того, в Методике не учтена особенность оценки воздействия радиочастотного диапазона электромагнитного поля. Действующие гигиенические нормативы предписывают осуществлять оценку по величине энергетической экспозиции электрической, магнитной напряженностей или плотности потока энергии электромагнитного поля. В этой ситуации наряду с энергетической экспозицией нормируется и оценивается максимальный уровень электрической, магнитной напряженностей или плотности потока энергии электромагнитного поля. В Методике при оценке класса условий труда это обстоятельство не учтено, и СОУТ осуществляется только по величине энергетической экспозиции, что, по мнению авторов, недопустимо.

Аналогичные замечания можно сделать и по методам оценки других факторов вредного воздействия: ионизирующее излучение, освещение естественным светом, тяжесть и напряженность трудового процесса и др.

При оценке класса условий труда при СОУТ используется величина превышения фактических значений уровней факторов над уровнями этих факторов, используемых для характеристики определенного класса и степени условий труда. Шкала уровней факторов, используемая для оценки условий труда, приведенная в Методике, в основном, заимствована из руководства Р.2.2.2006—05 [6]. В то же время, существуют серьезные сомнения, что сравнение с указанной шкалой уровней факторов может служить основанием для оценки потенциальной опасности условий труда. Правовой статус Руководства Р 2.2.2006—05 не позволяет использовать его для регулирования процесса установления вида и размера компенсаций за неблагоприятные

условия труда, так как это руководство отсутствует в перечне нормативных актов, содержащих государственные требования охраны труда.

Особые претензии следует предъявить к содержанию Методики из-за наличия в ней нормативов, не прошедших гигиенических исследований. Наряду с уже отмеченным сокращением перечня контролируемых параметров факторов производственной среды, Методика изобилует искаженной информацией о допустимых уровнях факторов. Так, при оценке класса условий труда по шуму нормы уровней звука и их значения по спектру частот разработчики Методики оставляют неизменными для любых видов работ. В процессе СОУТ по фактору общая вибрация в качестве нормативов для определения класса условий труда принято значение виброускорения для транспортной вибрации (рабочие места категории 1). Использование этих норм для всех других технологических процессов, т. е. для рабочих мест категории 2 и 3, приводит к тому, что при оценке класса условий труда сравнение осуществляется с допустимыми уровнями виброускорения соответственно на 23 дБА и 31 дБА выше, чем установлено в действующих нормах для этой категории рабочих мест. Как результат, разработчики Методики добиваются искусственного снижения класса условий труда.

Для оценки класса условий труда по фактору инфразвук наряду с тем, что не учитывается вид и условия выполнения работ, в Методике используются отсутствующие в гигиенических нормативах значения предельно допустимых уровней звукового давления (табл. 3, 4). Кроме того, не приняты во внимание указания СН 2.2.4/2.1.8.583—96 [15] не допускать превышения максимально допустимых уровней звукового давления непостоянного во времени инфразвука (120 дБ Лин). Если фактический уровень непостоянного инфразвука достиг-

Таблица 3

Нормы допустимых уровней инфразвука

| Показатель  | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц |          |          |          | Общий уровень звукового давления, дБЛин | Источник норм                 |
|---|--|----------|----------|----------|---|-------------------------------|
|   | 2  | 4        | 8        | 16       |   |                               |
| Выполнение всех видов работ на рабочих местах   | 110  | 105      | 100      | 95       | 110                                     | Методика                      |
| Работы с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятий:<br>— работы различной степени тяжести<br>— работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности | 100<br>95  | 95<br>90 | 90<br>85 | 85<br>80 | 100<br>95                               | СН<br>2.2.4/2.1.8.583—96 [15] |
| Территория жилой застройки  | 90   | 85       | 80       | 75       | 90                                      |                               |
| Помещения жилых и общественных зданий   | 75   | 70       | 65       | 60       | 75                                      |                               |

Оценка класса условий труда

| Показатель   | Класс (подкласс) условий труда |            |            |            |            | Источник ранжирования условий труда по классам |               |
|--|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|--|---------------|
|  | Допустимый                     | Вредный    |            |            | Опасный    |  |               |
|  | 2                              | 3.1        | 3.2        | 3.3        | 3.4        |  | 4             |
| Инфразвук, общий уровень звукового давления, дБЛин | ≤110                           | 110...<115 | 115...<120 | 120...<125 | 125...<130 | >130   | Методика      |
|  | ≤100                           | 100...<105 | 105...<110 | 110...<115 | 115...<120 | >120   | Р 2.2.2006-05 |

нет значений, равных максимально допустимому уровню, то в этом случае условия труда по Методике будут оценены только классом 3.3, хотя исходя из понятия "максимально допустимый уровень" следовало ожидать характеристики класса условий труда "опасный" (см. табл. 4).

Несоответствие нормативного материала, используемого в Методике для оценки класса условий труда, действующим гигиеническим требованиям можно увидеть, проанализировав подходы ранжирования в условиях проявления других факторов производственной среды. Несмотря на то, что в пункте 1 Статьи 3 Закона и пункте 14 Методики оговаривается, что при проведении СОУТ должны использоваться утвержденные в установленном порядке методы исследований и измерений, в Методике содержатся материалы, противоречащие этим требованиям. Особое внимание следует обратить на наличие в Методике нормативов, на основе которых проводится ранжирование условий труда по классам. В действующих утвержденных в установленном порядке гигиенических нормативах, содержащих государственные требования охраны труда, такая информация отсутствует. Следует признать недопустимым для оценки условий труда, особенно по факторам, способствующим развитию профессиональных заболеваний, использование не прошедшей гигиенической апробации нормативной базы, которая предлагается в Методике. Разработчикам Методики, очевидно, необходимо напомнить, что изменение методологических подходов в гигиенической составляющей оценки условий труда дозволено только специализированным государственным органам, в частности Роспотребнадзору РФ, которому государство делегировало функции по разработке и утверждению государственных санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов (Указ Президента РФ от 19.03.2013 № 213).

Давая общую неудовлетворительную оценку качеству Методики следует отметить имеющиеся место многочисленные отклонения от требований действующего законодательства о порядке проведения оценки условий труда. Допущенные ошибки при формулировании положений и методологических

подходов в Методике свидетельствуют о ее непригодности для получения достоверных сведений об условиях труда и подтверждают необходимость внесения серьезных коррективов в содержание Методики.

### Выводы

1. Специальная оценка условий труда не может обеспечить получение объективной картины условий труда в силу ее неполноты и неадекватного применения методов измерений и оценок.

2. Специальная оценка условий труда не учитывает опасность получения травм — основной причины инвалидизации и гибели работников от неблагоприятных условий труда, и, соответственно, не предусматривает мероприятий по снижению риска травматизма.

3. Процедура специальной оценки условий труда противоречит мировому опыту управления профессиональными рисками, а ее результаты не направлены на действительное улучшение условий труда.

4. Методы исследований, заложенные в специальную оценку условий труда, направлены на искусственное улучшение показателей условий труда.

5. Заложенный в специальной оценке условий труда подход может привести к тому, что работник, длительно работая в условиях, которые были оценены как "допустимые" без выполнения измерений, в случае профессионального заболевания или получения иного серьезного ущерба здоровью встретится с большими трудностями для доказательства связи нарушения здоровья с условиями труда. При этом, для категорий работников, на рабочих местах которых СОУТ не проводится, возникнут проблемы с предъявлением претензий в адрес работодателя по поводу нормализации условий труда.

6. Законодательное закрепление процедуры специальной оценки условий труда обусловлено желанием установить навязанную услугу предприятиям и организациям на неопределенно долгое время. Учитывая экономическую неэффективность проводимой в прошлом аттестации рабочих мест и ее неэффективность в отношении улучшения условий



труда, прогнозируется такая же неэффективность и специальной оценки условий труда. Экономическую выгоду от специальной оценки условий труда получают только организации, проводящие эту оценку.

#### Список литературы

1. **Федеральный закон** от 28.12.2013 № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".
2. **Федеральный закон** от 28.12.2013 № 421-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с принятием Федерального закона "О специальной оценке условий труда".
3. **Приказ** Минтруда России от 24.01.2014 № 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".
4. **Трудовой Кодекс** Российской Федерации, принятый Федеральным законом от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
5. **ГОСТ 12.0.003—74** Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

6. **Руководство Р 2.2.2006—05** Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
7. **СН 2.2.4/2.1.8.562—96** Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. **СН 2.2.1/2.1.8.566—96** Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
9. **Медико-физиологическая классификация** и критерии для оценки факторов условий труда. — М.: НИИ труда Госкомтруда, 1977.
10. **Федеральный закон** от 30.03.99 № 52-ФЗ "О санитарно-гигиеническом благополучии населения".
11. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 15.12.2000 № 967 "Об утверждении положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний".
12. **СанПиН.2.2.4.548—96** Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. **ГОСТ 30494—2011** Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
14. **СанПиН 2.2.4.1191—03** Электромагнитные поля в производственных условиях.
15. **СН 2.2.4/2.1.8.583—96** Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

**K. R. Malayan**<sup>1</sup>, Professor, **V. V. Milokhov**<sup>2</sup>, Associate Professor, **V. M. Minko**<sup>3</sup>, Professor, **O. N. Rusak**<sup>4</sup>, Professor, **S. A. Faustov**<sup>1</sup>, Associate Professor, e-mail: faustov-sa@mail.ru, **V. V. Tsaplin**<sup>5</sup>, Associate Professor, **A. D. Tsvetkova**<sup>1</sup>, Senior Lecturer

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Polytechnical University

<sup>2</sup> Saint-Petersburg State University

<sup>3</sup> Kaliningrad Technical State University

<sup>4</sup> Saint-Petersburg Forest Technical University

<sup>5</sup> Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

## Critical Analysis of Law for Special Appraisal of Condition of Labor

*Object of article is critical analysis of new Russian law for special appraisal of condition of labor. New law contains reduced enroll of physical and physiological factors of professional risk and methods of their measurement which does not correspond to hygienic norms and standards. New law does not correspond to European and international standards. Results of measurement will be lowered comparing true real. It showed non-effect of methods of measurement of physical, physiological and psychological factors of professional risks in combination with high cost of fulfilments. Conclusion is done non-effect of new law for special appraisal of condition of labor.*

**Keywords:** law for special appraisal of condition of labor, law classification of factors of professional risk, physical, physiological and psychological factors of professional risk, methods of measurement of factors of professional risk, critical analysis

#### References

1. **Federal'nyj zakon** ot 28.12.2013 N. 426-FZ "O special'noj ocenke uslovij truda".
2. **Federal'nyj zakon** ot 28.12.2013 N. 421-FZ "O vnesenii izmenenij v otдел'nye zakonodatel'nye akty RF v svyazi s prinjatiem Federal'nogo zakona "O special'noj ocenke uslovij truda".
3. **Prkaz** Mintruda Rossii ot 24.01.2014 N. 33n "Ob utverzhenii metodiki provedeniya special'noj ocenki uslovij truda,

klassifikatora vrednyh i (ili) opasnyh proizvodstvermyh fакtorov, formy otcheta o provedenii special'noj ocenki uslovij truda i instrukcii po ee zapolneniju".

4. **Trudovoj Kodeks** Rossijskoj Federacii ot 10.12.2001 N. 197-FZ.

5. **GOST 12.0.003—74** Sistema standartov bezopasnosti truda. Opasnye i vrednye proizvodstvennyye fакtory. Klassifikacija.

6. **Rukovodstvo** R 2.2. 2006—05 "Rukovodstvo po gigienicheskoj ocenke fакtorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda".



7. SN 2.2.4/2.1.8.562—96 Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilyh obshhestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki.
8. SN 2.2.1/2.1.8.566—96 Proizvodstvennaja vibracija, vibracija v pomeshhenijah zhilyh i obshhestvennyh zdaniy.
9. Mediko-fiziologicheskaja klassifikacij i kriterii dlja ocenki faktorov uslovij truda. M.: NII truda Goskomtruda. 1977.
10. Federal'nyi zakon N. 52-FZ ot 30.03.99 "O sanitarno-gigienicheskom blagopoluchii naselenija".
11. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 15.12.2000. N. 967 "Ob utverzhdenii polozhenija o rassledovanii i uchete professional'nyh zabolevanij".
12. SanPiN 2.2.4.548—96 Gigienicheskie trebovanija k mikroklimatu proizvodstvennyh pomeshhenij.
13. GOST 30494—2011 Zdanija zhilye i obshhestvennye. Parametry mikroklimata v pomeshhenijah.
14. SanPiN 2.2.4.1191—03 Jelektromagnitnye polja v proizvodstvennyh uslovijah.
15. SN 2.2.4/2.1.8.583—96 Infrazvuk na rabochih mestah, v zhilyh i obshhestvennyh pomeshhenijah i na territorii zhiloy zastrojki.

УДК 331.4

**С. А. Родимцев**, д-р техн. наук, зав. кафедрой, **А. А. Шапенкова**, асп., ассистент, **О. В. Тимохин**, канд. техн. наук, доц. **Е. И. Патрин**, асп., ассистент, e-mail: patrine@mail.ru, Государственный аграрный университет, Орел

## Обоснование эргономических характеристик малогабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа

*Рассмотрены подходы к теоретическому обоснованию эргономических характеристик малогабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа, используемого на участках малой площади. Установлены основные факторы, обуславливающие тяжесть и напряженность трудового процесса оператора. Предложены технические решения, обеспечивающие уравнивание бокового момента сил, создаваемых одноступенчатой штангой опрыскивателя, в зависимости от уровня рабочей жидкости в баке, оптимизированы длина и координаты положения рукояток опрыскивателя в пространстве, определена их форма. Теоретические предпосылки положены в основу разработки опытного образца опрыскивателя.*

**Ключевые слова:** малогабаритный опрыскиватель, безопасность, эргономические характеристики, охрана труда, уравнивающий механизм, штанга опрыскивателя, условия труда, оптимизация параметров

С целью повышения эффективности и качества выполнения работ по внесению средств химической защиты растений (ХСЗР) на посевах малой площади и труднодоступных участках все более широкое применение находят малогабаритные штанговые опрыскиватели. Конструктивное исполнение наиболее производительных опрыскивателей на велосипедном шасси хорошо известно [1—3].

Разработки, предлагаемые такими брендами, как Wintersteiger (Австрия), EuroPulve (Франция), ООО "Зерноочистка" (г. Воронеж, Россия) и др., включают жесткую раму, опирающуюся на одно колесо, систему распределения рабочей жидкости в виде горизонтальной штанги с установленными на ней полевыми наконечниками и гидравлическую систему, давление в которой обеспечивается цилиндром высокого давления (воздух, азот, углекислый газ), электрическим компрессором или гидронасосом, приводимым в действие двигателем внутреннего сгорания.

В то же время, одним из главных показателей, определяющих критерии удобства и безопасности использования инженерного решения, является соответствие его конструкции допустимым условиям труда оператора.

При использовании малогабаритного опрыскивателя, как технического средства для внесения пестицидов, на оператора могут действовать вредные и опасные производственные факторы. Воздействие этих факторов может привести к травмированию, временной потере работоспособности, развитию профессиональных заболеваний, а также к снижению эффективности выполнения технологической операции.

Оставляя пока в стороне несомненное отрицательное влияние токсичных веществ, защите персонала от которых посвящено немало работ, остановимся на факторах, обуславливающих тяжесть и напряженность трудового процесса операторов



малогабаритных штанговых опрыскивателей тачечного типа.

Так, например, одноколесная схема шасси, обеспечивающая хорошую маневренность опрыскивателя и возможность использования его при обработке культур с различной шириной междурядий, не полностью отвечает оптимальным условиям труда оператора. Среди неблагоприятных характеристик рассматриваемого производственного процесса можно выделить вынужденную рабочую позу, связанную с нарушением равновесия внутренних и внешних сил, действующих на тело, в свою очередь, вызванного смещением центра тяжести опрыскивателя, физические и динамические нагрузки, обусловленные массой перемещаемого груза, сенсорные нагрузки, являющиеся следствием необходимости напряженного наблюдения за положением распределяющей штанги и т. д.

Нарушение равновесного состояния опрыскивателя в рабочем положении является серьезным недостатком, влияющим на условия труда оператора. Значительный момент боковых сил, который вынужден преодолевать оператор при работе, обусловлен выносом центра тяжести односторонней штанги.

Одним из возможных путей исключения этого недостатка может стать применение принципа уравнивания штанги опрыскивателя моментом сил, сформированным дополнительным источником массы.

В студенческом конструкторском бюро Орел ГАУ разработан макетный образец опрыскивателя, оснащенный механизмом уравнивания штанги (рис. 1). Уравнивающий механизм представляет собой отклоняющуюся корзину, вынос



Рис. 1. Малогабаритный штанговый опрыскиватель с уравнивающим механизмом

которой обеспечивает равенство моментов сил тяжести штанги и распределяющего устройства, при различных уровнях рабочей жидкости в гидробаке опрыскивателя [4, 5].

С целью оптимизации геометрических и весовых параметров механизма уравнивания необходимо определить моменты сил плоской штанги опрыскивателя, относительно оси его симметрии. Исходными предпосылками является конструктивное исполнение распределяющего устройства опрыскивателя (штанги) и конечные объемы рабочей жидкости в баке опрыскивателя.

В соответствии с технологическими условиями эксплуатации опрыскивателя объем гидробака составляет 20 л. Следовательно, пределы объема рабочей жидкости составляют 0...20 л.

Момент силы тела,  $H \cdot m$ , относительно некоторой оси определяется по формуле:

$$M = PL, \quad (1)$$

где  $P$  — сила тяжести тела,  $H$ ;  $L$  — расстояние от оси симметрии до центра масс тела, м.

Определив силу тяжести тела,  $H$ , как произведение его массы на ускорение свободного падения:

$$P = mg = \rho gV, \quad (2)$$

где  $\rho$  — плотность,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $g$  — ускорение свободного падения,  $g = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2$ ;  $V$  — объем,  $\text{м}^3$ , найдем расстояние  $L$  методом разбиения сложной фигуры на простые составляющие.

Так как плоская штанга опрыскивателя состоит из нескольких элементов  $m_i$ , общая масса  $m$  является суммой масс всех этих элементов (в рассматриваемом случае  $n = 3$ ):

$$m = m_1 + m_2 + m_3. \quad (3)$$

Элементами штанги являются отрезки алюминиевых труб различной длины  $l$  с наружным диаметром  $D = 0,02 \text{ м}$  при толщине стенки  $\sigma = 0,0015 \text{ м}$  (рис. 2).

Зная плотность материала, из которого изготовлена деталь, а также ее геометрические размеры, можно вычислить массу детали.

Плотность материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , определяем по формуле:

$$\rho = \frac{m}{l\pi(D^2 - d^2)}, \quad (4)$$

где  $d$  — внутренний диаметр трубы, м.

Определяем внутренний диаметр, м:

$$d = D - 2\sigma. \quad (5)$$

Формула для вычисления объема,  $\text{м}^3$ , заданного элемента штанги будет иметь вид:

$$V = \pi l(D - 2d)^2. \quad (6)$$

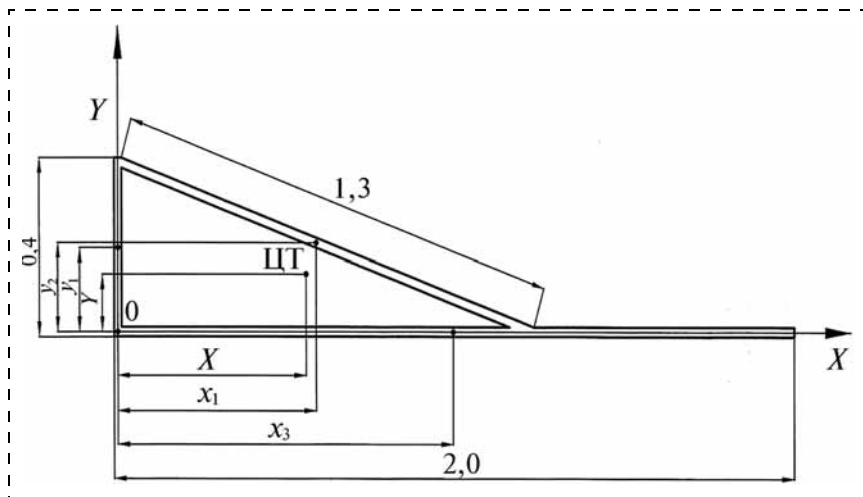


Рис. 2. Расчетная схема штанги опрыскивателя

Используя формулы (2)—(6), найдем силу тяжести,  $H$ , опрыскивателя:

$$P = g \sum_{i=1}^n [\rho \pi l (D - 2d)^2]. \quad (7)$$

Для определения величины  $L$  воспользуемся известной формулой для вычисления координат центров тяжести (ЦТ) некоторого тела по оси абсцисс:

$$X = \frac{m_1 x_1}{m} + \frac{m_2 x_2}{m} + \frac{m_3 x_3}{m}. \quad (8)$$

В соответствии с конструктивными особенностями рассматриваемого опрыскивателя, расстояние центров масс элементов штанги, относительно главной оси симметрии найдем как:

$$x_1 = 0,65 \text{ м}; \quad x_2 = 0,65 + (1,3 \cos 50^\circ) = 1,48 \text{ м}; \\ x_3 = 0,65 + 2/2 = 1,65 \text{ м}.$$

Имея данные о плотности алюминия  $\rho = 270 \text{ кг/м}^3$ , а также о фактических размерах отдельных элементов штанги, определим их массы, используя уравнения (4), (5):

$$m_1 = 0,135 \text{ кг}; \quad m_2 = 0,432 \text{ кг}; \quad m_3 = 0,675 \text{ кг}.$$

По формуле (8) определим координату центра тяжести плоской штанги опрыскивателя:

$$X = 1,483 \text{ м}.$$

Имея в виду, что  $X = L$ , по формуле (1) вычислим момент силы штанги относительно оси симметрии опрыскивателя:

$$M = 9,8 \cdot 1,242 \cdot 1,483 = 18,05 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

С целью оптимизации положения смещаемого центра тяжести опрыскивателя, по мере расходования рабочей жидкости в гидробаке, на основа-

нии расчетных параметров, разработана номограмма (рис. 3). Последняя показывает зависимость положения центра тяжести противовеса относительно оси опрыскивателя от текущей емкости гидробака. Расчет выполнен с учетом фактической плотности используемой рабочей жидкости и массы конструкции противовеса.

Из номограммы видно, что при заполнении гидробака опрыскивателя в объеме 20 л равновесие системы будет обеспечено при удалении центра тяжести противовеса на расстояние 0,07 м относительно оси симметрии опрыскивателя. При полной выработке пестицида, для обеспечения равновесия опрыски-

вателя и удобства работы оператора необходимо обеспечить удаление центра тяжести уравнивающего механизма относительно главной оси симметрии опрыскивателя на расстояние, равное 0,36 м в горизонтальной плоскости.

Таким образом разработка уравнивающего механизма, представляющего собой отклоняющуюся корзину, вынос которой обеспечивает равенство моментов сил механизма и штанги, при различных уровнях рабочей жидкости в гидробаке опрыскивателя позволяет значительно уменьшить напряженность труда оператора, связанную с вынужденной необходимостью постоянного преодоления односторонней боковой нагрузки.

Вопрос снижения физической нагрузки оператора за счет уменьшения усилий на рукоятках опрыскивателя может быть решен оптимизацией длины рукояток [6].

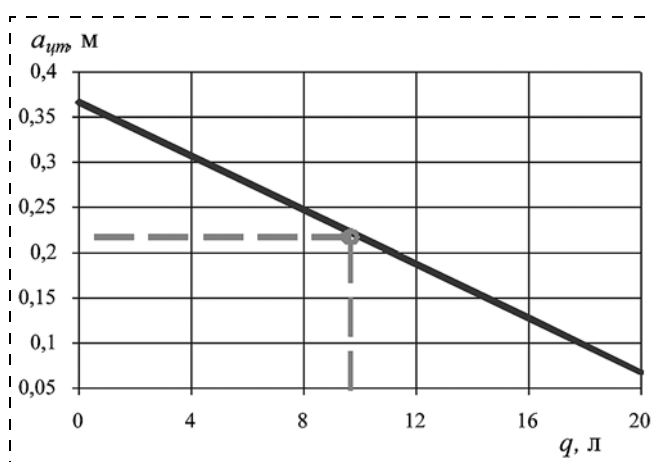


Рис. 3. Номограмма к определению положения центра тяжести противовеса ( $a_{цт}$ ) относительно оси симметрии опрыскивателя в зависимости от текущей вместимости  $q$  гидробака

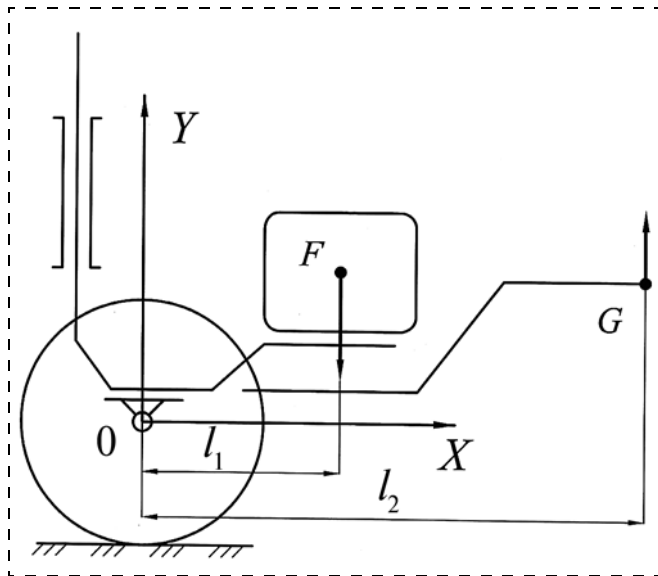


Рис. 4. Схема сил, действующих на тачечный опрыскиватель в продольно-вертикальной плоскости

Рассмотрим схему сил, действующих на опрыскиватель в продольно-вертикальной плоскости (рис. 4). Как видно, расположение векторов сил относительно точки опоры (точка 0) позволяет рассматривать схему опрыскивателя в качестве рычага 2-го рода.

На опрыскиватель действуют направленная вертикально вниз сила тяжести  $F$ , определяемая массой конструкции опрыскивателя, и сила  $G$ , направленная вертикально вверх и вызываемая действием оператора, стремящегося удержать стойку штанги распределительной гидросистемы в вертикальном положении.

По условию равновесия статической системы:

$$M_{xy} = 0. \quad (9)$$

Моменты сил  $F$  и  $G$ , действующих на расстояниях (плечах)  $l_1$  и  $l_2$ , относительно соответствующих точек опоры, равны произведению силы на плечо:

$$M_F = Fl_1; \quad (10)$$

$$M_G = Gl_2. \quad (11)$$

В положении равновесия системы относительно точки 0:

$$M_F + M_G = 0 \text{ или } -Fl_1 + Gl_2 = 0. \quad (12)$$

Следовательно, сила  $G$  уравнивается силой  $F$  с учетом плеч  $l_1$  и  $l_2$ :

$$G = F \frac{l_1}{l_2}. \quad (13)$$

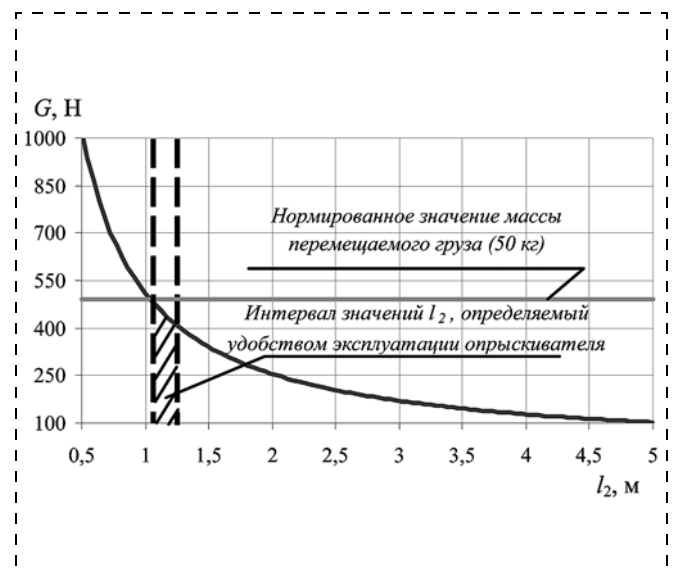


Рис. 5. Изменение усилий  $G$  на рукоятках опрыскивателя в зависимости от расстояния  $l_2$  удаления их от точки опоры

Из формулы (13) следует, что уменьшения нагрузки на оператора можно достичь пропорциональным увеличением плеча силы, действующей на рукоятки. Так, например, если  $l_2 = 3l_1$ , то при  $l_1 = 1$  м и  $F = 100$  Н,  $G \approx 33$  Н.

С другой стороны, увеличение до определенных пределов расстояния между горизонтальными проекциями оси вращения колеса и рукояток может способствовать снижению маневренности опрыскивателя. Последнее особенно нежелательно, учитывая небольшую ширину межделяночных дорожек на опытных посевах, приусадебных и дачных участках, личных подворьях и т. д.

На рис. 5 представлен график изменения усилия на рукоятках опрыскивателя в зависимости от дистанции удаления их от точки опоры шасси.

По условиям удобства эксплуатации опрыскивателя, определяемым свободой движения ног оператора и минимальной величиной межярусной дорожки, регламентированной принятыми схемами посева в селекционно-семеноводческом процессе [7], пределами расстояния положения горизонтальной проекции рукояток относительно точки опоры агрегата в продольном направлении приняты 1,1...1,3 м. Очевидно, что при фиксированном значении момента силы  $M_F$  (510 Н·м), соответствующем указанному интервалу расстояния, усилие на рукоятках опрыскивателя вполне удовлетворяет регламентированной ПОТ Р М-007—98 [8] допускаемой массе переносимого груза 50 кг.

Значительный интерес в отношении обеспечения комфортных условий труда может представ-

лять оптимизация геометрических характеристик положения и формы рукояток опрыскивателя.

Из анализа литературных источников, посвященных эргономике производственных процессов [9, 10], известно, что основными предпосылками, определяющими геометрические параметры приспособлений и устройств на рабочем месте оператора, являются антропометрические данные человека.

Наиболее удобным положением рукояток ручного транспортного средства, предназначенного для перемещения тяжестей, является положение, при котором кисти рук работника находятся в опущенном положении. Даже незначительный подъем кистей рук при сгибании их в локтевом суставе будет обусловлен быстрой утомляемостью работника. С учетом изложенного можно утверждать, что высота расположения рукояток опрыскивателя в рабочем положении должна определяться ординатой фаланговой точки. Однако при этом следует учесть, что антропометрические признаки, приведенные в ГОСТ ССБТ 12.2.049—80 [11], даны для статического положения стоя. В действительности же, ордината фаланговой точки будет определяться также углом  $\alpha$  наклона тела человека при перемещении им ручного транспортного средства.

Вследствие того, что со стороны оператора на опрыскиватель оказывается толкающее усилие, тело человека при перемещении груза будет наклонено вперед по ходу движения на угол  $\alpha = 5...15^\circ$ . Следовательно, фактическая ордината фаланговой точки должна определяться формулой:

$$h_{\phi} = y_{\phi} \cos \alpha, \quad (14)$$

где  $h_{\phi}$  — фактическая ордината фаланговой точки работника при перемещении орудия;  $y_{\phi}$  — табличная ордината фаланговой точки;  $\alpha$  — угол наклона тела человека в динамике.

Так как табличное значение ординаты фаланговой точки для мужчин равно 77,3 см [11], искомая ордината положения рукоятки опрыскивателя

$$h_{\phi} = 77,3 \times \cos 15^\circ = 77,3 \cdot 0,966 \cdot 10^{-2} \approx 0,75 \text{ м.}$$

Ширина хвата рукояток опрыскивателя определяется исходя из наибольшего поперечного диаметра туловища человека, равного для мужчин 51,16 см [11].

При перемещении опрыскивателя, работник не должен испытывать скованность телодвижений. Кроме того, при выполнении технологической операции, для удержания штанги в горизонтальном положении, от оператора требуется постоянное балансирование рукоятками опрыскивателя. Снижению затрат энергии на выполнение этой ра-

боты будет способствовать увеличение плеча приложения усилия на рукоятках относительно оси симметрии опрыскивателя в горизонтальной плоскости.

Учитывая изложенное, необходимо внести поправку при обосновании величины размаха рукояток опрыскивателя. У большинства промышленно выпускаемых ручных транспортных орудий для перемещения грузов ширина хвата рукояток находится в пределах 550...650 мм. В любом случае, ширина размаха рукояток более 700 мм обусловлена значительным напряжением мышц рук. Следовательно, зависимость, определяющая ширину хвата рукояток, может быть предложена в виде:

$$B_p = k d_T, \quad (15)$$

где  $d_T$  — наибольший поперечный диаметр туловища, см, определяемый в соответствии с ГОСТ 12.2.049—80 ( $d_T = 51,16$  см) [11];  $k$  — коэффициент, учитывающий возможность свободного перемещения тела и снижения утомляемости, вследствие балансировки опрыскивателя.

Считая, что коэффициент  $k$  можно принять равным 1,27, находим оптимальную ширину хвата рукояток опрыскивателя:

$$B_p = 51,16 \cdot 1,27 \cdot 10^{-2} \approx 0,65 \text{ м.}$$

Немаловажными факторами являются форма, габариты, а также свойства материала, из которого изготовлены рукоятки опрыскивателя.

Параметры кистей рук, как и других элементов, относящихся к человеческому телу и его частям, являются антропометрическими характеристиками. Значит, обоснование рациональной формы рукояток, с которыми взаимодействуют руки оператора, должно базироваться на известных положениях одного из прикладных разделов эргономики — хиротехники. Последняя изучает закономерности формообразования рукояток инструментов и органов управления, соответствующие строению руки человека и его трудовым двигательным процессам. Основополагающими признаками хиротехники являются следующие [12]:

- напряжение при работе с инструментом должно быть минимальным;
- конструкция инструмента и рукоятки должна максимально учитывать характер движений человека;
- давление при сжимании рукоятки должно распространяться на возможно большую площадь соприкосновения;
- форма рукоятки должна предохранять руку от повреждений, материал должен быть гигиеничным и долговечным;



— нельзя придавать рукоятке форму, которая допускает удержание рукоятки только одним способом.

Рациональная форма рукоятки зависит от напряжения, при котором прикладывается основное рабочее усилие. В рассматриваемом случае трудовые движения оператора выполняются руками с усилием в направлении перемещения рукояток опрыскивателя вперед и вверх. При этом, управление клапаном давления гидросистемы с помощью рычага на рукоятке обуславливает соответствующий вид ее захвата.

Из всего многообразия способов захвата рукояток, рассмотренных в литературе [13], наибольший интерес представляют силовые цилиндрический захват и захват—крючок. Первый применяется при захвате крупных рукояток и образован всей поверхностью ладони и пальцев. Большой палец противостоит остальным и может касаться среднего или указательного или не доходить до них. Второй используется при приложении тянущих усилий к рукоятке. Такой захват образован внутренней стороной II—V пальцев. Большой палец (I) может не участвовать в захвате или "подстраховывать" остальные.

Таким образом, оптимальной формой рукоятки опрыскивателя можно считать некоторую "усредненную" конфигурацию, выполненную на основе известных форм (рис. 6), использующихся для приложения продольных усилий.

Введение в конфигурацию рукоятки такого элемента как подпальцевые вырезы позволит обеспечить фиксацию руки для исключения ее проскальзывания, а также более полное использование контактной площади при передаче усилия в продольном направлении.

Длина рукоятки и диаметр ее обхвата также будут определяться антропометрическими характеристиками. Так, при среднестатистической ширине кисти руки взрослого мужчины 90...100 мм [14] минимальная рабочая длина рукоятки должна находиться в пределах 100...110 мм.

Предельные диаметры обхвата одной ладонью находятся в промежутке от 190 до 580 мм. Приме-

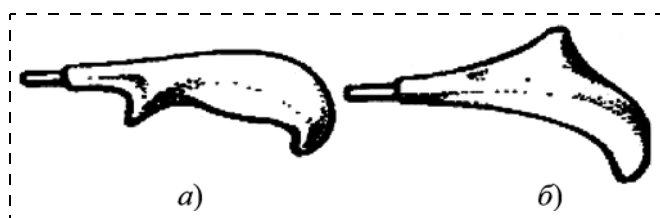


Рис. 6. Рациональные формы рукояток для работы инструментом "на себя" (а) и "от себя" (б) [13]

нение рукояток малого диаметра нежелательно из-за уменьшения размеров "пятна контакта" при передаче нагрузки. Это будет способствовать режущему действию рукоятки на II—V пальцы рук оператора. Увеличение диаметра рукоятки приводит к смещению хвата в сторону окончаний пальцев, менее способных воспринимать усилия. К тому же, момент силы тяжести, которому противодействуют мышцы-сгибатели пальцев, возрастает из-за увеличения плеча этой силы. Установлено [15], что для руки взрослого мужчины оптимальный диаметр обхвата рукоятки округлой формы равен 30...40 мм.

Наконец, материал рукояток должен быть таким, чтобы оказывать максимально комфортное воздействие на руки оператора. Эластичный и упругий материал будет способствовать перераспределению нагрузки по всей площади контакта. Шероховатость поверхности увеличит трение и снизит вероятность соскальзывания руки в неблагоприятных условиях (увлажнение, загрязнение). В то же время, материал рукояток не должен вызывать аллергических реакций.

Таким образом, в настоящей статье обоснованы эргономические характеристики оригинального малогабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа, позволяющего производить обработку растений на участках малой площади. Данные теоретические предпосылки будут положены в основу разработки конструкции, обеспечивающей снижение вредных воздействий на оператора.

#### Список литературы

1. **Техника** для селекции и семеноводства. <http://www.wintersteiger.ш/ш/Seedmech/Продукция/Ассортимент/Прочее-оборудование/68-Hege-30/> (дата обращения 17.10.2013).
2. **Опрыскиватели** и оборудование для распыления. <http://www.euro-pulve.com/ru/products/pulverisateurs.html> (дата обращения: 14.10.2013).
3. **Павлов Л. В., Павлов С. А., Дринча В. М.** и др. Машины для механизации селекционно-семеноводческих работ в овощеводстве. Справочное пособие / Под общ. ред. В. М. Дринчи. М.: Модэк, 2005. — 168 с.
4. **Яндутова К. И., Родимцев С. А.** Оптимизация условий работы труда оператора малогабаритного штангового опрыскивателя селекционного назначения / Охрана труда 2011 год. Актуальные проблемы и пути их решения // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции 28—29 апреля 2011 года. — Орел: Изд. Орел ГАУ, 2011. — С. 128—138.
5. **Проданова А. А., Яндутова К. И., Родимцев С. А.** Улучшение условий работы оператора малогабаритного штангового опрыскивателя // Особенности технического оснащения современного сельскохозяйственного производства // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых 24—25 апреля 2012 года. — Орел: Орел ГАУ, 2012. — С. 407—412.
6. **Родимцев С. А., Шапенкова А. А., Патрин Е. И.** Обоснование некоторых эргономических показателей малогабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа /

- Безопасность производств АПК: Новые вызовы и перспективы // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции-выставки 25–26 апреля 2013 г. — Орел: Орел ГАУ, 2014. — С. 95–106.
7. **Анискин В. И., Космовский Ю. А., Некипелов Ю. Ф.** и др. Машины для селекционной работы в полеводстве / Под общ. ред. В. И. Анискина. — М.: ВИМ, 2001. — 203 с.
  8. **ПОТ Р М-007—98** Межотраслевые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов. — введ. 1998. — 01.07. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. — 127 с.
  9. **Крылов А. А., Суходольский Г. В.** Эргономика: учебник. — Л.: ЛГУ, 1988. — 184 с.
  10. **Стадниченко Л. И.** Эргономика: учебное пособие. — Воронеж: ВГУ, 2005. — 167 с.
  11. **ГОСТ 12.2.049—80** Оборудование производственное. Общие эргономические требования. — введ. 1982. — 01.01. — М., 1982. — 14 с. (Система стандартов безопасности труда).
  12. **Душков Б. А., Королев А. В., Смирнов Б. А.** Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика. — М., 2005.
  13. **Мунипов В. М., Зинченко В. П.** Основы эргономики: учебник. — М.: Логос, 2001. — 260 с.
  14. **Henry Dreyfuss.** Designing for people. Allworth Press, 2003.
  15. **Drury C. G.** Handles for manual materials handling, 2002 // *Applied Ergonomics*. — V. 11. — N. 1. — P. 35–42.

**S. A. Rodimcev**, Head of Chair, **A. A. Shapenkova**, Postgraduate Student, Assistant, **O. V. Timohin**, Associate Professor, **E. I. Patrino**, Postgraduate Student, Assistant, e-mail: patrine@mail.ru, Orel State Agrarian University

## Ground of Ergonomic Descriptions of Small Barbell Sprinkler of Wheelbarrow Type

*This paper outlines the approaches to the theoretical substantiation of the ergonomic characteristics of the small boom sprayer technology type used in areas small area. The main factors contributing to the severity and intensity of the labour process operator. Proposed technical solutions for balancing the lateral torque forces generated by one-way sprayer boom, depending on the fluid level in the tank, the optimized length and position of the sprayer arms in space, determined their form. Theoretical background the basis for the development of a prototype sprayer.*

**Keywords:** small-sized sprayer, safety, ergonomics, occupational health, balancing mechanism, the sprayer boom, working conditions, optimization of parameters

### References

1. **Tehnika** dlja selekcii semenovodstva. <http://www.wintersteiger.ru/ru/Seedmech/Produkcija/Assortiment/Prochee-oborudovanie/68-Hege-30/> (data obrashhenija 17.10.2013).
2. **Opryskivately** i oborudovanie dlja raspylenija. <http://www.euro-pulve.com/ru/products/pulverisateurs.html/> (data obrashhenija: 14.10.2013).
3. **Pavlov L. V., Pavlov S. A., Drincha V. M.** i dr. Mashiny dlja mehanizacii selekcionno-semenovodcheskih rabot v ovoshhevodstve Spravochnoe posobie. / Pod obshh. red. V. M. Drinchi. M.: Modek, 2005. 168 p.
4. **Jandutova K. I., Rodimcev S. A.** Optimizacija uslovij raboty truda operatora malogabaritnogo shtangovogo opryskivatelya selekcionnogo naznacheniya / Ohrana truda 2011 god. Aktual'nye problemy i puti ih reshenija. *Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii 28—29 aprelya 2011 goda*. Orel: Orel GAU, 2001. P. 128—138.
5. **Prodanova A. A., Jandutova K. I., Rodimcev S. A.** Uluchshenie uslovij raboty operatora malogabaritnogo shtangovogo opryskivatelya / Osobennosti tehničeskogo osnashhenija sovremennogo sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. *Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh 24—25 aprelya 2012 goda*. Orel: Orel GAU, 2012. P. 407—412.
6. **Rodimcev S. A., Shapenkova A. A., Patrino E. I.** Obosnovanie nekotoryh jergonomičeskikh pokazatelej malogabaritnogo shtangovogo opryskivatelya tachechnogo tipa / Bezopasnost' proizvodstv APK: Novye vyzovy i perspektivy. *Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii-vystavki 25—26 aprelya 2013 goda*. Orel: Orel GAU, 2014. P. 95—106.
7. **Aniskin V. I., Kosmovskij Yu. A., Nekipelov Yu. F.** i dr. Mashiny dlja selekcionnoj raboty v polevodstve / Pod obshh. red. V. I. Aniskina. M.: VIM, 2001. 203 p.
8. **POT R M-007—98.** Mezhotraslevye pravila po ohrane truda pri pogruzochno-razgruzochnyh rabotah i razmeshhenie грузов. — vved. 1998. — 01.07. M.: Izd-vo NC JeNAS, 2002. 127 p.
9. **Krylov A. A., Suhodol'skij G. V.** Jergonomika: učebnik. L.: LGU, 1988. 184 p.
10. **Stadnichenko L. I.** Jergonomika: učebnoe posobie. Voronezh: VGU, 2005. 167 p.
11. **GOST 12.2.049—80.** Oborudovanie proizvodstvennoe. Obshhie jergonomičeskie trebovanija. vved. 1982. — 01.01. M., 1982. 14 p. (Sistema standartov bezopasnosti truda).
12. **Dushkov B. A., Korolev A. V., Smirnov B. A.** Jenciklopedičeskij slovar': Psihologija truda, upravlenija, inženernaja psihologija i jergonomika. Ekaterinburg: Delovaja Kniga. 462 p.
13. **Munipov V. M., Zinchenko V. P.** Osnovy jergonomiki: učebnik. M.: Logos, 2001. 260 p.
14. **Henry Dreyfuss.** Designing for people., Allworth Press, 2003.
15. **Drury C. G.** Handles for manual materials handling, 2002 // *Applied Ergonomics*. V. 11. N. 1. P. 35—42.

УДК 681.518

**М. В. Иванова**, канд. техн. наук, доц., e-mail: mariyivanova@yandex.ru,  
**Н. С. Ансталь**, ведущий инж., **Е. В. Глебова**, д-р техн., наук, проф., РГУ нефти и газа  
имени И. М. Губкина

## Выявление и оценка профессионально важных качеств водителей ООО "Газпром трансгаз Самара"

*Проведен профессиографический анализ деятельности водителей. В результате статистической обработки выявлены профессионально важные качества водителей ООО "Газпром трансгаз Самара", необходимые для успешной и безопасной производственной деятельности водителей. В работе подобраны психодиагностические методики для оценки профессионально важных качеств водителей.*

**Ключевые слова:** профессионально важные качества, методика Липмана, психодиагностические методики

Автомобильный транспорт развивается в последние годы достаточно быстрыми темпами. Постоянно увеличиваются скорость перевозок, грузоподъемность автомобилей, интенсивность дорожного движения. Однако наряду с этим, более отчетливо проявляются и некоторые отрицательные тенденции автомобилизации, одной из которых является значительное число дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

На ДТП влияет множество факторов — состояние дорог, освещенность, техническое состояние автомобилей и множество других. Среди них важнейшее место занимает так называемый "человеческий фактор". По различным данным в России водителей считают виновными в 40..70 % всех случаев ДТП, в Польше — в 70..75 %, в Германии — в 82 %, а некоторые авторы, изучающие эту проблему, полагают, что в любом ДТП прежде всего виновен сам водитель [1]. При этом значительное влияние на безопасность дорожного движения оказывает психофизиологическая пригодность водителей.

На сегодняшний день в нефтегазовой отрасли также наблюдается большое количество аварий, связанных с дорожно-транспортными происшествиями.

Известно, что профессия водителя предъявляет высокие требования к различным качествам человека: памяти, вниманию, координации движений, скорости и точности зрительно-двигательных реакций и другим. Этим требованиям соответствуют не все водители [2]. Поэтому психофизиологический отбор водителей, чьи индивидуальные качества соответствуют профессиональным требованиям, может существенно снизить число ДТП.

С целью изучения психологических и психофизиологических особенностей производственной

деятельности водителей, разработки требований к составу и уровню развития их профессионально важных качеств, обеспечивающих успешное освоение и выполнение профессиональной деятельности, был проведен профессиографический анализ деятельности водителей ООО "Газпром трансгаз Самара".

ООО "Газпром Трансгаз Самара" осуществляет транспортировку газа, а также качественное обслуживание, ремонт газопроводов и газоперекачивающего оборудования [3]. Структурно в состав ООО "Газпром трансгаз Самара" входят девять линейно-производственных управлений магистральных газопроводов и сервисных организаций.

Для выявления необходимых профессионально важных качеств (ПВК) водителей был использован метод экспертных оценок — формализованная процедура сбора, анализа и интерпретации независимых суждений достаточно большого числа экспертов о степени выраженности каждого из подлежащих оценке факторов [4]. В большинстве исследований метод экспертных оценок используется для выделения существенных факторов и их ранжирования.

При проведении экспертного опроса был использован опросник Отто Липмана. Использование опросника Отто Липмана является эффективным для выявления профессионально важных качеств водителей. Данный метод дает возможность оперативно собрать необходимую информацию, его применение не требует длительной подготовки и поиска или разработки сложных исследовательских программ.

Для изучения профессионально важных качеств было обследовано 110 водителей предприятия ООО "Газпром трансгаз Самара" с профес-





Таблица 1

**Профессионально важные качества водителя унифицированного моторного подогревателя**

| Профессионально важные качества             | Мотивация необходимости   |
|---|---|
| Объем, концентрация и устойчивость внимания | В течение всего времени работы унифицированного моторного подогревателя необходимо следить за оборотами вентилятора, за работой двигателя автомобиля по приборам (значение показателей должно быть в пределах норм, оговоренных инструкцией на автомобиль), за работой дренажной трубки, за горением сигнальных ламп и т.д. |
| Память                                      | Водитель унифицированного моторного подогревателя должен знать: правила дорожного движения, порядок заправки унифицированного моторного подогревателя, порядок приведения унифицированного моторного подогревателя в транспортное положение, проведение разборочно-сборочных работ  |
| Скорость реакции                            | В случае дорожно-транспортного происшествия (ДТП) и других аварийных ситуаций своевременное выполнение всех требований, предъявляемых в аварийной ситуации (обозначение места аварии, включение аварийной сигнализации, сообщение о случившемся инциденте в ближайший орган ГИБДД МВД РФ и т.д.)                            |
| Темп психических процессов                  |   |
| Нервно-психическая устойчивость             |   |
| Эмоциональная устойчивость                  | Необходимость сохранять работоспособность в условиях аварийной ситуации, дефицита времени, при действии сильных раздражителей и в напряженных ситуациях   |
| Пространственное мышление                   | Умение предвидеть возможные изменения дорожной обстановки и ожидаемые результаты проводимых мероприятий   |
| Глазомер                                    | Возможность оценить интервал времени, расстояние до встречного автомобиля и его скорость  |

сиональным стажем от 2 до 20 лет. На предприятии 15 автоколон, в каждой из которых работают в среднем от 35 до 90 водителей, среди них водители легковых автомобилей, машинисты бульдозера, машинисты трубоукладчика, трактористы, машинисты электросварочного агрегата с двигателем внутреннего сгорания, машинисты экскаватора, водители автобусов и другие.

Эксперты получали задание оценить по 5-балльной шкале ряд индивидуально-психологических свойств с точки зрения значимости этих свойств для их профессиональной деятельности.

В ходе статистических расчетов из всего перечня профессионально-важных качеств, предложенных для оценки экспертам, были выделены восемь наиболее значимых для эффективной и безопасной производственной деятельности. В табл. 1 приведена мотивация выбора каждого профессионально важного качества на примере водителя унифицированного моторного подогревателя.

Для количественной оценки профессионально важных качеств водителей были подобраны апробированные тестовые методики (табл. 2).

Для определения скорости реакции была выбрана методика "Реакция на движущийся объект". Данная методика позволяет определить точность реагирования испытуемого на раздражитель и судить об уравновешенности процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга.

Несмотря на относительную устойчивость данной реакции, она является чувствительной по отношению к различным неблагоприятным факто-

рам внешней среды, которые меняют как количественную, так и качественную характеристику реакций [5, 6].

Эта реакция заключается в остановке движения стрелки электросекундомера в заранее фиксированной точке (на отметке 0). Исследование реакции производится после соответствующей тренировки в течение 25 раз.

Таблица 2

**Психодиагностические методики для оценки профессионально важных качеств**

| Профессионально важные качества             | Психодиагностическая методика                       |
|---|---|
| Пространственное мышление                   | "S-тест"  |
| Память                                      | "МИОМ" (метод исследования особенностей мышления)   |
| Скорость реакции                            | Реакция на движущийся объект                        |
| Объем, концентрация и устойчивость внимания | "Черно-красная таблица"                             |
| Темп психических процессов                  | "S-тест"  |
| Глазомер                                    | "Деление отрезка пополам"                           |
| Эмоциональная устойчивость                  | "Шестнадцатифакторный личностный опросник Кэттелла" |
| Нервно-психическая устойчивость             | "Прогноз-2"   |



Ответная реакция обследуемого может быть преждевременной — стрелка электросекундомера не достигла отметки 0, запаздывающей — стрелка перешла отметку 0 и точной — стрелка остановлена на отметке 0.

Для оценки результатов выполненной пробы подсчитывается количество преждевременных, запаздывающих и точных реакций, суммарная величина отклонений стрелки от 0, рассчитывается относительная частота точных реакций, средняя арифметическая и средняя алгебраическая отклонений. Реакцию можно считать достаточно точной, если относительная частота точных ответов составляет 15 % и более, а суммарная величина отклонения стрелки от 0 не превышает 80 относительных единиц.

Для оценки устойчивости внимания были выбраны методики: "Отыскивание чисел с переключением" (ЧКТ). Методика "Отыскивание чисел с переключением", предложенная Ф. Д. Горбовым, является модификацией методики "Таблицы Шульте" и предназначена для определения распределения и устойчивости внимания, а также характеристик оперативной памяти. В методике используется таблица с числами красного — на рис. 1 курсивом (от 1 до 24) и черного (от 1 до 24) цветов, расположенными в случайном порядке. Рядом с каждым числом стоит буква. Сущность задания заключается в том, что обследуемый должен находить поочередно красные (курсивом) и черные числа и записывать буквы, стоящие рядом с ними, причем красные числа он отыскивает в возрастающем порядке, а черные — в убывающем. Данная

|             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>2-л</b>  | <b>14-у</b> | <b>15-м</b> | <b>5-ф</b>  | <b>12-л</b> | <b>12-и</b> | <b>3-б</b>  |
| <b>8-х</b>  | <b>18-ф</b> | <b>24-п</b> | <b>17-ш</b> | <b>15-д</b> | <b>6-г</b>  | <b>3-е</b>  |
| <b>11-в</b> | <b>5-з</b>  | <b>18-ч</b> |             | <b>6-з</b>  | <b>14-х</b> | <b>17-р</b> |
| <b>21-р</b> | <b>13-а</b> | <b>1-к</b>  | <b>22-ш</b> | <b>19-ч</b> | <b>23-г</b> | <b>20-д</b> |
| <b>7-т</b>  | <b>10-е</b> | <b>11-с</b> | <b>23-о</b> | <b>21-ц</b> | <b>8-т</b>  | <b>19-ж</b> |
| <b>22-ж</b> | <b>16-б</b> | <b>16-ц</b> | <b>20-м</b> | <b>4-с</b>  | <b>10-о</b> | <b>9-а</b>  |
| <b>2-н</b>  | <b>7-н</b>  | <b>4-л</b>  | <b>13-у</b> | <b>9-к</b>  | <b>24-и</b> | <b>1-в</b>  |

Рис. 1. Методика "Отыскивание чисел с переключением"

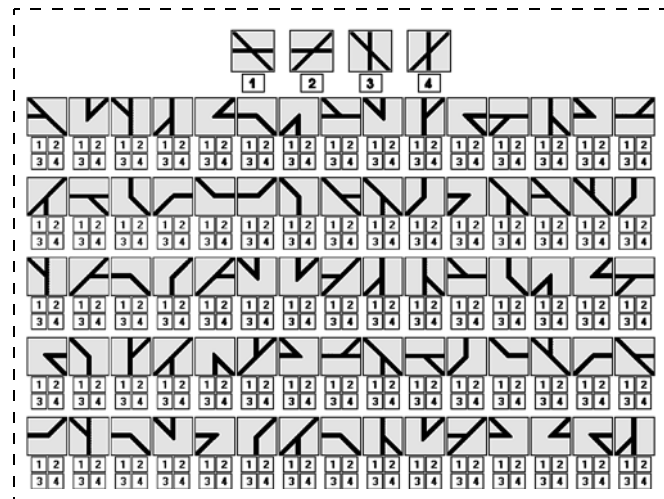


Рис. 2. Фрагмент методики "S-тест"

методика проста в применении, выполнение ее занимает около 5 мин [7].

Для определения уровня развития пространственного мышления водителей применялась методика "S-тест", которая используется для изучения точности зрительного восприятия, пространственного мышления и скорости протекания мыслительных процессов. Обследуемому необходимо выполнить за ограниченное время как можно больше заданий, состоящих в мысленном дополнении рисунка и идентификации его с одной из четырех предложенных фигур (рис. 2).

Для определения способности к восприятию пространственных объектов (глазомера) была использована методика "Деление отрезка пополам".

На бланке (рис. 3) изображен набор отрезков, разделенных тонкой линией на две части. Все отрезки имеют длину 100 мм. Задача испытуемого — указать тот отрезок, который разделен точно пополам. Ответ может быть только один. Номер ответа соответствует количеству баллов. Максимальное количество — 8 баллов (сдвиг разделяющей линии от середины 0 %).

Для выявления лиц с признаками нервно-психической неустойчивости была выбрана методика "Прогноз-2". Она позволяет выявить отдельные предболезненные признаки личностных нарушений, а также оценить вероятность их развития и проявления в поведении и деятельности человека.

Методика "Прогноз-2" состоит из опросника, содержащего 86 утверждений. Обследуемому необходимо дать ответ "да" или "нет" на каждый пункт опросника в зависимости от того, какой из них более точно соответствует его индивидуальной характеристике.

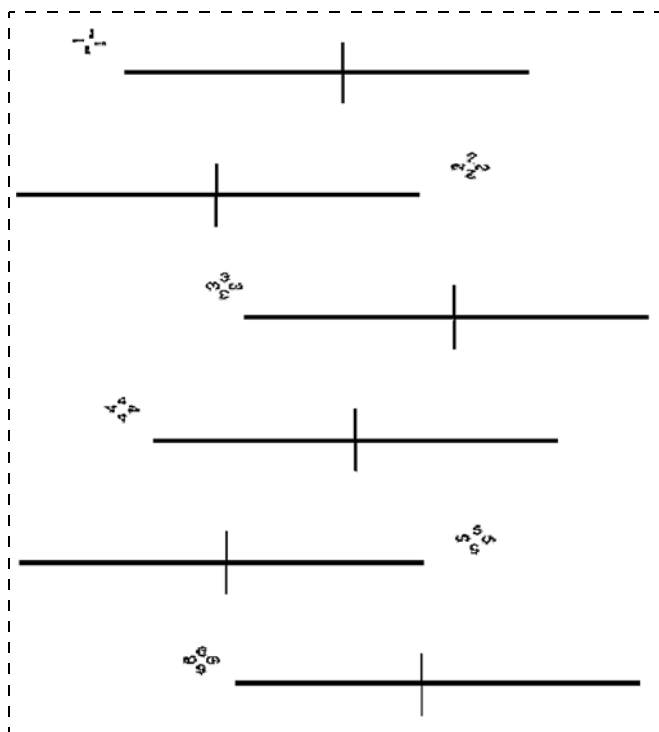


Рис. 3. Образец бланка методики "Деление отрезка пополам"

Результаты анкетирования выражаются количественным показателем, на основании которого выносится заключение об уровне нервно-психической неустойчивости. Кроме того, имеется возможность оценить достоверность результатов обследования по шкале искренности.

По результатам обработки тестовых материалов были получены балльные значения по каждой ме-

тодике для всех водителей, участвовавших в тестировании. Полученные числовые значения позволяют перейти к дальнейшей математической обработке данных для получения критерия профессиональной пригодности.

Предложенные в данной работе психодиагностические методики могут быть использованы для оценки профессионально важных качеств водителей не только в нефтегазовой отрасли, но и в других отраслях промышленности.

#### Список литературы

1. Информационно-образовательный портал по современным формам, методам и приемам спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях: [Электронный ресурс]. — М., URL: <http://www.dtprescue.ru/1388117.html> (Дата обращения 10.05.2013)
2. Бодров В. А. Психология профессиональной пригодности. — М.: ПЕР СЭ, 2001. 511 с.
3. Газпром Трансгаз Самара: [Электронный ресурс]. С., 2009—2012. URL: <http://www.statexpert.ru/tv/100rus/gts.php> (Дата обращения 01.04.2013).
4. Павлова Н. М., Волохина А. Т., Иванова М. В., Глебова Е. В. Экспертная оценка как метод анализа производственной деятельности руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара" // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 7. — С. 24—29.
5. Багрецов С. А. Методы профессионального отбора специалистов. — Тверь: Триада, 2005. — 183 с.
6. Кемаева М. В. Исследование личностных особенностей персонала применительно к задачам профессионального отбора. — М.: Изд-во Московского открытого социального университета, 2005. — 80 с.
7. Павлова Н. М., Иванова М. В., Волохина А. Т., Глебова Е. В. Подбор психодиагностических методик для оценки профессионально важных качеств руководителей и специалистов ООО "Газпром Трансгаз Самара" // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 1. — С. 20—24.

**M. V. Ivanova**, Associate Professor, e-mail: [mariyivanova@yandex.ru](mailto:mariyivanova@yandex.ru),  
**N. S. Anstal**, Leading Engineer, **E. V. Glebova**, Professor, Gubkin Russian State University of Oil and Gas

## Detection and Evaluation of Professionally Important Features of Drivers of LLC "Gazprom Transgaz Samara"

*Nowadays there are a lot of accidents connected with car crashes in oil and gas field. In order to examine the psychological and psychophysiological features of the working activity of drivers, design requests to composition and level of development of their professionally important qualities, providing successful mastering and fulfillment of a professional activity, the professiographic analysis of an activity of drivers of LLC "Gazprom transgaz Samara" has been fulfilled. For detection of the necessary professionally important features (PIF) of drivers the method of expert evaluations was used.*

*In order to study professionally important features 110 drivers of LLC "Gazprom transgaz Samara" with professional experience from 2 to 20 years were inspected. During the process of statistic calculations the 8 most important features for effective and safe working activity were selected from all professionally important features. For quantitative evaluation of professionally important features of drivers the proven test methods were selected.*



*As a result of processing of the test materials grading values for every methodology for all the drivers participating in the test were obtained. The obtained numeral values allow to pass on to further mathematical processing of data for receipt of the criteria for professional suitability. The psychodiagnostic methodologies offered in this work may be used for evaluation of professionally important features of drivers not only in an oil and gas field but in other industry fields as well.*

**Keywords:** professionally important features, Lippmann's methodology, psychodiagnostic methods

#### References

1. **Информационно образовательный портал** по современным формам, методам и приемам спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях: [Электронный ресурс]. М., URL: <http://www.dtprescue.ru/1388117.html> (Дата обращения 10.05.2013).
2. **Бодров В. А.** Психология профессиональной пригодности. М.: ПЕР СЖе, 2001. 511 с.
3. **Газпром Трансгаз Самара:** [Электронный ресурс]. С., 2009—2012. URL: <http://www.statexpert.ru/tv/100rus/gts.php> (Дата обращения 01.04.2013).
4. **Павлова Н. М., Волохина А. Т., Иванова М. В., Глебова Е. В.** Экспертная оценка как метод анализа производственной деятельности руководителей и специалистов ООО "Газпром трансгаз Самара". *Безопасность жизнедеятельности*. 2011. N. 7. P. 24—29.
5. **Багрецов С. А.** Методы профессионального отбора специалистов. Тверь: Триада, 2005. 183 с.
6. **Кемаева М. В.** Исследование личностных особенностей персонала применительно к задачам профессионального отбора. М.: Изд-во Московского открытого социального университета, 2005. 80 с.
7. **Павлова Н. М., Иванова М. В., Волохина А. Т., Глебова Е. В.** Подбор психодиагностических методов для оценки профессионального качества руководителей и специалистов ООО "Газпром Трансгаз Самара". *Безопасность жизнедеятельности*. 2012. N. 1. P. 20—24.

УДК 66

**В. В. Кирсанов**, д-р техн. наук, проф. кафедры, e-mail: VVKirsanov@gmail.com, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева — КАИ (КНИТУ-КАИ)

## Оптимизация производственного контроля на опасных химических объектах

*Проанализирована организация существующего производственного контроля на опасных химико-технологических объектах и предложена система организации производственного контроля на основе непрерывного круглосуточного мониторинга состояния непосредственно на рабочих местах. Данная система позволит повысить эффективность и организовать работу в соответствии с принципом "предвидеть и упреждать".*

**Ключевые слова:** производственный контроль, промышленная безопасность, авария, инцидент, производственная травма, профилактическая работа, технологический процесс, техническое устройство, мониторинг

В соответствии со ст. 11 Федерального закона от 21.06.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (далее Закон) на таких объектах должен быть организован и осуществлен производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности [1].

Производственный контроль во исполнение требований указанного Закона осуществляется работниками самого предприятия (конкретно — службой или отделом промышленной безопасности). Реализация производственного контроля работниками службы промышленной безопасности логична и объяснима, так как особенности техно-

логических процессов и устройство различного многочисленного и сложного оборудования инженер по промышленной безопасности, являясь работником данного предприятия, должен лучше знать, чем инспектор любого надзорного государственного органа.

В современных условиях эксплуатации опасных химико-технологических объектов, функционирование которых связано с технологическими процессами, осуществляемыми при высоких давлениях, температурах и скоростях пожаро-, взрывоопасных, токсичных и агрессивных сред, все большую актуальность для безопасности человека, окружающей среды и средств производства приоб-

ретает профилактическая работа по упреждению инцидентов, аварий, производственного травматизма. Ранее существовавшая концепция, определяющая принципы работы, прежде всего, инженеров по промышленной безопасности — реагировать и исправлять, давно себя изжила как система, не удовлетворяющая современным требованиям. В индустриально развитых странах уже несколько лет назад в вопросах обеспечения безопасности производства руководствуются принципом — предвидеть и упреждать.

Действительно, реагировать на уже произошедший инцидент и, особенно, — аварию и травму, поздно, бессмысленно и, кроме отчета о выполненном в срок мероприятии, записанного в акте расследования соответствующей нештатной ситуации, реальной ситуации с промышленной безопасностью не меняет. Статистика показывает, что в 90 % нештатных производственных ситуаций не повторяются даже в ближайшем приближении те причины, которые привели в предыдущем случае к аварии, травме, инциденту. Не надо быть большим специалистом в области промышленной безопасности, чтобы понять всю бессмысленность работы "по хвостам". Тем не менее, на многих химико-технологических объектах продолжают работать по устаревшим методам, выдавая деятельность, осуществляемую при расследовании очередной нештатной ситуации и при выполнении выработанных мероприятий по предотвращению повторения подобных случаев, за эффективную профилактическую работу.

В последнее время много появилось различных методик по определению степени риска, численное определение по которым риска того или иного нештатного случая иногда выдается за реализацию современного принципа "предвидеть и упреждать". Конечно, численное определение риска необходимо прежде всего при определении страховых платежей по обязательному социальному страхованию от травм, аварий и в некоторых других случаях, связанных с количественной формализацией нештатных ситуаций.

Но многолетний опыт работы автора в области промышленной безопасности опасного производственного объекта дает основание констатировать, что действительно эффективное предвидение узких, потенциально опасных мест на производстве может быть только на основе "живого" контакта инженера по промышленной безопасности с реальным технологическим процессом и конкретным техническим устройством. Никакая, даже самая совершенная и мудрейшая методика по определению степени риска (в том числе и никакая теоретическая подготовка в отрыве от производст-

ва) не может заменить то профессиональное предвидение слабых производственных мест, которое необходимо для принятия неотложных мер по упреждению их реализации.

Научиться предвидеть аномальные производственные ситуации можно только одним незамысловатым и давно известным способом — находиться максимально долго (в идеале — все рабочее время) там, где могут происходить и происходят инциденты, аварии, травмы — непосредственно у технологического аппарата (установки, компрессора, колонны, трубопровода и пр.). Конечно, находиться не значит "сидеть" у аппарата. Это предполагает прежде всего изучение его конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей в динамике (в процессе эксплуатации, ремонта и, особенно, при останове и пуске) и порядок действий при всех указанных операциях технологического и ремонтного персонала.

К сожалению, службы (отделы) по промышленной безопасности на предприятиях постепенно трансформировались в некую чиновничью структуру заводского масштаба, основная часть (чаще всего — весь рабочий день) рабочего времени которых не распространяется за пределы кабинетов. Производственный контроль в большинстве своем сводится к эпизодическим поверхностным и выборочным проверкам в отдельных подразделениях, выявлению нарушений, в количественном отношении значительных, но по сути являющимися второстепенными и непринципиальными. Далее, ежемесячно и ежеквартально проведенные проверки оформляются в форме отчетов и пересылаются в надзорный орган, который на основании "бумажных результатов" оценивает эффективность производственного контроля на объекте.

Инженеры по промышленной безопасности (охране труда) все более абстрагируются от реальной производственной ситуации и не знают основных проблем, связанных с безопасностью рабочих и производства, так как разовое посещение цеха в течение месяца сводится к формальной выдаче предписания, ничего общего не имеющего с мониторингом безопасности и не формирующее объективное представление о фактическом состоянии безопасности [2].

Предприятия химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли работают по непрерывному графику, но инженеры по промышленной безопасности работают только в дневную смену, в то время как статистика происходящих нештатных ситуаций свидетельствует, что 80 % их происходит в вечернюю и ночную смену.

Вызывающей все большую тревогу в сложившейся на опасных объектах тенденции является



подмена понятия "производственный контроль" эпизодическими формальными проверками и создание видимости благополучия с производственной безопасностью у руководства предприятий и государственных надзорных органов.

Другой альтернативной оценкой состояния промышленной безопасности может служить количество инцидентов, аварий, травм на объекте, но анализ статистики нештатных ситуаций и опыт практической работы дает основание сделать вывод о том, что все более уменьшается корреляция между произошедшими нештатными ситуациями (или их отсутствием) и фактическим производственным контролем на объекте.

Предлагается простое решение проблемы, не требующее ни дополнительных финансовых затрат (кроме незначительных доплат за работу в ночное время), ни расширения штатного расписания службы (отдела) промышленной безопасности и, по мнению автора, очень эффективное, так как меняет концепцию "реагировать и исправлять" на концепцию "предвидеть и упреждать" [3].

Решение заключается в перемещении "центра тяжести" указанной службы из "кабинетов" в цеха к аппаратам и процессам. Для этого все сотрудники службы (отдела) делятся на четыре части в соответствии с существующим графиком круглосуточной работы технологического персонала на предприятии и осуществляют производственный контроль непосредственно в цехах на рабочих местах, выходя на работу совместно с технологическим персоналом.

Конечно, все цеха одновременно охватить производственным контролем невозможно по причине несоответствия количества цехов числу работников службы промышленной безопасности (например, на крупном химическом предприятии количество технологических цехов исчисляется несколькими десятками, а в службе промышленной безопасности — не более десяти (инженеров).

Предлагается поочередный производственный контроль, при котором каждый сотрудник службы в течение 3 месяцев работает непосредственно в одном технологическом цехе. Затем, по истечении трехмесячного срока происходит смена цеха по графику и таким образом — каждый инженер службы промышленной безопасности в течение года осуществляет производственный контроль последовательно в четырех цехах.

Например, на предприятии 40 цехов и 10 сотрудников службы промышленной безопасности вместе с руководителем службы и начальником отдела. Каждый сотрудник службы осуществит детальный производственный контроль за год в четырех цехах и в целом в течение года будут охва-

чены контролем все 40 цехов. Непрерывный производственный контроль непосредственно на рабочих местах побудит инженера службы изучать технологический процесс и устройство аппаратов. Кроме того, периодическая смена контролируемых цехов исключит элемент привыкания к коллективу технологической смены и возможные попытки "не замечать" нарушений.

Всю текущую плановую и внеплановую документацию по службе промышленной безопасности, которой достаточно много (ответы на предписания и акты, отчеты, планы работ и пр.), должны вести те инженеры, которые, не задействованы в данный период в контроле в цехах; их количество можно определить по следующей формуле:

$$n_{\text{дн}} = N_{\text{общ}} - (n_{\text{см}} \cdot 4),$$

где  $n_{\text{дн}}$  — количество инженеров, периодически работающих с текущей документацией в службе промышленной безопасности, не занятых непосредственно производственным контролем;  $N_{\text{общ}}$  — общая численность службы промышленной безопасности, составляющая 10 человек;  $n_{\text{см}}$  — количество инженеров службы промышленной безопасности, осуществляющих производственный контроль в рабочей смене (2 человека); 4 — количество смен (3 работающих ежесуточно смен + 1 смена отдыхающая). В рассматриваемом примере два инженера службы промышленной безопасности должны работать в отделе с документацией [ $10 - (2 \cdot 4) = 2$ ].

Организация и осуществление непрерывного производственного контроля непосредственно на рабочих местах по предлагаемой схеме принципиально новый подход, который с полным основанием можно назвать мониторингом производственной безопасности. Мониторинг, как следует из классического определения, — система наблюдений, оценки, анализа и прогноза.

Детализируя и расширяя мониторинг применительно к реализации концепции "предвидеть и упреждать" и с учетом требований упомянутого выше Закона об осуществлении производственного контроля, можно каждую составляющую общей системы мониторинга на опасных объектах идентифицировать как:

а) систему наблюдений — контроль за состоянием промышленной безопасности непосредственно на рабочих местах на основе непрерывной проверки соответствия конкретных технических устройств и процессов требованиям действующих правил и норм;

б) оценку уровня соответствия (несоответствия) фактического исполнения и организации эксплуатации технических устройств, ведения тех-

нологического процесса на рабочих местах согласно правилам и нормам;

в) анализ результатов проведенной оценки с целью вычленения из общей системы наиболее потенциально опасных участков (узлов, деталей технических устройств, стадий и параметров технологического процесса, порядка освидетельствования и ремонта устройств и т. д.);

г) прогноз (аналитический и расчетный) возможной реализации потенциальной опасности;

д) разработка (совместно с соответствующими профильными специалистами) организационно-технических мероприятий по упреждению нештатных ситуаций;

е) производственный контроль за выполнением упреждающих мероприятий.

Отличие предложенного мониторинга от классического мониторинга обусловлено практической целесообразностью расширения системы наблюдений до уровня разработки превентивных мероприятий, контролем за их выполнением и необходимостью за базовый уровень принимать оценку состояния промышленной безопасности непосредственно на рабочем месте.

Предложенная система организации производственного контроля может варьироваться в зависимости от технологических, организационно-управленческих и других особенностей конкретного предприятия, но основной принцип системы — предвидеть и упреждать на базе переориентации малоэффективного существующего производственного контроля в непрерывный контроль аппаратов, процессов и их эксплуатации непосредственно на рабочих местах, должен сохраниться.

#### Список литературы

1. **Федеральный закон** от 21.06.1997 № 116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов.
2. **Кирсанов В. В.** Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. — 480 с.
3. **Кирсанов В. В.** Предлагаемая система классификации нештатных производственных ситуаций, связанных с нарушением промышленной безопасности на химико-технологических объектах // Вестник Казанского технологического университета. — 2012. — Т. 15. — № 9. М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань: КНИТУ, 2012. — С. 193—195.

**V. V. Kirsanov**, Professor of Chair, VVKirsanov@gmail.com, Kazan National Research Technical University named A. N. Tupolev — KAI (KNITU)-KAI

## Optimization of Production Control at Hazardous Chemical Facilities

*The existing organization of production control at hazardous chemical-processing facilities is analyzed and industrial checking system based on continuous monitoring of the status around the clock directly in the workplace is proposed. This system will improve the efficiency and to organize the work in accordance with the principle of "to foresee and forestall."*

**Keywords:** production control, industrial safety, accident, incident, work injury, preventive measures, workflow, technical device, monitoring

#### References

1. **Federal'nyj zakon** "O promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob#ektov" ot 21.06.1997. N. 116-FZ. M., 1997. 14 p.
2. **Kirsanov V. V.** Osnovy promyshlennoj i jekologicheskoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh ob#ektov: Monografija. Kazan': Izd-vo Kazan. gos. tehn. un-ta, 2011. 480 p.

3. **Kirsanov V. V.** Predlagaemaja sistema klassifikacii neshtatnyh proizvodstvennyh situacij, svjazannyh s narusheniem promyshlennoj bezopasnosti na himiko-tehnologicheskikh ob#ektah. *Vestnik Kaasnskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2012. T. 15. N. 9. M-vo obraz. i nauki Rossii, Kazan. nac. issled. tehnol. un-t. Kazan': KNIU, 2012. P. 193—195.



УДК 621.91.01; 614.8.084

**А. А. Ласуков**, канд. техн. наук, доц., e-mail: lasukow@rambler.ru,  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета

## **Исследование влияния ионной имплантации инструмента на вид образующейся стружки для обеспечения ее безопасного удаления из зоны резания**

*Представлены результаты исследования влияния ионной имплантации инструмента на вид образующейся стружки при обработке резанием. На основе проведенных исследований можно выдавать рекомендации по выбору материала для имплантации с целью безопасного удаления стружки из зоны обработки.*

**Ключевые слова:** безопасность, ионная имплантация, обработка резанием, стружка

Процесс резания металлов представляет собой снятие инструментом слоя материала заготовки, который превращается в стружку. Стружка — это отход производства. Однако она несет в себе информацию о результатах явлений, протекающих в зоне стружкообразования. Особое значение имеет вид образующейся стружки, влияющей на стойкость инструмента, качество получаемых деталей, долговечность и износ оборудования, условия удаления из зоны резания и транспортирования, переработку. С практической стороны стружка должна также иметь форму и размеры, обеспечивающие безопасную работу станочника и облегчающие ее отвод из зоны резания. Актуальность изучения стружкообразования при точении возрастает к переходу на высокоскоростную обработку, когда происходит замена процесса шлифования обработкой лезвийным инструментом. К тому же процесс утилизации стружки при высокоскоростном точении во много раз дешевле, чем утилизация шлама при шлифовании [1].

При переходе от сливных стружек к элементным меняются характеристики стружкообразования, влияющие на энергетические затраты при обработке. В частности, уменьшение угла сдвига при переходе к элементным стружкам приводит к уменьшению площади плоскости сдвига, что в свою очередь снижает затраты энергии при обработке. За счет снижения потребляемого тока при реализации машиностроительных технологических процессов формообразования и потерь энергии создаются более комфортные условия труда и уменьшается воздействие этих процессов на окружающую среду [2].

Анализ литературных источников [3, 4] показал, что свойства инструментальной поверхности влияют на параметры процесса резания, а также на вид и форму образующейся стружки. При этом одним из возможных путей снижения трения между инструментом и заготовкой, а следовательно и изменения

характера взаимодействия стружки с инструментом, является специальное ионно-плазменное покрытие режущей кромки инструмента [2].

В настоящей работе поставлена задача проследить зависимость влияния свойств инструментальной поверхности, изменяемой посредством ионной имплантации различными материалами, на вид образующейся стружки при резании металла.

Исследования проводились в условиях несвободного резания стали 30ХГСА на токарно-винторезном станке модели 1К62. Использовался токарный проходной резец со сменными многогранными пластинами (Т5К10), имплантированными ионами различных материалов. Геометрические параметры инструмента: передний угол  $\gamma = +7^\circ$ ; задний угол  $\alpha = 4^\circ$ ; главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ ; угол наклона главной режущей кромки  $\lambda = -5^\circ$ . Обработка производилась при изменении скорости в широком диапазоне ( $v = 50 \dots 200$  м/мин) с постоянной подачей и глубиной резания.

При проведении эксперимента были получены фотографии внешнего вида стружки, представленные в таблице, образовавшейся при точении резцами, имплантированными ионами различных материалов. Так для пластины "чистой" (не имплантированной) стружка при увеличении скорости резания менялась от элементной к сливной. На фотографиях в таблице четко видно как стружка из отдельных кусочков превращается в сплошную ленту. Такую стружку тяжело удалять из зоны резания, и она представляет особую опасность для рабочего, создавая возможность травматизма. Имплантация инструмента приводит к изменению свойств инструментальной поверхности, а следовательно, к изменению условий стружкообразования. Свойства инструментальной поверхности четко проявляются даже при имплантации инструмента одинаковым материалом. Из табл. 1 видно, что при обработке инструментом, импланти-



### Виды стружки

| Имплантируемый материал | Скорость резания, м/мин |    |     |     |     |
|-------------------------|-------------------------|----|-----|-----|-----|
|                         | 50                      | 80 | 126 | 159 | 202 |
| Без имплантации         |                         |    |     |     |     |
| Al                      |                         |    |     |     |     |
| Zr                      |                         |    |     |     |     |
| Al с покрытием TiN      |                         |    |     |     |     |
| ZrGf с покрытием TiN    |                         |    |     |     |     |

рованным алюминием (Al), стружка из "кусочечной" превращается в ленту. Однако стружка, полученная при обработке инструментом с предварительно нанесенным покрытием (нитрид титана TiN) и имплантированная ионами алюминия, имеющая, на первый взгляд, сливной характер, при небольшом усилии рассыпается на кусочки. Возможно с дальнейшим увеличением скорости стружка сама будет распадаться на кусочки. Для пластины с покрытием (нитрид титана) и имплантированной ионами циркония гафния (ZrGf — гафния 20 %) при скорости резания 50 м/мин стружка была сливной. При увеличении скорости резания вид стружки изменился в элементный. При скорости резания 202 м/мин стружка приобрела выраженный элементный характер. Такая стружка удобна для удаления, транспортирования и переработки. Она представляет меньшую опасность для человека. Тем более такой характер образования стружки проявляется на режимах, используемых на производстве. Поэтому подобные условия получения инструментальной поверхности можно рекомендовать для применения на автоматических линиях и станках с ЧПУ, не услож-

няя конструкцию инструмента дополнительными элементами для ломания стружки.

Объясняются эти явления изменением адгезионных свойств на передней поверхности резца. У различных инструментальных поверхностей сила схватывания поверхностей стружки и инструмента различна. Схватывание вызывает застойные явления: на некоторой части длины контакта сцепление между разнородными металлическими поверхностями (стружка — резец) становится большим, чем сопротивление сдвигу контактного слоя стружки, тонкий слой затормаживается и дальнейшее скольжение происходит уже в материале стружки. Данный слой, очевидно, не позволяет стружке окончательно рассыпаться на элементы на повышенных скоростях резания. Интенсивность явлений схватывания определяется, главным образом, способностью контактирующих металлов взаимно растворяться. Степень взаимного влияния имплантированных поверхностей и поверхности стружки различна [5]. Механизм этого влияния до конца не ясен, и поэтому данный вопрос требует дополнительного изучения.



Таким образом, исследования показали, что изменение свойств передней поверхности инструмента посредством ионной имплантации оказывает влияние на условия формирования стружки при обработке материалов резанием. Подбирая материал для имплантации инструмента при обработке конкретных материалов на определенных режимах резания, можно добиваться необходимых форм и размеров стружки, обеспечивая безопасное удаление ее из зоны резания и безопасные условия работы станочника.

#### Список литературы

1. **Рогов В. А.** Высокоскоростная обработка закаленных заготовок // Технология машиностроения. — 2014. — № 3. — С. 16—19.

2. **Создание** и исследование автоматизированных энергосберегающих систем для металлорежущих станков, адаптированных к машиностроительным технологическим процессам формообразования: научно-технический отчет (промежуточ.) / Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"; рук. Шварцбург Л. Э.; исполн.: Иванова Н. А. [и др.]. — М., 2012. — 51 с.
3. **Полетика М. Ф.** Контактные условия на передней поверхности как управляющий фактор процесса стружкообразования: Интенсификация технологических процессов механической обработки. Тезисы докладов Всесоюзной конференции 14—16 октября 1986 года. — Л.: Изд. ЛМИ, 1986. — С. 8—10.
4. **Розенберг Ю. А., Зелинский А. Н., Назаров А. К.** Исследование процесса образования сливной и элементной стружек при резании металлов: Труды Уральской юбилейной сессии по итогам науч.-исслед. работ в области машиностроения. — Курган: Курганская городская типография, 1969. — С. 12—19.
5. **Брюхов В. В.** Повышение стойкости инструмента методом ионной имплантации. — Томск: Изд-во НТЛ, 2003. — 120 с.

**A. A. Lasukov**, Associate Professor, e-mail: lasukow@rambler.ru, Yurga Institute of Technology (branch) of Tomsk Polytechnic University

## Studying the Influence of Ion Implantation of a Tool on the Form of Chips with a Purpose of its Safe Removing from the Cutting Area

*The purpose of this paper is to investigate how the properties of tool surface, which varies depending on ion implantation with different materials, affect the kind of chip we get while cutting steel. It is known that when flow chips are changed into discontinuous ones, chip formation characteristics are changed, that, in its turn, affect energy costs when processing. Reduction of current consumption during the machine-building processes of shaping, as well as energy losses, makes working conditions more comfortable and allows reducing the impact of these processes on the environment. Several experiments, where implanted carbides were used during the process of steel turning, were carried out. Experiments revealed that the kind of chip depends on the cutting speed. On the basis of the conducted research it can be concluded that, choosing materials for tool implantation while processing specific materials at certain cutting modes, makes it possible to obtain necessary forms and size of chip, and guarantee its removal from cutting area to the safe area of a machine-tool operator.*

**Keywords:** security, ion implantation, metal machining, chips

#### References

1. **Rogov V. A.** Vysokoskorostnaja obrabotka zakalennyh zagotovok. *Tehnologija mashinostroenija*. 2014. N. 3. P. 16—19.
2. **Sozdanie** i issledovanie avtomatizirovannyh jenergosbergajushhij sistem dlja metallovezhushhij stankov, adaptirovannyh k mashstroitel'nym tehnologicheskim processam formoobrazovanija: nauchno-tehnicheskij otchet (promezhutoch.). Moskovskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet "STANKIN"; ruk. Shvarcбург L. Je.; ispoln.: Ivanova N. A. [i dr.]. M., 2012. 51 p.

3. **Poletika M. F.** Kontaktnye uslovija naпередnej poverhnosti kak upravljajushhij faktor processa struzhkoobrazovanija: Intensifikacija tehnologicheskijh processov mehanicheskoj obrabotki. *Tezisy dokladov Vsesojuznoj konferencii 14—16 oktjabrja 1986 goda*. L.: Izd. LMI, 1986. — P. 8—10.
4. **Rozenberg Ju. A., Zelinskij A. N., Nazarov A. K.** Issledovanie processa obrazovanija slivnoj i jelementnoj struzhek pri rezanii metallov. *Trudy Ural'skoj jubilejnoj sessii po itogam nauch.-issled. rabot v oblasti mashinostroenija*. Kurgan: Kurganskaja gorodskaja ti pografija, 1969. P. 12—19.
5. **Brjuhov V. V.** Povyshenie stojkosti instrumenta metodom ionnoj implantacii. Tomsk: Izd-vo NTL, 2003. 120 p.

УДК 656.004.2.003.12

**Р. А. Дурнев**, д-р техн. наук, доц., зам. начальника института,  
e-mail: rdurnev@rambler.ru, **С. В. Колеганов**, зам. начальника научно-исследовательского отдела, ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

## Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: предпосылки и допущения

*Во второй статье этой серии приведены основные предпосылки и допущения, принятые при разработке методики комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте Российской Федерации.*

**Ключевые слова:** предпосылки, допущения, транспортный объект, техническое состояние, риск, безопасность, нечеткие множества, функция принадлежности, импликация

В первой статье этой серии приведена формулировка научной задачи по разработке методики комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте РФ, обоснованы метод и замысел ее решения [1]. В данной статье рассматриваются основные предпосылки и допущения, принятые при разработке методики. Под *предпосылками* понимаются положения, являющиеся отправными, изначальными при постановке научного исследования, под *допущениями* — предположения, положенные в основу упрощения объекта, процесса, явления [2].

Ниже поэтапно рассмотрены такие предпосылки и допущения.

1. На первом этапе определяется степень соответствия транспортных объектов установленным требованиям [1]. В качестве исходных данных для определения указанной степени применяется прежде всего срок устранения нарушений различных требований, указываемых в резолютивной части предписаний транспортного, пожарного надзора, надзора в области гражданской обороны (далее — ГО) и защиты от чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС). Несомненно, что чем больше указанный срок, тем больше выявлено нарушений и тем они существенней с точки зрения влияния на безопасность объекта. При этом учитывается не только тяжесть нарушений (самые "тяжелые", способные привести к серьезным негативным последствиям, приводят к запрету эксплуатации какого-либо элемента транспортного объекта), но и технологическая длительность их устранения (одно дело — указать наименование перевозчика над лобовым стеклом маршрутного такси, другое — установить аппаратуру спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS).

Кроме того, принимаются во внимание возможности, в том числе экономические, транспорт-

ного объекта (вернее — юридического лица) по устранению этих нарушений. Если выявленные нарушения не носят критического характера (т. е. не влияют существенным образом на безопасность, например, незначительная трещина на лобовом стекле маршрутного такси), и у индивидуального предпринимателя отсутствует возможность оперативного устранения нарушения (а приостановка деятельности предпринимателя негативно скажется на экономике, например, сельского поселения) то, наверное, такой срок может быть им увеличен в разумных и юридически возможных пределах.

Поэтому для оценки соответствия транспортного объекта предъявляемым требованиям возможно использование *суммарного срока* ( $T_{\Sigma}$ ) устранения всех нарушений, так как хотя меры по устранению этих нарушений могут предприниматься параллельно, но при этом задействуется большее количество людских и других ресурсов, что свидетельствует о сложности устранения и серьезности недостатков. Кроме того, может использоваться и процедура выбора максимального срока, приведенного в предписании.

Представляется, что указанные показатели в достаточной мере отражают состояние безопасности транспортного объекта, могут определяться из документов, образующихся в повседневной надзорной деятельности, принадлежат положительной части абсолютной шкалы<sup>1</sup> и позволяют выполнять все основные арифметические и другие операции.

<sup>1</sup> Под абсолютной шкалой в теории измерения понимается шкала действительных чисел, с элементами которой (в отличие от номинальной, порядковой, интервальной шкал и шкалы отношений), возможно выполнение практически всех математических операций.



С учетом положений теории нечетких множеств [3] лингвистической переменной в этом случае является "срок устранения нарушений", значениями — "малый", "средний" и "большой", а областью определения этих значений — суммарный или максимальный срок устранения нарушений.

Для построения функций принадлежности указанной переменной могут использоваться способы как непосредственного ее задания (исходя из анализа имеющейся информации) [4], так и определения формы по результатам экспертного опроса (например, попарного сравнения в рамках метода анализа иерархий Т. Саати). По второму способу возникают проблемы подбора специалистов, которые могут выступить экспертами по данному вопросу.

В связи с этим на основе анализа многочисленных надзорных актов и предписаний непосредственно заданы типовые функции принадлежности, одна из которых показана на рис. 1.

2. Другим видом исходных данных для определения степени соответствия являются оценки важности (значимости, превосходства) обязательных требований и требований, установленных муниципальными правовыми актами, в области транспортной, пожарной и других видов безопасности, нарушения которых фиксируются по результатам проверок. Важность каждого требования необходимо оценивать по тому, к каким негативным последствиям с точки зрения людских потерь и материального ущерба может привести его невыполнение. Для этого проводился экспертный опрос, в ходе которого специалистам предлагалось распределить исчерпывающий (на момент опроса) перечень требований для разных транспортных объектов на три группы:

1) требования, приводящие к решению об исключении эксплуатации транспортного объекта (его элементов) или привлечению специализиро-

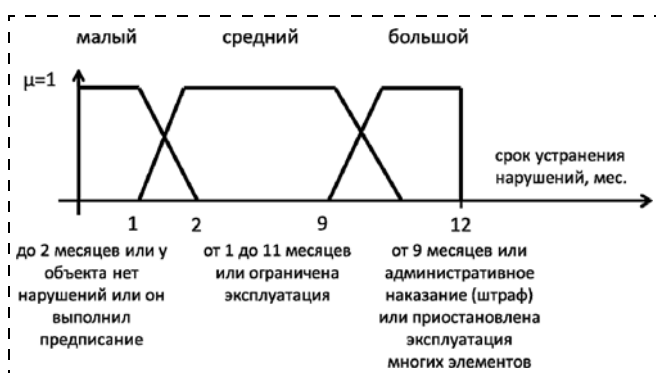


Рис. 1. Типовая функция принадлежности срока устранения нарушений:

$\mu = 1$  — максимальное значение функции принадлежности

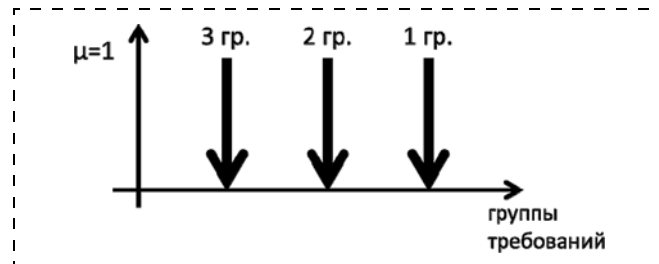


Рис. 2. Функция принадлежности (трехэлементная или синглтонная [4]) групп требований

ванной организации для устранения его нарушения (1 группа);

2) требования, приводящие к решению об ограничении эксплуатации транспортного объекта (его элементов) или устранению его нарушения с использованием значительных ресурсов владельца транспортного объекта (2 группа);

3) все остальные<sup>1</sup> требования (3 группа).

С учетом сказанного предлагается показанная на рис. 2 функция принадлежности.

3. Третьим видом исходных данных для определения рассматриваемой степени соответствия являются результаты расчетных, инструментальных и экспертных методик оценки риска, технического состояния, безопасности транспортных объектов.

При этом следует отметить, что, к сожалению, таких методик в настоящее время явно недостаточно, среди них наиболее приемлемая для решения настоящей задачи — это Методические рекомендации [5]. В соответствии с ними безопасность такого типа транспортного объекта, как судоходные гидротехнические сооружения (далее — СГТС), складывается из следующих оценок:

- технического состояния (далее — ТС) сооружения (исходя из результатов инструментальных и визуальных наблюдений);
- условий эксплуатации (далее — УЭ), влияющих на безопасность СГТС;
- соответствия проекта сооружения действующим нормам и правилам проектирования (далее — НП).

Контроль ТС должен проводиться по результатам текущих эксплуатационных наблюдений и специальных исследований, периодических централизованных и преддекларационных обследований (2...5 лет) [5], а также внеплановых проверок и обследований, т. е. на практике чаще, чем раз в

<sup>1</sup> Все остальные требования — это требования, которые не налагают обременения по исключению или ограничению эксплуатации, но которые тоже должны выполняться (например, указать ФИО водителя маршрутного такси). Таких требований большинство и при обнаружении нарушений — выделяется время на устранение, при этом эксплуатация не ограничивается и не исключается.

Таблица 1

Вид технического состояния СГТС

| Диапазон порядковой критериальной шкалы для оценки ТС (результаты расчетов) | Вид ТС СГТС                      |
|---|----------------------------------|
| ТС = 2  | Исправное (И)                    |
| 2 < ТС ≤ 3  | Работоспособное (Р)              |
| 3 < ТС ≤ 4  | Ограниченно работоспособное (ОР) |
| 4 < ТС ≤ 5  | Предаварийное (ПА)               |
| ТС > 5  | Аварийное (А)                    |

Таблица 2

Уровень безопасности СГТС

| Диапазон порядковой критериальной шкалы для оценки безопасности (Б) (результаты расчетов) | Уровень безопасности СГТС |
|---|---------------------------|
| 2 < Б ≤ 3   | Нормальный (Н)            |
| 3 < Б ≤ 4   | Пониженный (П)            |
| 4 < Б ≤ 5   | Неудовлетворительный (НУ) |
| Б > 5   | Опасный (О)               |

2 года. Оценка УЭ осуществляется в ходе преддекларационных обследований, а НП — при разработке самого проекта реконструкции СГТС с доработкой проекта или при изменении действующих норм и правил проектирования. При этом подчеркивается, что основной составляющей безопасности СГТС является оценка ТС и даже в ряде случаев может ее заменить.

Для построения функций принадлежности безопасности СГТС и ТС используются следующие данные из Методических рекомендаций [5], приведенные в табл. 1 и 2.

В Методических рекомендациях [5] говорится о том, что при исправном, работоспособном и ограниченно работоспособном ТС, а также при нормальном и пониженном уровне безопасности эксплуатирующая организация самостоятельно выполняет регламентные работы или работы по восстановлению нормального уровня безопасности. При предаварийном ТС или неудовлетворительном уровне безопасности эксплуатирующая организация ставит об этом в известность орган надзора и с использованием специализированных организаций принимает меры для восстановления нормального уровня безопасности. А при аварийном ТС или опасном уровне безопасности эксплуатирующая организация ставит об этом в известность орган надзора, принимает оперативные меры по предупреждению ЧС и с использованием специализированных организаций восстанавливает нормальной уровень безопасности. С учетом

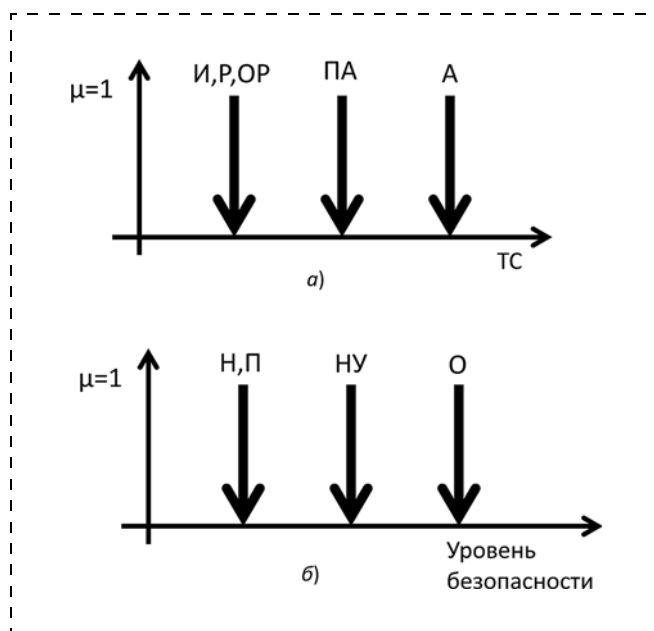


Рис. 3. Функции принадлежности технического состояния (а) и уровня безопасности (б) СГТС

этого возможен вид функций принадлежности, показанный на рис. 3.

4. Степень соответствия объекта установленным требованиям определяется с использованием исходных данных (см. пп. 1—3) на основе функции принадлежности. При задании области определения этой функции необходимо отметить, что для удобства последующего применения значений "степени соответствия объекта" желательно, чтобы по сумме этих степеней на втором этапе можно было бы судить о состоянии всех транспортных объектов данного типа. Для этого область определений должна принадлежать интервалу [0, 1]. В этом случае, чем в большей степени выполняется условие

$$\sum_{i=1}^n S_{\text{соотв}i} \rightarrow n, \quad (1)$$

где  $S_{\text{соотв}i}$  — степень соответствия  $i$ -го объекта (от 0 до 1);  $n$  — количество объектов определенного типа в регионе, тем ниже риск нарушения нормального функционирования вида транспорта, определяемый на этапе 2 [1].

С учетом сказанного функция принадлежности "степень соответствия объектов" может быть представлена в виде, показанном на рис. 4.

Что касается вариантов функций принадлежности, то рекомендуется большое количество форм — симметричные и асимметричные гауссовы, сигмоидальные, гармонические, полиномиальные и др. Однако по данным работы [4] при малом объеме имеющейся информации следует исполь-

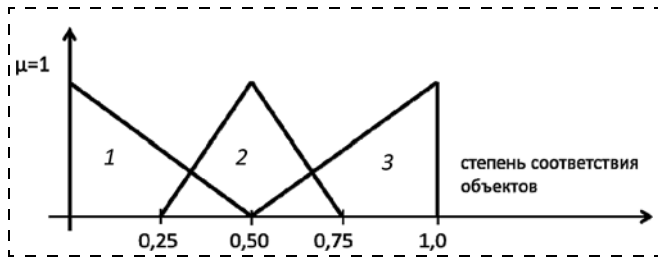


Рис. 4. Типовая функция принадлежности лингвистической переменной "степень соответствия объектов":

1 — не соответствует; 2 — частично соответствует; 3 — соответствует

зовать простейшие функции принадлежности, состоящие из прямолинейных участков (так называемые кусочно-линейные — треугольные, трапециевидальные). Для нахождения их параметров требуется значительно меньшее количество информации по сравнению с другими функциями принадлежности. В то же время отмечается высокая точность моделирования с их использованием даже при дефиците исходных данных.

Дополнительно следует отметить и необходимость учета специфики реальных аварий на транспортных объектах. Если например произошла авария на железнодорожном перегоне — он может переноситься в разряд "не соответствует".

5. Переход от "срока устранения нарушений" или других исходных данных, рассмотренных в этапах 1–3, к "степени соответствия объекта" осуществляется с помощью логических импликаций (правил) вида: **Если (условие) то (заключение)**. Для реализации данных импликаций используется оператор Мамдани [4]:

$$\min(\mu_y(x), \mu_3(y)), \quad (2)$$

где  $\mu_y(x)$  — функции принадлежности нечеткого множества условия;  $\mu_3(x)$  — функции принадлежности нечеткого множества заключения.

При наличии нескольких условий, связанных логическим оператором "И" (пересечение ( $\cap$ ), логическое произведение нечетких множеств), типа: **Если (условие 1) И (условие 2) то ...**, используется оператор произведения (PROD) [4]:

$$\mu_{y1 \cap y2}(x) = \mu_{y1}(x)\mu_{y2}(x), \quad (3)$$

где  $\mu_{y1}(x)$  — функции принадлежности нечеткого множества первого условия;  $\mu_{y2}(x)$  — функции принадлежности нечеткого множества второго условия.

При наличии нескольких условий, связанных логическим оператором "ИЛИ" (объединение ( $\cup$ ), логическая сумма нечетких множеств), типа: **Если (условие 1) ИЛИ (условие 2) то ...**, используется оператор максимума (max) [4]:

$$\mu_{y1 \cup y2}(x) = \max(\mu_{y1}(x), \mu_{y2}(x)). \quad (4)$$

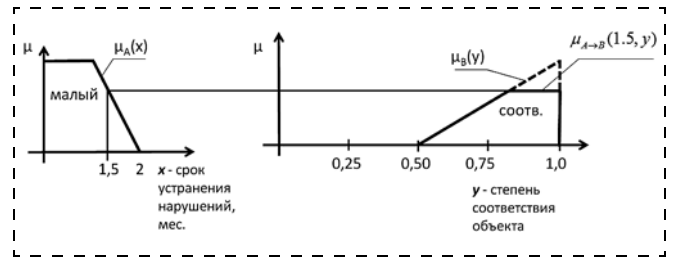


Рис. 5. Функция принадлежности импликации  $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$  (ее проекция на плоскость  $\{\mu, y\}$ ) для значения  $x = 1,5$  месяца

Применительно к сроку устранения нарушений импликации перехода к степени соответствия объекта имеют вид:

Если **срок = малый** то **объект = соответствует**;

Если **срок = средний** то **объект = частично соответствует**;

Если **срок = большой** то **объект = не соответствует**.

Для этапов 2 и 3 система правил аналогична, за исключением условий правил, определяемых по рис. 2 и 3.

Пример определения импликации с помощью оператора Мамдани по первому правилу показан на рис. 5. На этом рисунке показана упрощенная (без построения гиперповерхностей и их проекций) процедура усечения функции принадлежности заключения до уровня выполнения условия правила.

6. Для установления конкретного значения функции принадлежности импликации необходимо найти такое  $y^*$ , которое наиболее рационально представляло бы это нечеткое множество. Из большого количества методов, позволяющих определить указанное значение (среднего максимума, первого максимума, центра сумм, высот и др. [4]), используется метод центра тяжести, обеспечивающий более высокую чувствительность к изменению входных значений. Для этого рассчитывается координата центра тяжести фигуры (трапеции под линией  $\mu_{A \rightarrow B}(1,5, y)$ ), образующейся в результате импликации. Значение координаты центра тяжести находится, как отношение момента трапеции под линией  $\mu_{A \rightarrow B}(1,5, y)$  относительно вертикальной оси  $\mu$  к площади этой фигуры (рис. 6):

$$y^* = \frac{\int y \mu_{\text{трап}}(y) dy}{\int \mu_{\text{трап}}(y) dy}, \quad (5)$$

где  $\mu_{\text{трап}}(y)$  — кривая, ограничивающая трапецию под линией  $\mu_{A \rightarrow B}(1,5, y)$ .

Из рис. 5 и 6 видно, что при сроке устранения нарушений 1,5 месяца степень соответствия транспортного объекта равна 0,8.

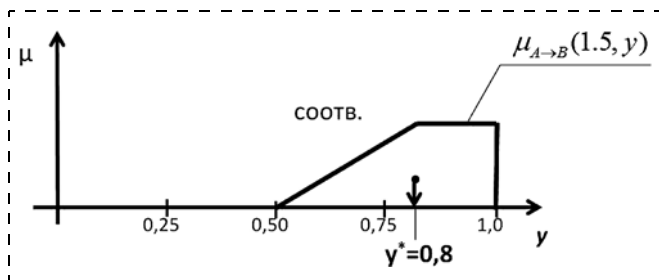


Рис. 6. Нахождение координаты центра тяжести трапеции под линией  $\mu_{A \rightarrow B}(1.5, y)$

7. Количество (доля) транспортных объектов определенного типа, соответствующих требованиям, определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{соотв}i}}{n} 100 \%. \quad (6)$$

Это количество используется в типовой функции принадлежности, приведенной на рис. 7.

Очевидно, что трапеция под малым количеством соответствующих объектов должна иметь самую большую площадь, так как, например, даже 75 % работающих ж/д тоннелей — это очень мало для субъекта РФ (может произойти коллапс не только железной дороги, но и всей транспортной сферы).

8. Риск нарушения нормального функционирования вида транспорта рассматривается с точки зрения нарушения нормальной жизнедеятельности субъекта РФ по вине вида транспорта (в категориях "недополученные выгоды", "экономический ущерб", "увеличение плановых затрат на покупку предметов первой необходимости"). Этот риск определяется с использованием типовой функции принадлежности, приведенной на рис. 8.

9. Переход от "количества соответствующих объектов" различных типов (например, ж/д тоннелей, ж/д мостов, ж/д вокзалов и ж/д перегонов) к "риску нарушения нормального функционирования вида транспорта" (железнодорожного) задается системой правил. Для выяснения существа этих правил, снижения их количества (при их большом

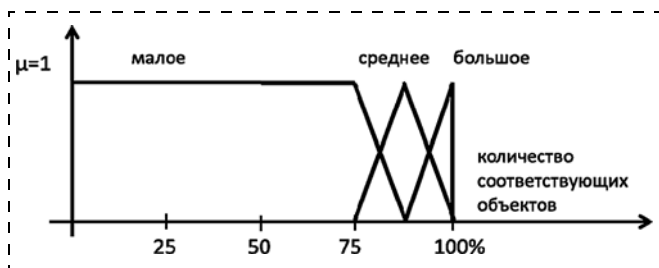


Рис. 7. Типовая функция принадлежности количества соответствующих объектов

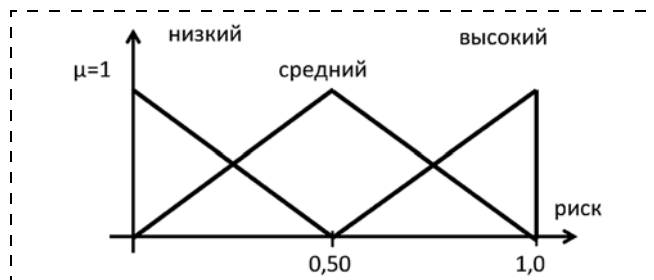


Рис. 8. Типовая функции принадлежности риска нарушения нормального функционирования вида транспорта

числе нечеткая система может быть слабо чувствительна к ним [4]) можно применить следующие основные эвристики:

- при нарушении функционирования ж/д тоннелей (**Т**) для их восстановления требуются значительные финансовые, временные и трудовые затраты; кроме того, пути объезда могут отсутствовать, что делает вероятным полную остановку железнодорожного сообщения в регионе;
- при нарушении функционирования ж/д мостов (**М**) также достаточна велика вероятность полной остановки железнодорожного сообщения в регионе; при этом, для восстановления сооружения требуются менее значительные финансовые, временные и трудовые затраты, чем на восстановление ж/д тоннелей;
- при нарушении функционирования ж/д вокзалов (станций) (**В**) возможно организовать движение подвижных составов в объезд, посадку (погрузку) пассажиров (грузов) на соседних вокзалах (станциях);
- при нарушении функционирования ж/д перегонов (**П**) сроки восстановления не будут такими длительными, как в предыдущих случаях.

Указанные эвристики позволяют ранжировать транспортные объекты так, как показано на рис. 9.

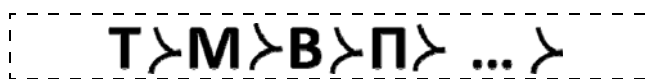


Рис. 9. Ранжирование типовых объектов ж/д транспорта (> — знак важности)

С учетом сказанного переход от количества соответствующих объектов (КСО) к риску нарушения нормального функционирования вида транспорта обеспечивается импликациями, фрагмент которых представлен ниже:

Если КСО (М, Т) = *малое* то *риск (ж/д)* = *высокий*;

Если КСО (М, Т) = *среднее* и КСО (П) = *малое* то *риск (ж/д)* = *высокий*.

10. Оценка уровня транспортной безопасности (УТБ) субъекта РФ осуществляется в зависимости

Объемы перевозок различными видами транспорта в субъекте РФ (пример)

| Показатели перевозки   | Объемы перевозок, % |                                  |                                |                          |
|------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
|                        | Ж/д транспорт (ж/д) | Автомобильный транспорт (автом.) | Авиационный транспорт (авиац.) | Водный транспорт (водн.) |
| Пассажиры              | 30                  | 10                               | 20                             | 40                       |
| Грузы                  | 80                  | 5                                | 5                              | 10                       |
| Общее число            | 110                 | 15                               | 25                             | 50                       |
| Нормированное число    | 55                  | 7,5                              | 12,5                           | 25                       |
| Ранги видов транспорта | I                   | IV                               | III                            | II                       |

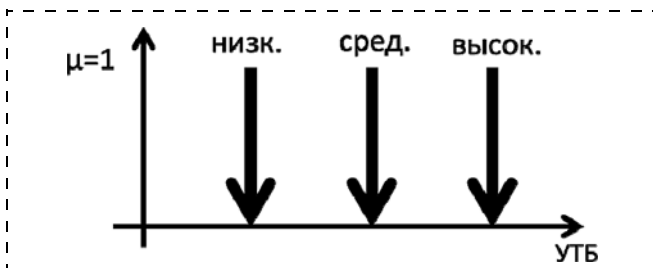


Рис. 10. Функция принадлежности УТБ



Рис. 11. Ранжирование по важности для субъекта РФ видов транспорта (пример)

от риска нарушения нормального функционирования железнодорожного, автомобильного, авиационного и водного транспорта. Функция принадлежности УТБ представлена на рис. 10.

Переход от риска нарушения нормального функционирования железнодорожного, автомобильного, авиационного и водного транспорта к уровню транспортной безопасности субъекта РФ обеспечивается импликациями. Для их формирования используется статистика по объемам перевозок грузов и пассажиров в субъекте РФ. Пример условной статистики по перевозкам представлен в табл. 3.

Исходя из данных табл. 3 возможно принять эвристику, показанную на рис. 11.

С учетом этого фрагмент системы импликаций имеет вид:

- Если *риск (ж/д) = высокий* то *УТБ = низкий*;
- Если *риск (ж/д) = средний* и *риск (водн.) = высокий* то *УТБ = низкий*;
- Если *риск (ж/д) = средний* и *риск (водн.) = средний* то *УТБ = средний*;
- Если *риск (ж/д) = средний* и *риск (водн.) = низкий* и *риск (авиац.) = высокий* и *риск (автом.) = высокий* то *УТБ = средний*.

Таким образом, представлены предпосылки и допущения методики комплексной оценки уровня транспортной безопасности в субъекте РФ. В следующей статье данной серии будет приведен алгоритм данной методики и рекомендации по использованию ее результатов.

Список литературы

- Дурнев Р. А., Колеганов С. В. Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: постановка задачи и замысел решения // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 9. — С. 9—14.
- Акимов В. А., Дурнев Р. А., Мещеряков Е. М., Севрюков И. Т. Подготовка и аттестация научных и научно-педагогических кадров в системе МЧС России. — М.: ВНИИ ГОЧС, 2011.
- Зале Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Пер. с англ. — М.: Мир, 1976.
- Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. — М.: Бином, 2011.
- Методические рекомендации по контролю технического состояния и оценке безопасности судоходных гидротехнических сооружений. — М.: Росморречфлот, 2011.

R. A. Durnev, Associate Professor, Deputy Head Institute, e-mail: rdurnev@rambler.ru, S. V. Koleganov, Deputy Head of department, FCBI Institute of Civil Defense (FC)

## Complex Assessment of Level of the Transport Safety: Prerequisites and Assumptions

*The relevance of premises and assumptions: Because of the great number and diversity of factors affecting the level of transport security in the Russian Federation, it is impossible to consider all of them at a time in the method being developed. It is important to specify key premises and assumptions in order to simplify the assessment of transport security level.*



*The content of premises and assumptions: The level of transport security should be assessed phase-by-phase, based on the lengths of non-compliance elimination periods specified in supervisory documents, the number of transport facilities that meet current requirements, and the value of risk to proper functioning of railway, road, air and water transport.*

*Proceeding from phase to phase is based on the use of fuzzy sets theory elements such as membership function and implication system. The practical importance of premises and assumptions: The premises and assumptions will simplify the assessment of transport security in a subject of the Russian Federation and allow using data obtained as a result of supervisory activities in transport.*

**Keywords:** prerequisites, assumptions, transport object, technical condition, risk, safety, fuzzy sets, accessory function, implication

#### References

1. **Durnev R. A., Koleganov S. V.** Kompleksnaja ocenka urovnja transportnoj bezopasnosti: postanovka zadachi i zamysel reshenija. *Bezopasnost' zhiznedeatel'nosti*. 2014. N. 9. P. 9–14.
2. **Akimov V. A., Durnev R. A., Meshherjakov E. M., Sevruk I. T.** Podgotovka i attestacija nauchnyh i nauchno-pedagogicheskikh kadrov v sisteme MChS Rossii. M.: VNII GOChS, 2011.
3. **Zade L.** Ponjatie lingvisticheskoj peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij. Per. s angl. M.: Mir, 1976.
4. **Pegat A.** Nechetkoe modelirovanie i upravlenie. M.: Binom, 2011.
5. **Metodicheskie rekomendacii** po kontrolju tehničeskogo sostojanija i ocenke bezopasnosti sudohodnyh gidrotehničeskikh soorazhenij. M.: Rosmorrechflot, 2011.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ USE AND RECYCLING OF WASTE

УДК 502.174.62

**Л. И. Худякова**, канд. техн. наук, науч. сотр., e-mail: lkhud@binm.bscnet.ru,  
**О. В. Войлошников**, канд. техн. наук, вед. инж., Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (БИП СО РАН), Улан-Удэ,  
**С. С. Тимофеева**, д-р техн. наук, проф., зав., кафедрой, Иркутский государственный технический университет

### Пути утилизации магнийсиликатных отходов

*Рассмотрена возможность использования отходов горнодобывающей промышленности в виде магний-силикатных пород в качестве крупного и мелкого заполнителя при производстве бетонов. Установлено, что данный вид отходов пригоден для применения в строительстве. Показано, что полученные материалы обладают хорошими физико-механическими показателями.*

**Ключевые слова:** магнийсиликатные отходы горнодобывающей промышленности, утилизация отходов, тяжелый бетон, крупный и мелкий заполнители

К настоящему времени в России скопилось огромное количество отходов, которые не только оказывают негативное воздействие на окружающую природную среду, но и влияют на жизнедеятельность человека. Поэтому чрезвычайно остро встают вопросы их ликвидации. В связи с этим, на правительственном уровне выходят указы, постановления, разрабатываются федеральные целевые программы (ФЦП), в числе которых ФЦП по ликвидации накопленного экологического ущерба в 2014–2025 гг.

Отходы горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий в виде отвалов вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения занимают

центральное место среди объектов накопленного экологического ущерба. Разработка и совершенствование технологий их переработки и ликвидации являются одними из главных направлений экологической реабилитации загрязненных территорий.

Освоение месторождений магматического происхождения подразумевает большой объем вскрышных пород, среди которых находятся магнийсиликатные горные породы в виде серпентинитов, дунитов, верлитов, перидотитов, троктолитов и т. д. Находясь в отвалах, они оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Данная проблема касается многих регионов России. Так, на



предприятиях ОАО "ГМК "Норильский никель" и ОАО "Кольская ГМК", разрабатывающих месторождения руд на Кольском и Таймырском полуостровах, ежегодно образуется более 50 млн т отходов, в числе которых магнийсиликатные породы. На Урале накоплено более 20 млрд т отходов. Только под Асбестом в отвалах находится более 4 млрд т серпентинита. Этот список можно продолжить.

Эффективным решением проблемы ликвидации накопленного экологического ущерба в виде отходов горнодобывающих предприятий считается внедрение передовых инновационных технологий. При этом очень часто отходы одних производств являются исходными сырьевыми материалами других, что характерно для промышленности строительных материалов, являющейся основным потребителем техногенного сырья. По мнению авторов, перспективным направлением утилизации магнийсиликатных отходов горнодобывающих предприятий является использование их в качестве заполнителей при производстве новых видов бетонов.

Целью настоящей работы явилась переработка отходов в виде магнийсиликатных пород Северо-Байкальской рудной зоны на примере дунитов и верлитов Йоко-Довыренского дунит-троктолит-габбрового массива, принятого нами за модельную территорию. Запасы данных пород составляют миллиарды тонн. Причем дуниты представлены не только массивными породами, но и рыхлой корой механического выветривания (песком). Запасы дунитового песка составляют миллионы тонн [1]. Химический состав пород представлен в табл. 1.

При использовании любых промышленных отходов в качестве сырья для производства продукции возникает вопрос не только о технологических характеристиках отходов, но также о безопасности жизнедеятельности и здоровья человека. Поэтому первоочередной задачей исследований явилось установление пригодности магнийсиликатных пород для использования в качестве сырьевых материалов при получении бетонов.

Изучаемые дуниты на 80...97 % состоят из минералов группы оливина, а верлиты — из минералов группы оливина (80...85 %) и моноклинного пироксена (диаллага или диопсида). Оливин не содержит свободного кремнезема и токсичных примесей, не образует вредной пыли, поэтому является экологически безопасным. Наличие вредных компонентов и примесей в породах (согласно ГОСТ 8267—93 "Щебень и гравий из плотных горных по-

род для строительных работ. Технические условия") не выявлено.

Одним из главных мероприятий, без которого невозможно использование отходов горного производства, является их радиационно-гигиеническая оценка. В результате ее проведения установлено, что значения суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов  $A_{эфф}$  для дунита составляет 85,69 Бк/кг, для верлита — 107,89 Бк/кг. Радиационные показатели образцов не превышают нормируемых значений СанПиН 2.6.1.2523—09 "Нормы радиационной безопасности" (НРБ-99/2009) и относятся к I классу по радиоактивности (до 370 Бк/кг). Поэтому согласно ГОСТ 8267—93 "Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия" эти отходы могут использоваться для всех видов строительных работ.

Для дунитового песка значение суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов  $A_{эфф}$  составляет 94,45 Бк/кг, поэтому согласно ГОСТ 8736—93 "Песок для строительных работ. Технические условия" дунитовый песок можно применять в строительстве для всех видов строительных работ.

Установление пригодности щебня из магнийсиликатных пород для использования в качестве крупного заполнителя проводилось по ГОСТ 8269.0—97 "Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний". Полученные результаты приведены в табл. 2.

По физико-механическим показателям щебень из дунита и верлита имеет высокое качество. Он не содержит зерен слабых пород, по содержанию зерен пластинчатой и игловатой формы относится к I группе щебня, имеет высокую марку по дробимости и истираемости и высокий удельный вес [2, 3]. Щебень из магнийсиликатных пород стойкий к воздействию окружающей среды, устойчив против всех видов распада. Согласно полученным данным, он соответствует требованиям ГОСТ 8267—93 "Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия" и может использоваться в качестве заполнителей для тяжелого бетона.

Испытание дунитового песка, выполненное по ГОСТ 8735—88 "Песок для строительных работ. Методы испытаний" показало, что по модулю крупности ( $M_k = 2,72$ ) и полному остатку на сите

Химический состав магнийсиликатных пород, масс. %

| Порода          | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO   | CaO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | Ппп  |
|-----------------|------------------|--------------------------------|-------|------|--------------------------------|-------|-------------------|------------------|------|
| Дунит           | 37,40            | 1,25                           | 40,81 | 0,40 | 3,10                           | 12,60 | 0,14              | 0,02             | 2,84 |
| Верлит          | 39,70            | 1,80                           | 43,83 | 0,81 | 0,42                           | 10,70 | 0,12              | 0,07             | 1,29 |
| Дунитовый песок | 38,40            | 2,10                           | 43,20 | 0,46 | 2,93                           | 9,95  | 0,05              | 0,03             | 0,98 |

Таблица 1

**Физико-механические показатели щебня из магнийсиликатных пород**

| Показатели  | Дунит | Верлит | Требования, %, ГОСТ 8267—93 |
|---|-------|--------|-----------------------------|
| Содержание фракции $D_{\min}$ , %                             | 98,3  | 98,1   | 90...100                    |
| Содержание фракции $D_{\max}$ , %                             | 3,2   | 3,9    | До 10                       |
| Содержание фракции $0,5 (D_{\min} + D_{\max})$ , %            | 50,8  | 51,0   | 30...80                     |
| Содержание фракции $1,25 D_{\max}$ , %                        | 0,2   | 0,3    | До 0,5                      |
| Объемный насыпной вес щебня, кг/м <sup>3</sup>                | 1745  | 1739   | —                           |
| Содержание илистых, глинистых, пылевидных частиц, %           | 1,0   | 1,0    | 1                           |
| Содержание глины в комках                                     | —     | —      | Не более 0,25               |
| Марка щебня по дробимости                                     | 1200  | 1200   | —                           |
| Марка щебня по истираемости                                   | И1    | И1     | —                           |
| Влажность щебня, %  | 0,5   | 0,46   | —                           |
| Истинная плотность (удельный вес), г/см <sup>3</sup>          | 3,0   | 3,01   | —                           |
| Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % | —     | —      | —                           |
| Содержание зерен слабых пород, %                              | —     | —      | Не более 5                  |

№ 0,63 он относится к группе крупных песков. Содержание органических примесей в песке находится в пределах допустимых значений. Содержание пылевидных и глинистых частиц незначительно превышает допустимые значения по ГОСТ 8736—93 "Песок для строительных работ. Технические условия". Поэтому перед применением в производстве необходимо дополнительное просеивание песка.

Таким образом, выполненный комплекс исследований позволил установить, что магнийсиликатные породы могут быть использованы как заполнители при производстве бетона, что позволит получить экологически чистые строительные материалы.

Цикл работ включал изучение влияния щебня и песка из магнийсиликатных пород Йоко-Довыренского массива на технологические свойства бетонных смесей. В качестве крупного заполнителя использовался щебень из дунита, верлита, гранита и гравия. В качестве мелкого заполнителя — кварцевый и дунитовый песок с модулями крупности  $M_k = 2,5$  и  $M_k = 2,72$  соответственно. В качестве вяжущего использовался портландцемент марки ПЦ М400Д0 Тимлюйского цементного завода.

Изучалось влияние видов щебня и песка на темпы твердения и прочность бетонов, приготовленных при водоцементном отношении 0,6 (табл. 3). Полученные в ходе экспериментов данные показывают, что основной набор прочности происходит в первые 7 суток твердения бетона (более 50 %), далее набор прочности замедляется и достигает максимального значения к 28 суткам твердения в нормально-влажностных условиях.

Вид крупного заполнителя оказывает влияние на прочностные характеристики бетонов. Самые низкие показатели имеют бетоны, где в качестве крупного заполнителя используется гравий. Лучшие показатели имеют бетоны с использованием магнийсиликатных пород. Отсутствие зерен лещадной формы в данном виде щебня позволяет снизить пустотность и получить наиболее компактную упаковку зерен, а следовательно, и уменьшить расход портландцемента в бетонных смесях, повысить их механические показатели. Прочность бетонов с использованием щебня из дунита выше, чем из верлита.

Мелкий заполнитель также оказывает влияние на прочностные характеристики бетонов. Замена кварцевого песка на дунитовый способствует повы-

Таблица 3

**Физико-механические показатели бетонов**

| Вид крупного заполнителя | Вид мелкого заполнителя | Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте |          | Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> , в возрасте |          |
|--------------------------|-------------------------|--|----------|---|----------|
|                          |                         | 7 суток                                      | 28 суток | 7 суток   | 28 суток |
| Щебень из дунита         | Кварцевый песок         | 18,3   | 28,8     | 2737  | 2730     |
|                          | Дунитовый песок         | 21,9   | 32,8     | 2812  | 2800     |
| Щебень из верлита        | Кварцевый песок         | 17,1   | 28,3     | 2725  | 2716     |
|                          | Дунитовый песок         | 21,7   | 32,0     | 2773  | 2763     |
| Гранитный щебень         | Кварцевый песок         | 16,0   | 27,3     | 2307  | 2297     |
|                          | Дунитовый песок         | 17,3   | 28,4     | 2367  | 2358     |
| Гравий                   | Кварцевый песок         | 15,8   | 26,2     | 2505  | 2494     |
|                          | Дунитовый песок         | 16,9   | 27,8     | 2553  | 2544     |



шению их прочности. Это в первую очередь связано с тем, что поверхность зерен кварцевого песка в основном окатанная, а поверхность дунитового песка неровная, угловатая, что обеспечивает высокое сцепление заполнителя с цементным камнем.

В целом, бетоны с использованием отходов горнодобывающей промышленности в виде магний-силикатных пород имеют повышенную прочность по сравнению с обычным бетоном, где в качестве мелкого заполнителя используется кварц-полевошпатовый песок, а в качестве крупного заполнителя — гранитный щебень или гравий.

По результатам исследований установлено, что бетоны на крупном заполнителе из магний-силикатных пород имеют плотность выше, чем бетоны на гранитном щебне и гравии. Использование дунитового песка в качестве мелкого заполнителя также приводит к увеличению плотности бетонов. Исходя из классификации бетонов по показателям средней плотности, с использованием отходов горнодобывающей промышленности в виде магний-силикатных горных пород можно получить тяжелые бетоны (средняя плотность 2000...2500 кг/м<sup>3</sup>), которые используются во всех несущих конструкциях, и особо тяжелые бетоны (средняя плотность более 2500 кг/м<sup>3</sup>), применяемые для изготовления специальных конструкций.

Испытания образцов на морозостойкость, проведенные по ГОСТ 10060.1—95 "Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости", показали, что морозостойкость всех видов бетонов составила 50 циклов.

В задачи исследований входило определение сульфатостойкости бетонов, полученных на основе магний-силикатных горных пород. Испытания проводились по ускоренному методу определения сульфатостойкости бетона [4], в результате которых установлено, что бетоны с использованием дунитов и верлитов обладают повышенной сульфатостойкостью. Их можно использовать для изго-

товления конструкций, работающих в сульфатных средах с концентрацией ионов  $SO_4^{2-}$  не более 2000 мг/л. Следует отметить, что прочность бетонов, находящихся в агрессивной среде, с течением времени увеличивается.

Таким образом, выполненный комплекс исследований позволил установить, что отходы горнодобывающей промышленности в виде магний-силикатных пород имеют высокое качество. Они экологически безопасны и могут быть использованы в качестве заполнителей при производстве тяжелых бетонов. Полученные виды бетонов обладают хорошими физико-механическими показателями, а также повышенной сульфатостойкостью. Использование их в строительстве не окажет негативного воздействия на жизнедеятельность и здоровье населения. При этом значительно сократится объем отходов горного производства, следовательно, и накопленного экологического ущерба. Также это приведет к возможности создания малоотходного производства при разработке месторождений полезных ископаемых.

*Работа выполнена по программе ОХНМ РАН № 5.5.2 "Получение новых видов материалов с высокими эксплуатационными характеристиками из отходов горнодобывающей промышленности".*

#### Список литературы

1. **Кислов Е. В.** Йоко-Довыренский расслоенный массив. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1998. — 264 с.
2. **Худякова Л. И.** Комплексное освоение минеральных ресурсов на месторождениях Северо-Байкальской рудной зоны // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2012. — № 7. — С. 112—114.
3. **Худякова Л. И., Войлошников О. В., Тимофеева С. С.** Рациональное использование природных ресурсов Республики Бурятия // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. — 2013. — № 4 (16). — С. 99—104.
4. **Рекомендации** по способам защиты бетона в условиях сульфатной агрессии. — М.: ЦНИИС, 1984.

**L. I. Khudyakova**, Research Associate, e-mail: lkhud@binm.bsnet.ru,  
**O. V. Voiloshnikov**, Leading Engineer, Baikal institute of nature management Siberian branch of RAS (BINM SB RAS), Ulan-Udje), **S. S. Timofeeva**, Professor, Head of Chair, Irkutsk State Technical University

## Ways of Magnesium Silicate Waste Disposal

*Nowadays in Russia the amount of waste is billions of tons, most of which represented by mining waste. Development and improvement of technologies for their processing and disposal is one of the main areas for ecological rehabilitation of contaminated areas. The aim of the work is the use of mining waste in the form of magnesium silicate rocks in the production of building materials on the example of the North Baikal ore zone. It was found that this type of waste is environmentally safe and suitable for use in construction. Waste products were used as coarse and fine aggregate in the concrete production. We studied the impact of gravel and sand from the magnesium silicate rocks on the technological properties of the concrete mixtures. It was shown that the main strength development occurs in the first 7 days of the hardening of concrete. Next set of strength slows and reaches a maximum at 28 days of hardening in conditions of normal humidity. It was found that the obtained materials have good physical and mechanical properties. Concrete on coarse and fine aggregate of magnesium silicate rocks have*

higher compressive strength than granite concrete and concrete on quartz sand. Frost resistance of concrete is 50 cycles. Sulfate-resistance of concrete is enhanced. Concrete can be used for structures fabrication in aggressive environments. Their use in the construction will have no negative impact on the life activities and health of the population. The volume of mining waste will be significantly reduced.

**Keywords:** mining waste, magnesium silicate rocks, radiation-hygienic evaluation of waste, coarse aggregate, fine aggregate, rubble of magnesium silicate rocks, crushed granite, heavy concrete, compressive strength, sulfate resistance

#### References

1. **Kislov E. V.** Joko-Dovyrenskij rassloennyj massiv. Ulan-Udje: Izd-vo BNC SO RAN, 1998. 264 p.
2. **Hudjakova L. I.** Kompleksnoe osvoenie mineral'nyh resursov na mestorozhdenijah Severo-Bajkal'skoj rudnoj zony. *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-technicheskij zhurnal)*. 2012. N. 7. P. 112–114.
3. **Hudjakova L. I., Vojloshnikov O. V., Timofeeva S. S.** Racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov Respubliki Burjatija. *Geologija i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*. 2013. N. 4 (16). P. 99–104.
4. **Rekomendacii** po sposobam zashhity betona v uslovijah sul'fatnoj agressii. M.: CNIIS, 1984. 16 p.

## ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ SITUATION OF EMERGENCY

УДК 622.692.4.053

**А. В. Унковская**, канд. техн. наук, начальник отдела, e-mail: anna.v.unkoyskaya@gmail.com, ООО "Газпром СПГ Владивосток"

### Оценка частоты аварийной разгерметизации магистральных нефтепроводов (Часть 2)

Часть 2 содержит методику расчета ожидаемой частоты аварийной разгерметизации каждого участка магистрального нефтепровода, которая позволяет учитывать широкую номенклатуру применяемых трубопроводов (диаметр, толщина стенки трубы); мероприятия по защите от коррозии; геологические, сейсмические и другие условия прохождения трассы. Методика была разработана на основе анализа, обработки и адаптации базы данных по инцидентам под управлением Администрации по безопасности систем транспорта и взрывоопасных веществ (PHMSA) Министерства транспорта США (DOT), что подробно представлено в части 1 настоящей работы.

Для учета влияния указанных выше параметров методика содержит рекомендации по выбору коэффициентов, корректирующих значение базовой частоты при проведении расчетов. Изложено обоснование выбора расчетных формул и рекомендуемых значений коэффициентов. Представлено распределение частот аварийной разгерметизации магистральных нефтепроводов по шести причинам: внешнее воздействие, коррозия, брак, природное воздействие, ошибки эксплуатации, а также в зависимости от типов аварийных отверстий. Приведен пример расчета участка одного из современных магистральных нефтепроводов.

**Ключевые слова:** магистральный нефтепровод, анализ риска, количественная оценка риска, частота аварийной разгерметизации, авария, частота аварий, статистические данные, типы повреждений, разрыв на полное сечение, утечки, причины аварий

#### 1. Введение

Одним из важнейших этапов количественной оценки риска магистральных нефтепроводов (МН) является оценка ожидаемой частоты аварийной разгерметизации, результаты которой во многом определяют точность расчета величины риска. Необходимо, чтобы статистические данные по уже

произошедшим авариям позволяли бы выявить влияние существенных факторов (природных, антропогенных, технических), характерных для МН, на частоту возможных аварий, т. е. были репрезентативными. Тогда для конкретного проекта МН на каждом участке можно получить оценку частоты аварийной разгерметизации, рассчитать риски и исследовать эффективность мер предупреждения



аварий. Выбор той или иной статистической базы по аварийности для анализа риска представляет собой принципиальное решение, требующее обоснования такого выбора [1]. Сравнительный анализ доступных статистических баз данных по авариям/инцидентам на МН, обоснование выбора такой базы данных и ее детальный анализ представлены в части 1 настоящей работы [2]. В части 2 работы представлена непосредственно методика расчета частоты аварийной разгерметизации каждого участка МН, которая была разработана на основе анализа и обработки статистических данных по аварийности на МН Администрации по безопасности систем транспорта и взрывоопасных веществ (PHMSA) Министерства транспорта США (DOT) [3].

## 2. Методика расчета частоты аварийной разгерметизации МН

Логическая схема возникновения аварии на МН может быть представлена в виде так называемого дерева отказов. Основываясь на опыте классификации причин аварий на европейских и американских нефтепроводах [2, табл. 6], число классов причин возникновения аварий принимаем равным шести (рис. 1).

Частота аварий  $F$  на любом участке МН рассчитывается по формуле:

$$F = \sum_{i=1}^S f_i, \quad (1)$$

где  $f_i$  — частота аварийной разгерметизации по  $i$ -й причине (1/1000 км в год);  $S$  — число классов причин разгерметизации (в данном случае  $S = 6$ ).

Предлагаемая идеология расчета частоты аварийной разгерметизации МН аналогична методике расчета частоты аварийной разгерметизации магистральных газопроводов, представленной в работе [1].

### 2.1. Распределение частоты разгерметизации МН по основным причинам

Для каждого класса причин аварий было рассчитано распределение частоты аварийной разгерметизации МН (на основе данных разделов 3.1 и 3.2 части 1 [2]).

Распределения, представленные в табл. 1, относятся ко всему периоду наблюдений и сбора данных 1984—2011 гг. (всего произошло 1265 аварий, экспозиция МН составляет 1930,5 тыс. км в год) [2, табл. 13, рис. 6].

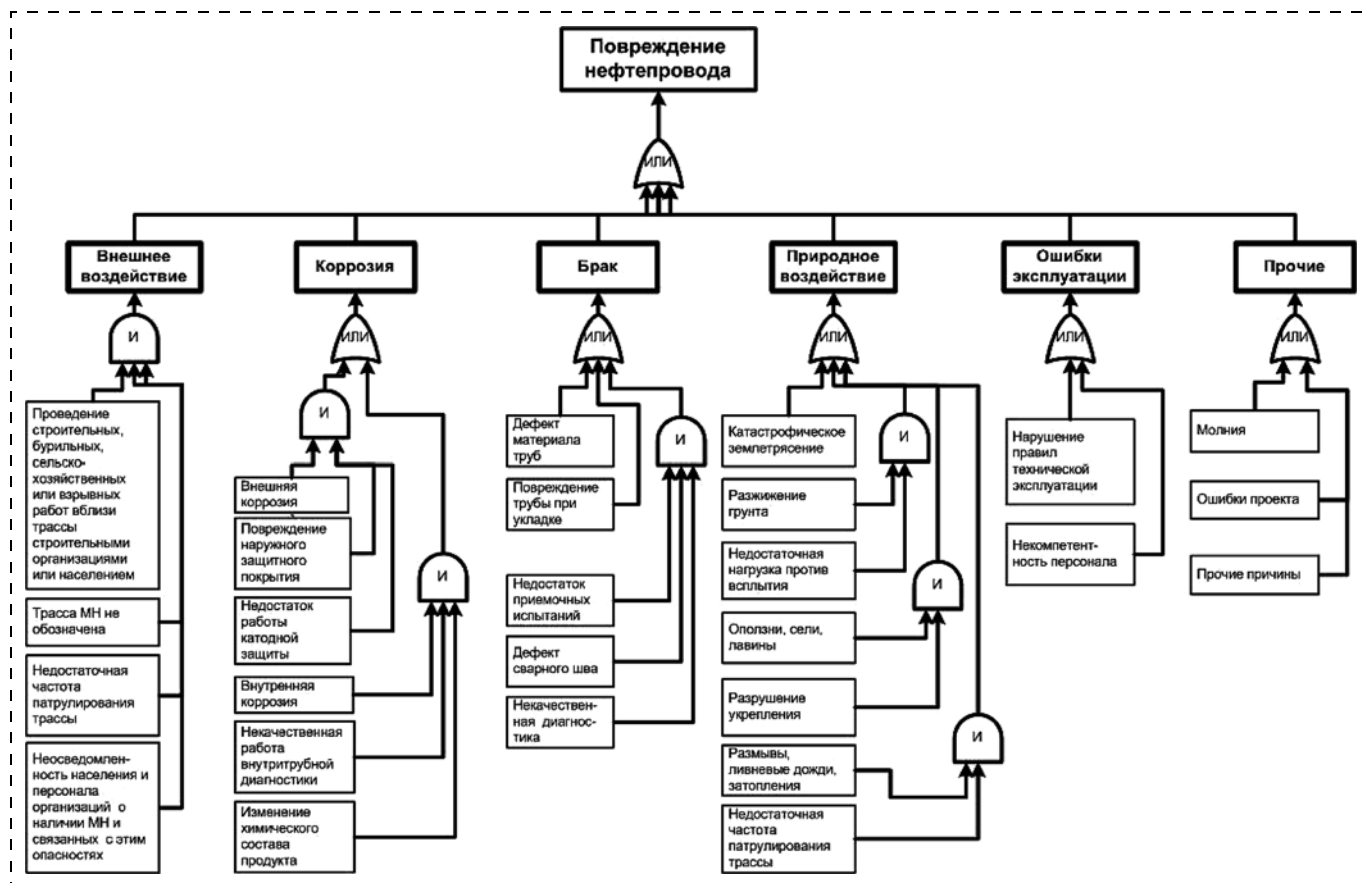


Рис. 1. Дерево отказов при аварийной разгерметизации МН

Также была рассчитана и частота аварийной разгерметизации МН за период 2002—2011 гг. (всего произошло 319 аварий, экспозиция МН составляет 730,73 тыс. км в год) [2, табл. 14, рис. 6], которые представлены в табл. 2.

В табл. 3 приведены данные о частоте аварийной разгерметизации МН, рассчитанные за период 2002—2011 гг. с учетом аварий "с малыми объемами разлива" (всего произошло 711 аварий, экспозиция МН составляет 730,73 тыс. км в год) [2, табл. 15, рис. 6].

Таблица 1

**Частота аварийной разгерметизации МН в зависимости от причины за весь период наблюдений 1984—2011 гг.**

| Причина               | Частота аварийной разгерметизации, 1/1000 км в год | Относительная доля аварий, вызванных данной причиной, % |
|-----------------------|--|---|
| Брак                  | $9,5 \cdot 10^{-2}$                                | 14,47   |
| Ошибки эксплуатации   | $1,1 \cdot 10^{-2}$                                | 1,74  |
| Коррозия              | $2,8 \cdot 10^{-1}$                                | 42,77   |
| Природное воздействие | $2,7 \cdot 10^{-2}$                                | 4,11  |
| Внешнее воздействие   | $1,86 \cdot 10^{-1}$                               | 28,38   |
| Прочие и неизвестные  | $5,6 \cdot 10^{-2}$                                | 8,54  |
| <b>Итого</b>          | <b><math>6,55 \cdot 10^{-1}</math></b>             | <b>100</b>  |

Таблица 2

**Частота аварийной разгерметизации МН в зависимости от причины за период 2002—2011 гг.**

| Причина               | Частота аварийной разгерметизации, 1/1000 км в год | Относительная доля аварий, вызванных данной причиной, % |
|-----------------------|--|---|
| Брак                  | $7,8 \cdot 10^{-2}$                                | 17,87   |
| Ошибки эксплуатации   | $1,1 \cdot 10^{-2}$                                | 2,51  |
| Коррозия              | $2,22 \cdot 10^{-1}$                               | 50,78   |
| Природное воздействие | $1,5 \cdot 10^{-2}$                                | 3,45  |
| Внешнее воздействие   | $9,7 \cdot 10^{-2}$                                | 22,26   |
| Прочие и неизвестные  | $1,4 \cdot 10^{-2}$                                | 3,13  |
| <b>Итого</b>          | <b><math>4,37 \cdot 10^{-1}</math></b>             | <b>100</b>  |

Таблица 3

**Частота аварийной разгерметизации МН за период 2002—2011 гг. с учетом малых объемов разливов**

| Причина               | Частота аварийной разгерметизации, 1/1000 км в год | Относительная доля аварий, вызванных данной причиной, % |
|-----------------------|--|---|
| Брак                  | $2,34 \cdot 10^{-1}$                               | 24,05   |
| Ошибки эксплуатации   | $1,5 \cdot 10^{-2}$                                | 1,55  |
| Коррозия              | $4,98 \cdot 10^{-1}$                               | 51,20   |
| Природное воздействие | $4,8 \cdot 10^{-2}$                                | 4,92  |
| Внешнее воздействие   | $1,3 \cdot 10^{-1}$                                | 13,36   |
| Прочие и неизвестные  | $4,8 \cdot 10^{-2}$                                | 4,92  |
| <b>Итого</b>          | <b><math>9,73 \cdot 10^{-1}</math></b>             | <b>100</b>  |

Значения частоты, приведенные в табл. 2, могут быть использованы в качестве базовых (среднестатистических) при расчетах частоты аварийной разгерметизации МН, с учетом которой в дальнейшем будет осуществляться планирование мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти, поскольку случаи разливов нефти, вошедшие в статистику для расчета указанных частот, в большинстве своем являются аварийными [2, раздел 3.1].

Значения же данных табл. 3 могут быть приняты в качестве базовых (среднестатистических) при расчете ожидаемой частоты разгерметизации МН, если целью расчетов является определение ожидаемого уровня разгерметизации МН с учетом не только аварийных разливов нефти, но и возможных более мелких утечек (инцидентов), поскольку, как было отмечено в работе [2, раздел 3.1], отобранные для расчета аварии включают инциденты, связанные с утечками объемом от  $0,019 \text{ м}^3$ . Такого рода аварии на МН происходят гораздо чаще, поэтому для периода 2002—2011 гг. общее значение частоты увеличилось по сравнению с представленным в табл. 2. Рассчитанные базовые частоты представляют собой величины, статистически усредненные по всем МН, включенным в статистику PHMSA [3], т. е. соответствующие некоторому "среднестатистическому" МН [1]. Процедура использования этих данных для расчета ожидаемых частот аварийной разгерметизации с учетом характеристик конкретных МН, а также природных особенностей трассы будут даны далее.

## 2.2. Распределение частоты аварийной разгерметизации МН по размерам повреждений

В базу данных PHMSA [3] информацию о типах аварийных отверстий начали включать только с 2002 г. В этой базе [4] различают следующие типы повреждений: прокол (*pinhole*); пробой (*puncture*); трещина/разрыв продольный (*tear/crack*); разрыв на полное сечение (разрыв кольцевой) (*rupture*); нарушение соединения (например, в запорной аппаратуре и т. д.) (*connection failure*). Результаты анализа данных об авариях за период 2002—2011 гг. (см. табл. 2) представлены в табл. 4.

Согласно табл. 4, за период 2002—2011 гг. тип повреждения известен для 80,25 % аварий, для 10,34 % — не указан тип повреждения по причинам аварий от брака, коррозии, внешнего воздействия и природного воздействия, остальные 9,40 % относятся к ошибкам эксплуатации и прочим и неизвестным причинам, в отношении которых вообще отсутствует информация о типах повреждений (отмечены в табл. 4 как Неизв.). Последние две причины вряд ли могли привести к большому числу аварий с "Разрывами на полное сечение (разрывами кольцевыми)". В авариях же по остальным причинам, в отношении которых



Таблица 4

Типы повреждений в зависимости от причины возникновения аварийной разгерметизации МН (2002–2011 гг.)

| Причина   | Утечки:                        |                                |                               |                               | Разрыв кольцевой              | Неизвестные                   | Все типы                               |
|---|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
|   | Прокол                         | Пробой                         | Трещина/Продольный разрыв     | Разрыв соединения             |                               |                               |  |
| <b>Брак</b><br>(частота, 1/1000 км в год)<br>% от частоты по причине<br>% от общей частоты                  | 0,016<br>21,05<br><b>3,76</b>  | 0,000<br>0,00<br><b>0,00</b>   | 0,025<br>31,58<br><b>5,64</b> | 0,022<br>28,07<br><b>5,02</b> | 0,001<br>1,75<br><b>0,31</b>  | 0,014<br>17,54<br><b>3,13</b> | <b>0,078</b><br>100,00<br><b>17,87</b> |
| <b>Коррозия</b><br>(частота, 1/1000 км в год)<br>% от частоты по причине<br>% от общей частоты              | 0,204<br>91,98<br><b>46,71</b> | 0,000<br>0,00<br><b>0,00</b>   | 0,004<br>1,85<br><b>0,94</b>  | 0,001<br>0,62<br><b>0,31</b>  | 0,001<br>0,62<br><b>0,31</b>  | 0,011<br>4,94<br><b>2,51</b>  | <b>0,222</b><br>100,00<br><b>50,78</b> |
| <b>Внешнее воздействие</b><br>(частота, 1/1000 км в год)<br>% от частоты по причине<br>% от общей частоты   | 0,005<br>5,63<br><b>1,25</b>   | 0,063<br>64,79<br><b>14,42</b> | 0,010<br>9,86<br><b>2,19</b>  | 0,001<br>1,41<br><b>0,31</b>  | 0,001<br>1,41<br><b>0,31</b>  | 0,016<br>16,90<br><b>3,76</b> | <b>0,097</b><br>100,00<br><b>22,26</b> |
| <b>Природное воздействие</b><br>(частота, 1/1000 км в год)<br>% от частоты по причине<br>% от общей частоты | 0,005<br>36,36<br><b>1,25</b>  | 0,000<br>0,00<br><b>0,00</b>   | 0,000<br>0,00<br><b>0,00</b>  | 0,001<br>9,09<br><b>0,31</b>  | 0,004<br>27,27<br><b>0,94</b> | 0,004<br>27,27<br><b>0,94</b> | 0,015<br>100,00<br><b>3,45</b>         |
| <b>Ошибки эксплуатации</b><br>(частота, 1/1000 км в год)<br>% от частоты по причине<br>% от общей частоты   | Неизв.<br>—<br>—               | Неизв.<br>—<br>—               | Неизв.<br>—<br>—              | Неизв.<br>—<br>—              | Неизв.<br>—<br>—              | Неизв.<br>—<br>—              | <b>0,011</b><br>—<br><b>2,51</b>       |
| <b>Прочие и неизвестные</b><br>(частота, 1/1000 км в год)<br>% от частоты по причине<br>% от общей частоты  | Неизв.<br>—<br>—               | Неизв.<br>—<br>—               | Неизв.<br>—<br>—              | Неизв.<br>—<br>—              | Неизв.<br>—<br>—              | Неизв.<br>—<br>—              | <b>0,014</b><br>—<br>3,13              |
| Всего % от общей частоты  | <b>49,22</b>                   | <b>14,42</b>                   | <b>8,78</b>                   | <b>5,96</b>                   | <b>1,88</b>                   | <b>10,34</b>                  | <b>0,437</b>                           |
| Полностью отсутствует информация, %   | <b>10,34+9,40</b>              |                                |                               |                               |                               |                               | —                                      |
| <b>Итого (с учетом перераспределения<br/>Неизв. 19,74 %) доля, %</b>  | <b>88,24</b>                   |                                |                               |                               | <b>11,76</b>                  | —                             | —                                      |
| <b>Итого частота, 1/1000 км в год</b>   | <b>0,385</b>                   |                                |                               |                               | <b>0,051</b>                  | —                             | —                                      |

изначально не был указан тип повреждения (10,34 %), нельзя полностью исключить возникновение разрывов на полное сечение разрывов кольцевых. Поэтому общая сумма указанных прочих и неизвестных 19,74 % аварий консервативно была распределена поровну между группой "Утечки" и "Разрыв на полное сечение (разрыв кольцевой)". Итогом этого распределения стало следующее соотношение: 88,24 % от общего числа аварий являются аварии с типом повреждения, относящимся к группе "Утечки", и 11,76 % от общего числа аварий являются аварии с типом повреждения "Разрыв на полное сечение (разрыв кольцевой)". Поэтому в дальнейших расчетах частота аварийной разгерметизации каждого участка МН может быть разделена на две указанные группы с учетом этого соотношения (общая частота 0,437 1/1000 км в год на 0,385 и 0,051 соответственно).

Для расчета последствий аварии необходимо знать масштаб повреждений трубопровода, т. е. размер аварийного отверстия. К сожалению, в базе

данных PHMSA [3, 4] практически отсутствует информация о размерах повреждений (из рассматриваемых 319 аварий [2, табл. 14]) представлены размеры только для 54. Но, тем не менее, указанные типы повреждений могут быть распределены по размерам отверстий (например, отверстия со средним диаметром (мм) 12,5; 25; 50; 100; > 150 — разрыв) методом экспертной оценки [5], как это было сделано для МГ на основе данных группы EGIG (Европейской группы анализа аварийности европейских газопроводов).

### 2.3 Параметры, влияющие на частоту аварийной разгерметизации МН

Параметры, представленные в работе [1] для МГ, на основе статистических данных PHMSA [3] в той или иной степени могут учитываться и при расчете частоты аварийной разгерметизации МН (табл. 5).

В общем виде для каждого участка МН итоговая частота аварийной разгерметизации рассчиты-



Сводная таблица параметров, учитываемых при расчете частоты аварийной разгерметизации МН

| Причина/Факторы                                       | Внешнее воздействие | Брак | Коррозия | Природное воздействие | Ошибки эксплуатации | Прочие и неизвестные причины |
|---|---------------------|------|----------|-----------------------|---------------------|------------------------------|
| Диаметр МН  | –                   | –    | –        | +                     | +                   | –                            |
| Толщина стенки  | +                   | –    | +        | +                     | –                   | –                            |
| Покрытие труб   | –                   | –    | +        | –                     | –                   | –                            |
| Заглубление трубопровода                              | +                   | –    | –        | +                     | –                   | –                            |
| ННБ *   | +                   | –    | –        | +                     | –                   | –                            |
| Переход через ж/д, автодороги, подземные коммуникации | +                   | –    | –        | –                     | –                   | –                            |
| Сейсмичность, тектонические разломы                   | –                   | –    | –        | +                     | –                   | –                            |
| Переход через геоопасные участки                      | –                   | –    | –        | +                     | –                   | –                            |

\* Прокладка МН методом наклонно-направленного бурения (ННБ)

вается путем суммирования шести слагаемых, соответствующих частотам разгерметизации для данного МН по каждой из шести основных причин разгерметизации, в соответствии с формулой:

$$F_k(m) = \sum_{i=1}^S f_{ik}(m), \quad (2)$$

где  $F_k(m)$  — частота аварийной разгерметизации для  $k$ -го размера повреждений на участке  $m$  МН (1/1000 км в год);  $f_{ik}(m)$  — частота аварийной разгерметизации для  $k$ -го размера повреждений по  $i$ -й причине разгерметизации на участке  $m$  МН (1/1000 км в год);  $i = \{1...6\}$  — основные причины разгерметизации МН;  $k = \{1...2\}$  или  $\{1...5\}$  — типы (размеры) повреждений: утечка/разрыв на полное сечение  $\{1...2\}$  (см. табл. 4) или же диаметры эквивалентных аварийных отверстий: 12,5; 25; 50; 100; > 150 — разрыв  $\{1...5\}$  (см. раздел 2.2).

Ниже представлено описание процедур расчета частоты аварийной разгерметизации МН на заданном участке для каждой из шести основных причин, основанных на базе данных PHMSA [3].

#### 2.4. Причина разгерметизации: внешнее воздействие

Согласно проведенному анализу базы данных PHMSA [4] внешнее воздействие является второй по величине причиной утечек за весь период наблюдения 1984—2011 гг. Как следует из табл. 1 частота аварийной разгерметизации по этой причине за период 1984—2011 гг. составляет 0,186 случаев на 1000 км в год.

На рис. 2 показано, что частота аварий, произошедших по причине внешнего воздействия, увеличивается при уменьшении диаметра трубопровода. Это не обязательно связано непосредственно с диаметром трубы, а может быть обусловлено зависимостью толщины стенки от диаметра, так как трубы большого диаметра имеют, как правило, большую толщину стенки [1]. Согласно рис. 2

можно констатировать, что трубопроводы большого диаметра (42 дюйма и более) практически не подвержены риску аварий вследствие внешнего антропогенного воздействия.

Отмеченная на рис. 2 зависимость частоты аварийной разгерметизации по причине внешнего воздействия от диаметра трубопровода может быть численно представлена в виде регрессии

$$f_{\text{ВВ}} = 0,7648 \exp(-0,104D), \quad (3)$$

где  $f_{\text{ВВ}}$  — частота инцидентов на 1000 км в год, произошедших по причине внешнего воздействия;  $D$  — диаметр МН, дюймы.

В табл. 6 представлены результаты расчета коэффициентов снижения частоты аварийной разгерметизации по причине внешнего воздействия для МН различного диаметра  $k_{\text{ДТ}}$  с учетом зависимости (3).

Данные PHMSA [2, 6] не дают возможности определить отдельно экспозицию МН по толщине стенки, поэтому математическая зависимость частоты аварийной разгерметизации МН от толщины стенки трубы не может быть определена. В табл. 7 представлены данные по распределению числа аварий по причине внешнего воздействия в зависимости от толщины стенки трубы, согласно которым можно утверждать, что на МН с толщиной

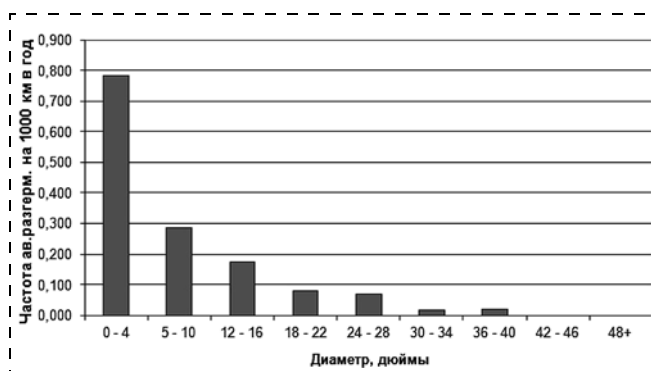


Рис. 2. Влияние диаметра МН на частоту аварийной разгерметизации вследствие внешнего воздействия (1984—2011 гг.)



Таблица 6

Значения  $k_{дт}$  в зависимости от диаметра МН

| Диаметр, дюймы | Среднестатистическая частота аварийной разгерметизации, 1/1000 км в год | Частота аварийной разгерметизации по зависимости (3), 1/1000 км в год | $k_{дт}$ |
|----------------|---|---|----------|
| 48             | 0,186   | 0,0052  | 0,03     |
| 40             |   | 0,0119  | 0,06     |
| 30             |   | 0,0337  | 0,18     |
| 20             |   | 0,0953  | 0,51     |
| 14             |   | 0,1778  | 0,96     |
| 8              |   | 0,3318  | 1,78     |
| 4              |   | 0,5030  | 2,7      |

Таблица 7

Число аварий по причине внешнего воздействия в зависимости от толщины стенки трубы (1984—2011 гг.)

| Толщина стенки трубы, мм                     | 0...5 | 5...10 | 10...15 | >15 |
|--|-------|--------|---------|-----|
| Число аварий по причине внешнего воздействия | 35    | 294    | 1       | 3   |

стенки более 10 мм практически не происходит аварий по этой причине.

Доля аварий по причине внешнего воздействия на МН с толщиной стенки более 10 мм от общего количества (359 аварий) [2, табл. 13] составляет 0,011, тогда как на МН с толщиной стенки менее 10 мм — 0,916 (0,072 — доля аварий с неизвестной толщиной стенки). Аналогичное соотношение может быть использовано и при назначении коэффициента снижения частоты. Однако поскольку не известно соотношение длин всех наблюдаемых МН с толщиной стенки до 10 мм и свыше 10 мм к общей экспозиции, представляется правильным назначить коэффициент несколько больший (в 2 раза), чем указанное выше соотношение, что позволит скомпенсировать возможную разницу в экспозиции в зависимости от толщины стенки МН.

С учетом вышеизложенного, коэффициент снижения частоты аварийной разгерметизации в зависимости от толщины стенки ( $k_{тс}$ ) МН с толщиной стенки более 10 мм может быть принят равным 0,022. Для МН с толщиной стенки менее 10 мм коэффициент снижения частоты принимается равным 1\*.

Необходимо учесть также и тот факт, что с увеличением диаметра трубы в большинстве случаев увеличивается и толщина стенки. Следовательно, для исключения "двойного учета" факторов влияния, можно использовать коэффициент, учитывающий влияние толщины стенки трубы только

\* Поскольку более 92 % аварий, с учетом которых рассчитывалась базовая частота аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, произошли на МН с толщиной стенки менее 10 мм, представляется правильным не делать корректировку частоты для таких трубопроводов, поэтому  $k_{тс} = 1$ .

при расчетах для одного и того же диаметра трубопровода. В таком случае, консервативно можно предполагать, что частота аварийной разгерметизации по причине внешнего воздействия не зависит от диаметра трубопровода, и в расчетах применять только один коэффициент —  $k_{тс}$ .

Данные PHMSA [2, 6] не дают возможности определить отдельно экспозицию МН по глубине залегания. Кроме того, сведения о глубине залегания при описании аварий в базе данных имеются только за периоды 1984—1985 гг. и 2002—2011 гг. [2, 4]. Поэтому проведение достоверного анализа зависимости частоты повреждений по причине внешнего воздействия от глубины залегания МН невозможно, соответствующие коэффициенты не могут быть назначены.

Можно предположить, что на участках *переходов, выполненных методом ННБ*, из-за большой глубины залегания МН полностью исключен вклад от внешнего воздействия, поправочный коэффициент равен 0, тогда как на других участках коэффициент равен 1 [1].

Причина повреждения трубопроводов на *переходах через автодороги, железные дороги, подземные коммуникации* заключается в возможности внешнего воздействия третьих лиц на МН (например, в случае использования тяжелой строительной или землеройной техники без согласования с компанией-оператором МН). Данных PHMSA [2, 4, 6] для проведения достоверного анализа зависимости частоты аварийной разгерметизации по причине внешнего воздействия от пересечения трассой МН указанных выше объектов не достаточно.

Тем не менее, в работах [7, 8] отмечено, что интенсивности частоты повреждений МН в городской и сельской местностях различаются. Это представляется логичным, так как в городских условиях чаще проводятся работы по вскрытию земляного покрова и дорожного полотна, а подземные коммуникации расположены достаточно плотно. Следовательно, здесь выше вероятность повреждения трубопровода внешним воздействием. Для расчета частоты повреждения МН в работе [8] ре-

комендуется базовую частоту умножать на коэффициент 5 в условиях городской местности, тогда как для сельской местности — коэффициент 0,8. Данные значения коэффициентов были получены на основании европейской статистики CONCAWE (за период 1971—1996 гг.). Учитывая, что в России МН, как правило, не проходят непосредственно через населенные пункты, кроме того, нефтепроводные системы значительно протяженнее, и они могут пересекать очень большое количество дорог различного типа, принимаем для участков МН с переходами через автодороги, железные дороги и подземные коммуникации частоту аварийной разгерметизации, вызванную внешним воздействием, в 2 раза превышающей частоту, вызванную этой же причиной на соседнем с переходом участке. При этом расчетную протяженность перехода через категоризованные автомобильные и железные дороги рекомендуется принять равной длине участка по 25 м в обе стороны от крайних элементов дороги. Расчетная длина перехода через некатегоризованные автомобильные дороги может быть принята равной 20 м, а расчетная длина перехода через подземные коммуникации — 5 м [1].

#### *Расчет частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия*

Частота аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, рассчитывается по формуле:

$$f_{\text{ВВ}} = f_{\text{БВВ}} \cdot f_{\text{ДТ}} \cdot k_{\text{ННБ}} \cdot k_{\text{П}}, \quad (4)$$

где  $f_{\text{ВВ}}$  — частота аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, 1/1000 км в год;  $f_{\text{БВВ}}$  — базовая частота разгерметизации МН по причине внешнего воздействия (см. табл. 2 или 3), 1/1000 км в год;  $k_{\text{ДТ}}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, учитывающий влияние диаметра МН (см. табл. 6);  $k_{\text{ННБ}}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, учитывающий способ прокладки МН:  $k_{\text{ННБ}} = 0$ , если участки переходов МН выполнены методом ННБ;  $k_{\text{ННБ}} = 1$  — для других участков МН;  $k_{\text{П}}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, учитывающий влияние переходов через автодороги, железные дороги, подземные коммуникации МН:  $k_{\text{П}} = 2$ , если участок МН пересекает автодороги, железные дороги, подземные коммуникации;  $k_{\text{П}} = 1$  — для других участков МН.

Для расчета частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия для трубопровода одного и того же диаметра с разной толщиной стенки (т. е. классом безопасности) может быть использована следующая формула:

$$f_{\text{ВВ}} = f_{\text{БВВ}} \cdot k_{\text{ТС}} \cdot k_{\text{ННБ}} \cdot k_{\text{П}}, \quad (5)$$

где  $k_{\text{ТС}}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия, учитывающий влияние толщины стенки МН:  $k_{\text{ТС}} = 0,022$  при толщине стенки МН более 10 мм;  $k_{\text{ТС}} = 1$  при толщине стенки МН менее или равной 10 мм.

#### **2.5. Причина разгерметизации: брак**

Как следует из табл. 1, относительная доля аварий, причиной которых стал брак, составляет 14,47 %, а частота аварийной разгерметизации за период 1984—2011 гг. равна 0,095 случаев на 1000 км в год.

Имеющиеся данные [2, 4, 6] не позволили выявить четкую зависимость аварийности по причине брака от года строительства. Поэтому в расчетах частота аварийной разгерметизации МН по причине брака принимается равной среднестатистической (см. табл. 2 или 3).

#### **2.6. Причина разгерметизации: коррозия**

Согласно данным PHMSA [2, 4], коррозия является основной причиной аварий, связанных с утечкой нефти. Как следует из табл. 1, частота аварийной разгерметизации за период 1984—2011 гг. составляет 0,28 случаев на 1000 км в год. Известно, что из всех случаев аварий по причине коррозии 60 % из них произошли по причине внешней коррозии, 39 % — по причине внутренней коррозии, в 1 % случаев аварийной разгерметизации МН тип коррозии остался не известным или не указанным.

Коррозионные повреждения в основном характерны для тонкостенных трубопроводов (толщина стенки менее 10 мм), как это показано в табл. 8. Здесь представлены данные о распределении числа аварий по причине коррозии в зависимости от толщины стенки, поскольку не представляется возможным определить экспозицию МН в зависимости от толщины стенки.

*Толщина стенки* трубопроводов, безусловно, не оказывает никакого влияния на наличие/отсутствие коррозии, а также на скорость ее протекания. Однако очевидно, что чем меньше эта величина, тем меньше время развития коррозионного процесса, который в итоге приведет к аварийной разгерметизации МН, поэтому на более толстостенных МН коррозию легче своевременно обнаружить при выполнении регулярной внутритрубной диагностики. Согласно табл. 8 очевидно, что на МН с толщиной стенки более 10 мм аварии по причине коррозии практически не происходят.

Таблица 8

**Число аварий по причине коррозии в зависимости от толщины стенки трубы (1984—2011 гг.)**

| Толщина стенки трубы, мм         | 0...5 | 5...10 | 10...15 | 15...20 |
|----------------------------------|-------|--------|---------|---------|
| Число аварий по причине коррозии | 84    | 428    | 3       | 1       |

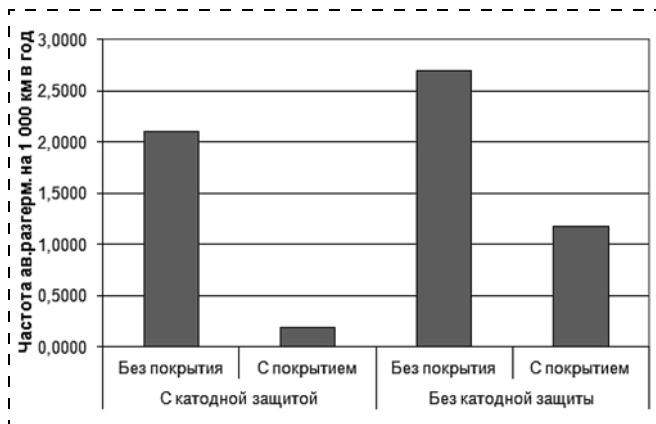


Рис. 3. Влияние защитных мер на частоту аварийной разгерметизации по причине коррозии (1984–2011 гг.)

Доля аварий по причине коррозии на МН с толщиной стенки более 10 мм от общего количества (541 авария) [2, табл. 13] составляет 0,009, тогда как на МН с толщиной стенки менее 10 мм — 0,946 (0,046 — доля аварий с неизвестной толщиной стенки МН).

С учетом допущений, указанных при назначении аналогичного коэффициента снижения частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия (см. раздел 2.4), соответствующий коэффициент ( $k_{TC}$ ) для МН с толщиной стенки более 10 мм может быть принят равным 0,018, для МН с толщиной стенки менее 10 мм — 1\*.

Операторами МН предпринимаются различные защитные меры по защите от коррозии. Эти меры, например, заключаются в использовании катодной защиты и специальных антикоррозионных покрытий трубопроводов (рис. 3). Большое значение имеет внутритрубная диагностика. Данные РНМСА [4] подтверждают эффективность этих мер (см. рис. 3).

Как видно из рисунка, наиболее эффективна катодная защита в сочетании с использованием защитного антикоррозионного покрытия. Такое сочетание защитных мер дает снижение частоты аварийной разгерметизации МН по причине коррозии по сравнению со среднестатистической частотой (см. табл. 1), которое может быть учтено коэффициентом 0,7 (отношение частот 0,19 1/1000 км в год и 0,28 1/1000 км в год). Частота аварийной разгерметизации МН увеличивается по сравнению со среднестатистической частотой в 7,5 раз (отношение частот 2,1 1/1000 км в год и 0,28 1/1000 км в год),

\* Поскольку более 94 % аварий, с учетом которых рассчитывалась базовая частота аварийной разгерметизации МН по причине коррозии, произошли на МН с толщиной стенки менее 10 мм, представляется правильным не делать корректировку частоты для таких трубопроводов, поэтому  $k_{TC} = 1$ .

если использовать только катодную защиту без защитного покрытия трубопровода. Частота аварийной разгерметизации МН увеличивается по сравнению со среднестатистической частотой в 9,6 раза (отношение частот 2,7 1/1000 км в год и 0,28 1/1000 км в год), если не использовать вообще никаких защитных мероприятий. Наличие только антикоррозионного защитного покрытия на МН без использования катодной защиты увеличивает частоту аварийной разгерметизации по сравнению со среднестатистической частотой в 4,2 раза (отношение частот 1,17 1/1000 км в год и 0,28 1/1000 км в год).

Имеющиеся данные не позволяют определить зависимость аварийности МН по причине коррозии от срока ввода в эксплуатацию, что делает невозможным назначение соответствующего поправочного коэффициента для расчета частоты аварийной разгерметизации МН по причине коррозии. Консервативно можно предположить, что частота аварийной разгерметизации по причине коррозии во все не зависит от срока ввода МН в эксплуатацию, поскольку предполагается, что уменьшение влияния коррозии вызвано не самим фактом "периода ввода в эксплуатацию", а теми защитными мерами (качество покрытия труб, использование средств внутритрубной диагностики и т. д.), которые стали применяться на современных МН. Таким образом, исключается эффект так называемого двойного учета влияния на аварийность, вызванную коррозией, от корреляции факторов: срок ввода в эксплуатацию/защитные меры [1].

#### Расчет частоты аварийной разгерметизации МН по причине коррозии

Частота аварийной разгерметизации МН по причине коррозии рассчитывается по формуле:

$$f_K = f_{BK} \cdot k_{TC} \cdot k_{3M}, \quad (6)$$

где  $f_K$  — частота аварийной разгерметизации МН по причине коррозии, 1/1000 км в год;  $f_{BK}$  — базовая частота аварийной разгерметизации МН по причине коррозии (см. табл. 2 или 3), 1/1000 км в год;  $k_{TC}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине коррозии, учитывающий толщину стенки МН:  $k_{TC} = 0,018$  при толщине стенки МН более 10 мм;  $k_{TC} = 1$  при толщине стенки МН менее или равной 10 мм;  $k_{3M}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине коррозии, учитывающий использование мер противокоррозионной защиты:  $k_{3M} = 0,7$  — катодная защита в сочетании с защитным покрытием;  $k_{3M} = 7,5$  — катодная защита без защитного покрытия;  $k_{3M} = 4,2$  — защитное покрытие при отсутствии катодной защиты;  $k_{3M} = 9,6$  — отсутствие катодной защиты и защитного покрытия.

## 2.7. Причина разгерметизации: природное воздействие

Как следует из данных PHMSA [2, 4], частота аварийной разгерметизации МН по причине природного воздействия за период 1984—2011 гг. составляет 0,027 случаев на 1000 км в год (см. табл. 1). При этом известно, что непосредственными причинами аварий были: землетрясения — 22,6 %; оседание грунта — 22,6 %; размывы, затопления — 17 %; оползни — 1,9 %; Прочие и неизвестные — 35,8 %.

На природные воздействия следует обращать особое внимание в районах с неустойчивой земной поверхностью, т. е. в районах, подверженных наводнениям, оползням, землетрясениям и ураганам [1].

Решающее влияние на частоту аварийной разгерметизации по причине природного воздействия оказывает специфика местности, по которой проходит трасса трубопроводов. Поэтому при определении частоты аварийной разгерметизации МН, вызванной движением грунта, целесообразно учитывать факторы, предложенные для МГ [1]: общая сейсмичность; активные тектонические разломы; участки разжижения грунта; оползневые и селевые участки; болота и заболоченные участки; переходы через водные преграды.

Анализ основных геопасностей по трассе МН аналогичен анализу МГ [1], поскольку влияние природных воздействий на трассу магистрального трубопровода мало зависит от транспортируемого продукта.

Для того чтобы избежать двойного учета, при расчете ожидаемой частоты аварий от одних и тех же причин, вызвавших смещение грунта, в фоновой аварийности следует оставить лишь те причины, которые не могут быть явным образом учтены при анализе специфических геопасностей, характерных для трассы. Таким образом, в качестве *фоновой частоты аварий, вызванных природными воздействиями*, будет учитываться только аварийность от прочих и неизвестных причин, составляющих, в соответствии с данными PHMSA, 35,8 % от общей частоты аварийной разгерметизации по причине природного воздействия (см. табл. 2 или 3).

Уровень фоновой аварийности зависит от параметров МН, в частности, от диаметра трубопровода и толщины стенки трубы.

Имеющиеся данные PHMSA не позволили выявить четкой математической зависимости частоты повреждений МН по причине природного воздействия от *диаметра трубопровода*.

Очевидно, что чем больше *толщина стенки*, тем лучше защищенность трубы от любого механического повреждения, в том числе, возникшего в результате природного воздействия (движения грунта), что и подтверждают данные табл. 9.

Доля аварий на МН с толщиной стенки более 10 мм от общего количества (52 аварии) [2, табл. 13]

Таблица 9

Число аварий по причине природного воздействия в зависимости от толщины стенки трубы (1984-2011 гг.)

| Толщина стенки трубы, мм                       | 0...5 | 5...10 | 10...15 | >15 |
|--|-------|--------|---------|-----|
| Число аварий по причине природного воздействия | 0     | 42     | 3       | 0   |

составляет 0,06, тогда как на МН с толщиной стенки менее 10 мм — 0,81. Доля аварий с неизвестной толщиной стенки МН — 0,135.

С учетом допущений, указанных при назначении аналогичного коэффициента снижения частоты аварийной разгерметизации МН по причине внешнего воздействия (см. раздел 2.4), соответствующий коэффициент снижения фоновой частоты аварийной разгерметизации МН ( $k_{TC}$ ) с толщиной стенки более 10 мм может быть принят равным 0,12, для МН с толщиной стенки менее 10 мм — 1\*.

Если трасса МН относится к сейсмически активной зоне, то в расчетах также необходимо учитывать *влияние общей сейсмичности на частоту аварий, вызванных природным воздействием*. Все сооружения трубопроводов проектируются с учетом вероятных землетрясений с максимальным ускорением грунта для проектного землетрясения (ПЗ) и максимально расчетного землетрясения (МРЗ) [9]. При этом трубопроводы рассчитываются таким образом, чтобы исключить возможность разгерметизации при любых землетрясениях уровня МРЗ. Значение максимального ускорения грунта (МУГ, в английской литературе применяется термин — PGA), соответствующее максимально расчетному землетрясению для каждого региона/района прохождения трассы трубопровода может быть определено при проведении отдельного исследования по оценке сейсмической опасности данного региона/района. В работе [1] было сделано предположение, что землетрясение с МУГ, превышающим в 2 раза значение МУГ, характерное для данного региона/района прохождения трассы трубопровода, способно разрушить трубопровод. Например, в рамках проекта "Сахалин-II" был проведен целый комплекс научно-исследовательских работ по оценке сейсмической опасности районов прохождения транссахалинской трубопроводной системы, в результате которого было установлено, что в условиях южной части острова Сахалин МУГ не превышает значение 0,73g. Поэтому в работе [1] было отмечено, что землетрясение с МУГ, равным 1,4g, способно разрушить МГ. Также на основе данных процедуры вероятностного анализа сейсмической опасности (PSHA) было установлено, что уровню

\* Поскольку более 80 % аварий, с учетом которых рассчитывалась базовая частота аварийной разгерметизации МН по причине природного воздействия, произошли на МН с толщиной стенки менее 10 мм, представляется правильным для них не делать корректировку частоты, поэтому  $k_{TC} = 1$ .



0,73g МУГ в разных точках трассы трубопроводов соответствует землетрясение с периодом повторяемости от 10 000 лет и более. Предполагается также, что при таком землетрясении будет иметь место разрушение трубопровода в одном месте в расчете на 10 км трассы (т. е. на участке порядка нескольких длин сейсмических волн). Тогда оценка частоты разрушений трубопроводов, в результате запроектных (экстремально высоких) сейсмических нагрузок, производится расчетом вероятности превышения МУГ в данной точке уровня 1,4g при условии одного разрушения на 10 км трассы при таком землетрясении [1]:

$$f_{\text{св}} = 1/\{T(1,4g)10\}, \quad (7)$$

где  $f_{\text{св}}$  — частота повреждений трубопроводов (нормального класса безопасности), вызванная запроектным сейсмическим воздействием, 1/км в год;  $T(1,4g)$  — частота повторяемости землетрясения, характеризующегося превышением МУГ уровня 1,4g (для о. Сахалин  $T = 50\,000$ ).

Формула (7) может быть представлена в общем виде:

$$f_{\text{св}} = 1/\{T(2PGA)10\}, \quad (8)$$

где  $T(2PGA)$  — частота повторяемости землетрясения, характеризующегося превышением в 2 раза уровня МУГ, характерного для рассматриваемого региона/района прохождения трассы трубопровода.

В работе [1] отмечена необходимость учета в расчетах зависимости частоты аварий, вызванных сейсмическим движением грунта, от класса безопасности трубопровода (толщина стенки). При этом по данным PHMSA [2, 4] также невозможно выявить четкую математическую зависимость частоты аварий, вызываемых сейсмическим воздействием, от класса безопасности МН. Можно предположить, что зависимость частоты повреждения МН от толщины стенки в случае сейсмического воздействия имеет такую же функциональную зависимость, как и в случае внешнего воздействия [1], так как и в том и в другом случае имеет место кратковременная внешняя силовая нагрузка. Поэтому для возможности учета класса безопасности трубопровода предлагается значение частоты аварийной разгерметизации трубопроводов в результате (запроектных) сейсмических нагрузок (см. выше) умножать на такой же поправочный коэффициент ( $k_{\text{ТС}}$ ), как и при расчете частоты аварийной разгерметизации МН от внешнего воздействия (см. раздел 2.4), который для трубопроводов с толщиной стенки более 10 мм может быть принят равным 0,022. Для МН с толщиной стенки менее 10 мм коэффициент снижения частоты принимается равным 1 (см. раздел 2.4).

В проекте современного МН для каждого перехода через активный тектонический разлом должны быть предусмотрены специальные технические меры, учитывающие характеристики конкретного разлома, поэтому можно считать, что любые движения

грунта на разломе, вызванные землетрясением уровня МРЗ, не приводят к разрушению трубопровода.

Тем не менее на основе специально проведенных исследований по оценке сейсмической опасности региона/района размещения трассы трубопровода возможно установить значение периода повторяемости землетрясения, приводящего к повреждению МН на участке тектонического разлома. Например, в работе [1] были приняты во внимание экспертные оценки периода повторяемости землетрясения, приводящего к повреждению МГ на участке тектонического разлома в условиях южного Сахалина. Было показано, что с использованием консервативных методов в наихудшем случае повторяемость такого землетрясения составит не менее 30 000 лет. Таким образом, частота разрушения МГ на активном тектоническом разломе была принята равной базовой —  $3,3 \cdot 10^{-5}$  1/км в год.

Расчетная протяженность участка пересечения активного тектонического разлома принимается равной размеру зоны неопределенности разлома.

На участках трассы МН, где возможны оползни и сели, должны быть предусмотрены проектные инженерно-технические решения, которые обеспечивают его герметичность при обычных условиях эксплуатации.

Принимая во внимание данные работы [1], для МН также принимаем частоту аварийной разгерметизации, вызванную оползнями и селями ( $f_{\text{О}}$ ), равной 10 % от частоты аварийной разгерметизации, вызванной сейсмическим воздействием ( $f_{\text{св}}$ ) на данном участке трассы. Поскольку нельзя исключить, что сильное землетрясение может вызвать на данных участках оползневые и селевые смещения грунта с большей интенсивностью воздействия на МН, чем предусмотрено в проекте, и это может вызвать повреждения трубопровода, т. е. в данном случае предполагается механизм сейсмически-активированного движения грунта, вызывающего вторичные опасные процессы (оползни, сели), приводящие к авариям на МН.

В проектах МН для участков с возможным сейсмическим разжижением грунтов должны быть разработаны специальные инженерно-технические решения, обеспечивающие его герметичность при обычных условиях эксплуатации. Поэтому для подобных событий должна быть определена частота аварийной разгерметизации МН, вызванная сейсмическим разжижением грунтов ( $f_{\text{РГ}}$ ). Для МН этот показатель может быть принят равным 10 % от частоты аварийной разгерметизации, вызванной сейсмическим воздействием  $f_{\text{св}}$  на данном участке трассы [1].

Не представляется возможным на основе данных PHMSA [4] оценить частоту аварий, происходящих на речных переходах. Кроме того, даже отчеты группы CONCAWE [7] не содержат соответствующей информации об изменении интенсивности аварий при пересечении трассой МН водных преград.

В этом случае можно воспользоваться данными, приведенными для МГ в работе [1], в соответствии с которыми частота аварийной разгерметизации МН на переходах через водные преграды  $f_{ВП}$ , вызванная движением грунта (в результате размыва), принимается в 5 раз выше фоновой частоты ( $f_{Ф}$ ) (за исключением переходов, выполненных методом ННБ). Длина участка перехода через водную преграду может быть консервативно принята равной ширине профиля предельного размыва водотока за 30-летний период.

*Частота аварийной разгерметизации МН, вызванная движением грунта на переходах через болота и заболоченные участки ( $f_{ЗУ}$ ), в соответствии с работой [1] принимается в 2 раза выше фоновой частоты ( $f_{Ф}$ ). Длина участка перехода через заболоченный участок принимается равной соответствующему размеру пересекаемого заболоченного участка.*

Отметим, что на переходах, выполненных методом ННБ, вследствие большой глубины залегания МН, при расчете частоты аварийной разгерметизации МН, вызванной движением грунта из-за природных явлений, не учитывается влияние переходов через водные преграды, болота, разжижение грунта, оползней и селей.

#### *Расчет частоты аварийной разгерметизации МН по причине природного воздействия*

Частота аварийной разгерметизации МН, вызванная природным воздействием (движением грунта), рассчитывается по формуле:

$$f_{ПВ} = f_{Ф} + f_{СВ} + f_{Т} + f_{О} + f_{РГ} + f_{ВП} + f_{ЗУ}, \quad (9)$$

где  $f_{Ф}$  — фоновая частота аварийной разгерметизации МН, вызываемая не учитываемыми выше геологическими опасностями трассы МН, определяемая с учетом класса безопасности трубопровода:  $k_{ТС} = 0,12$  при толщине стенки МН более 10 мм;  $k_{ТС} = 1$  при толщине стенки МН менее или равной 10 мм, 1/км в год;  $f_{СВ}$  — частота аварийной разгерметизации МН по причине сейсмического воздействия, определяемая с учетом класса безопасности трубопровода:  $k_{ТС} = 0,022$  при толщине стенки МН более 10 мм;  $k_{ТС} = 1$  при толщине стенки МН менее или равной 10 мм, 1/км в год;  $f_{Т}$  — частота аварийной разгерметизации, обусловленная повреждениями МН на активных тектонических разломах, 1/км в год;  $f_{О}$  — частота аварийной разгерметизации МН, вызванная оползнями и селями, 1/км в год;  $f_{РГ}$  — частота аварийной разгерметизации МН, вызванная сейсмическим разжижением грунтов, 1/км в год;  $f_{ВП}$  — частота аварийной разгерметизации, вызванная движением грунта на переходах МН через водные преграды, 1/км в год;  $f_{ЗУ}$  — частота аварийной разгерметизации МН на переходах через заболоченные участки, 1/км в год.

Количество слагаемых в формуле (9) изменяется в зависимости от наличия той или иной геопасности на анализируемом участке МН.

#### **2.8. Причина разгерметизации: ошибки эксплуатации**

Как следует из табл. 1, частота аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации за период 1984—2011 гг. составляет 0,011 случаев на 1000 км в год.

Согласно данным PHMSA [2, 4], вызванные "человеческой ошибкой" происшествия в основном наблюдаются на МН диаметром до 34 дюймов, что показано на рис. 4.

Зависимость частоты аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации от диаметра трубопровода может быть описана следующим регрессионным соотношением:

$$f_{ОЭ} = -0,023 \ln(D) + 0,0792. \quad (10)$$

В табл. 10 представлены результаты расчета коэффициентов снижения частоты аварийной разгерметизации для МН различного диаметра с учетом зависимости (10).

#### *Расчет частоты аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации*

Частота аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации рассчитывается по формуле:

$$f_{ОЭ} = f_{БОЭ} k_{ДТ}, \quad (11)$$

где  $f_{ОЭ}$  — частота аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации, 1/1000 км в год;  $f_{БОЭ}$  — базовая частота разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации согласно табл. 2 или 3, 1/1000 км в год;  $k_{ДТ}$  — поправочный коэффициент частоты аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации, учитывающий влияние диаметра МН (см. табл. 10).

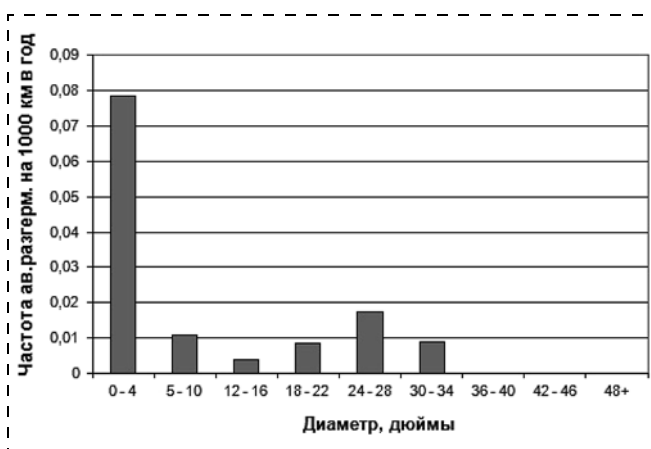


Рис. 4. Влияние диаметра трубопровода на частоту аварийной разгерметизации по причине ошибок эксплуатации (1984—2011 гг.)



**Коэффициенты снижения частоты аварийной разгерметизации МН по причине ошибок эксплуатации в зависимости от диаметра трубопровода**

| Диаметр, дюймы | Среднестатистическая частота аварийной разгерметизации, 1/1000 км в год | Частота аварийной разгерметизации по зависимости (10), 1/1000 км в год | $k_{дт}$ |
|----------------|---|--|----------|
| 30             | 0,0114  | 0,0010   | 0,085    |
| 20             |   | 0,0103   | 0,904    |
| 14             |   | 0,0185   | 1,624    |
| 8              |   | 0,0314   | 2,753    |
| 4              |   | 0,0473   | 4,152    |

### 2.9. Причина разгерметизации: прочие и неизвестные причины

В течение 1984—2011 гг. были зарегистрированы в базе данных PHMSA [2, 4] 110 аварий, возникших в результате причины, отличной от принятой классификации, что составляет частоту аварийной разгерметизации МН, равную 0,056 случаев на 1000 км в год (см. табл. 1).

В расчетах частота аварийной разгерметизации МН по причине прочих и неизвестных причин принимается постоянной и равной базовой согласно табл. 2 или 3.

### 3. Пример расчета частоты аварийной разгерметизации МН

В качестве примера представим результаты расчета по предлагаемой выше методике для некоторых участков нового МН, введенного в строй в составе одного из нефтегазовых проектов на о. Сахалин.

Местность, по которой проходит трасса МН, отличается высокой сейсмичностью района, наличием активных тектонических разломов, большим количеством водотоков, болот и заболоченных участков, участков с опасными геологическими процессами, наличием инженерных сооружений и коммуникаций. Для обеспечения надлежащего уровня безопасности в соответствии с лучшей мировой практикой в проекте был предусмотрен широкий перечень мер для снижения уровня риска от аварий на МН.

На особо уязвимых участках трассы МН проектом было предусмотрено и реализовано применение труб различного класса безопасности, которые характеризуются толщиной стенки трубопровода. Толщины стенок рассматриваемого участка МН диаметром 24 дюйма (610 мм) в зависимости от класса безопасности составляют: 9,5 мм — нормальный; 11,4 мм — средний; 13,7 мм — высокий; 19,1 мм — сейсмический.

Электрохимическая защита МН предусматривает постоянную катодную защиту с использованием нескольких станций катодной защиты, установленных вдоль трассы. Защита кожухов при переходах через

автомобильные и железные дороги осуществляется протяженными магниевыми анодами.

Магистральный нефтепровод имеет трехслойное заводское полиэтиленовое противокоррозионное покрытие, минимальная толщина которого составляет 3,2 мм.

Минимальное заглубление МН принято равным 1 м до верхней образующей. На переходах через железные дороги и категорированные автомобильные дороги МН прокладывается в защитных футлярах (кожухах) из стальных труб. На переходах через активные тектонические разломы были предусмотрены специальные проектные решения, которые обеспечивают герметичность МН при максимальном расчетном сейсмическом событии (например, толстостенные трубы, оптимальный угол пересечения разлома и т. д.). Был предусмотрен также широкий перечень специальных проектных решений на переходах через участки развития склоновых процессов, а также по сейсмологическому и геодезическому мониторингу трассы МН в ходе эксплуатации.

В табл. 11 представлены результаты расчета ожидаемой частоты аварийной разгерметизации МН 24 дюйма для одного из наиболее сложных участков, на котором имеется активный тектонический разлом (на участке 492,134), участки разжижения грунтов (на участке 501,415 длиной 200 м), оползни (на участке 501,962 длиной 400 м), переходы через болота, водотоки, дороги (некатегорированные на участках 495,800; 499,574; 504,391; 504,802) и подземные коммуникации. Каждая строка таблицы представляет собой отрезок трассы МН, выполненный трубопроводом определенного класса безопасности. Начало каждого отрезка (километровая отметка трассы) показана в крайней левой колонке таблицы. В следующих колонках перечислена протяженность (в м) на данном отрезке участков болот и водотоков, классы безопасности трубопроводов.





Таблица 11

## Результаты расчета ожидаемой частоты аварийной разгерметизации МН 24 дюйма (610 мм)

| Начало участка, км | Водные преграды, м |       | Класс безопасности МН, м |         |         |              | Частота аварийной разгерметизации, 1/км в год |               |
|--------------------|--------------------|-------|--------------------------|---------|---------|--------------|---|---------------|
|                    | Болота             | Реки  | Нормальный               | Средний | Высокий | Сейсмический | Утечки  | Полный разрыв |
| 492,000            | —                  | —     | 123,02                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 492,122            | —                  | —     | —                        | 11,30   | —       | —            | 2,66E-04                                      | 3,54E-05      |
| 492,134            | —                  | —     | —                        | —       | 126,1   | —            | 4,27E-04                                      | 5,69E-05      |
| 492,259            | —                  | 23,6  | —                        | 158,2   | —       | —            | 2,67E-04                                      | 3,56E-05      |
| 492,413            | —                  | —     | 62,91                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 492,476            | —                  | —     | 517,67                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 492,993            | —                  | —     | 6,56                     | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 493,000            | —                  | —     | 147,86                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 493,146            | —                  | 23,5  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,59E-05      |
| 493,202            | 390                | 20,3  | 798,42                   | —       | —       | —            | 6,99E-04                                      | 9,32E-05      |
| 493,996            | —                  | 21,5  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,58E-05      |
| 494,053            | —                  | —     | 133,98                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 494,188            | —                  | 20,5  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,58E-05      |
| 494,242            | —                  | —     | 57,88                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 494,300            | 166                | 20,3  | 166,5                    | —       | —       | —            | 7,21E-04                                      | 9,61E-05      |
| 494,466            | 56                 | 20,8  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,72E-04                                      | 3,63E-05      |
| 494,522            | —                  | 20,3  | 1005,2                   | —       | —       | —            | 6,84E-04                                      | 9,12E-05      |
| 495,526            | —                  | —     | 61,07                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 495,587            | —                  | 26,35 | —                        | 135,6   | —       | —            | 2,67E-04                                      | 3,56E-05      |
| 495,722            | —                  | —     | 77,88                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 495,800            | —                  | —     | 528,22                   | —       | —       | —            | 6,87E-04                                      | 9,16E-05      |
| 496,325            | —                  | —     | —                        | 33,9    | —       | —            | 2,66E-04                                      | 3,54E-05      |
| 496,359            | —                  | —     | 571,7                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 496,929            | 166                | 21,8  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,79E-04                                      | 3,72E-05      |
| 496,986            | 314                | —     | 314,28                   | —       | —       | —            | 7,12E-04                                      | 9,49E-05      |
| 497,300            | 200                | —     | 502,26                   | —       | —       | —            | 6,94E-04                                      | 9,26E-05      |
| 497,800            | —                  | —     | 59,43                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 497,859            | —                  | 47,8  | —                        | 124,3   | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,58E-05      |
| 497,984            | —                  | —     | 118,63                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 498,100            | —                  | —     | 432,73                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 498,531            | —                  | 20,9  | —                        | 67,8    | —       | —            | 2,68E-04                                      | 3,58E-05      |
| 498,599            | —                  | —     | 201,97                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 498,800            | —                  | 20,3  | 652,65                   | —       | —       | —            | 6,85E-04                                      | 9,13E-05      |
| 499,450            | —                  | —     | 45,19                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 499,495            | —                  | 25,2  | —                        | 79,1    | —       | —            | 2,68E-04                                      | 3,58E-05      |
| 499,574            | —                  | —     | 125,9                    | —       | —       | —            | 7,01E-04                                      | 9,34E-05      |
| 499,700            | 60                 | 20,3  | 471,53                   | —       | —       | —            | 6,90E-04                                      | 9,19E-05      |
| 500,171            | —                  | —     | —                        | 129     | —       | —            | 2,66E-04                                      | 3,54E-05      |
| 500,300            | —                  | —     | —                        | 395,6   | —       | —            | 2,66E-04                                      | 3,54E-05      |
| 500,696            | —                  | —     | 57,56                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 500,753            | —                  | 20,9  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,58E-05      |



Продолжение табл. 11

| Начало участка, км | Водные преграды, м |       | Класс безопасности МН, м |         |         |              | Частота аварийной разгерметизации, 1/км в год |               |
|--------------------|--------------------|-------|--------------------------|---------|---------|--------------|---|---------------|
|                    | Болота             | Реки  | Нормальный               | Средний | Высокий | Сейсмический | Утечки  | Полный разрыв |
| 500,810            | —                  | 20,3  | 305,49                   | —       | —       | —            | 6,88E-04                                      | 9,16E-05      |
| 501,115            | —                  | —     | 50,15                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 501,165            | —                  | 26,7  | —                        | 79,1    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,58E-05      |
| 501,244            | —                  | —     | 171,4                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 501,415            | —                  | —     | 385,11                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 501,800            | —                  | 20,3  | 107,43                   | —       | —       | —            | 6,97E-04                                      | 9,28E-05      |
| 501,906            | —                  | 41,66 | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,72E-04                                      | 3,63E-05      |
| 501,962            | —                  | —     | 690,27                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 502,650            | —                  | —     | 60                       | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 502,710            | —                  | 22,5  | —                        | 90,4    | —       | —            | 2,68E-04                                      | 3,57E-05      |
| 502,800            | —                  | —     | —                        | 15      | —       | —            | 2,66E-04                                      | 3,54E-05      |
| 502,815            | —                  | —     | 60                       | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 502,875            | —                  | —     | —                        | 90,4    | —       | —            | 2,66E-04                                      | 3,54E-05      |
| 502,965            | —                  | —     | 35                       | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 503,000            | —                  | 20,3  | 610,43                   | —       | —       | —            | 6,85E-04                                      | 9,13E-05      |
| 503,700            | —                  | —     | 440,61                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 504,138            | —                  | 21,6  | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,58E-05      |
| 504,195            | —                  | —     | 204,43                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 504,391            | —                  | —     | —                        | 33,9    | —       | —            | 2,67E-04                                      | 3,56E-05      |
| 504,425            | —                  | —     | 274,72                   | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 504,700            | —                  | —     | 45,53                    | —       | —       | —            | 6,83E-04                                      | 9,10E-05      |
| 504,746            | —                  | 23    | —                        | 56,5    | —       | —            | 2,69E-04                                      | 3,59E-05      |
| 504,802            | —                  | —     | 201,02                   | —       | —       | —            | 6,94E-04                                      | 9,25E-05      |

В двух крайних справа колонках в табл. 1 приведены рассчитанные частоты аварийной разгерметизации для случаев разрыва МН на полное сечение и утечек (в расчете в качестве базовых частот принимались частоты, представленные в табл. 3 (см. раздел 2.1)).

На рис. 5 эти же результаты представлены в графической форме. Видно, что ожидаемая частота утечек примерно на порядок превышает частоту полных разрывов МН. Вдоль трассы МН амплитуда изменения частоты аварийной разгерметизации достигает 3 раз. Вместе с тем, ожидаемая частота аварийной разгерметизации с полным разрывом МН (среднее значение — 0,071 1/1000 км в год) коррелирует с данными по России за период 2008—2012 гг. (средняя интенсивность аварий — 0,075...0,08 1/1000 км в год [10]).

Кроме того, на рис. 5 для сравнения представлены расчетные значения частот аварийной разгерметизации без учета изменения толщины стенки трубопровода в зависимости от участка МН. Наглядно показано, какое значительное воздействие на ожидаемые частоты аварийной разгермети-

зации МН дает внедрение специальных мероприятий обеспечения безопасности.

Как правило, при проектировании магистральных трубопроводов дополнительные мероприятия и степень их влияния на надежность (устойчивость к внешним воздействиям) трубопровода выбираются "с запасом", что дает в конечном итоге результирующие частоты аварийной разгерметизации на опасных участках зачастую даже меньше, чем на "обычных" участках трубопровода.

На рис. 6 представлены значения частот аварийной разгерметизации МН по причине природного воздействия с учетом толщины стенки трубопровода и без учета ее. Эти два графика демонстрируют влияние мер безопасности (толщина стенки трубопровода) на расчетные значения ожидаемой частоты аварийной разгерметизации МН. Однако несмотря на принятые меры безопасности, в месте пересечения трассой МН активного тектонического разлома (на рис. 6 ярко выраженный пик, где частоты двух графиков совпадают) ожидаемое значение частоты аварийной разгермети-

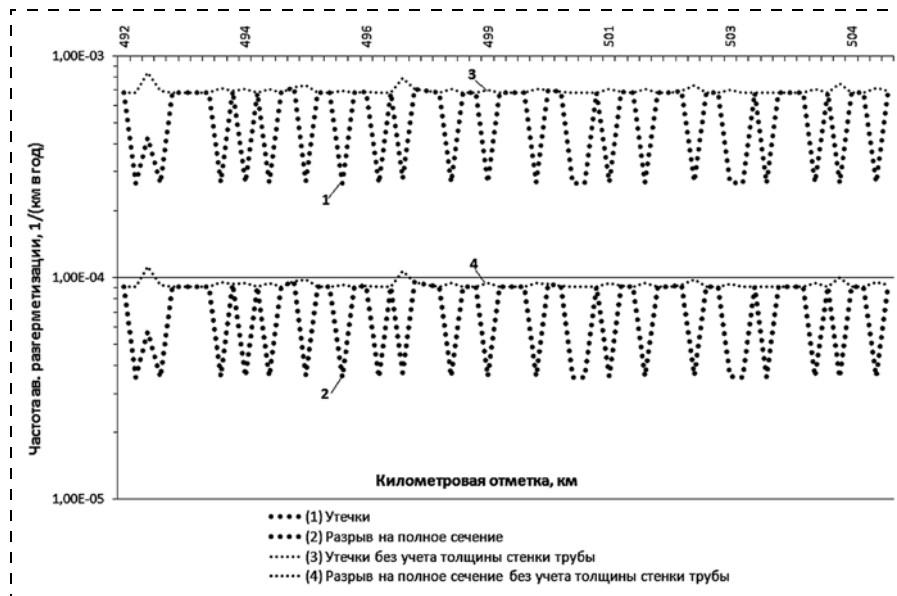


Рис. 5. Рассчитанная ожидаемая частота аварийной разгерметизации МН 24 дюйма (610 мм)

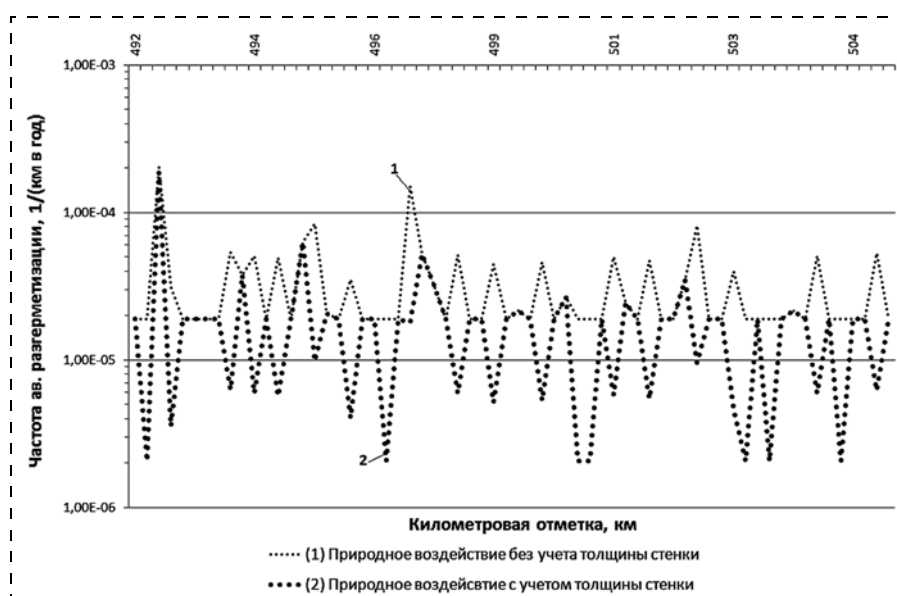


Рис. 6. Рассчитанная ожидаемая частота аварийной разгерметизации МН 24 дюйма (610 мм) по причине природного воздействия

тизации МН существенно более высокое, чем на соседних участках.

В целом рис. 5 и 6 демонстрируют "чувствительность" предлагаемой методики к предусмотренным проектом мерам обеспечения безопасности и разнообразию условий прохождения трассы МН.

### Заключение

В части 2 настоящей публикации изложена методика расчета ожидаемой частоты аварийной разгерметизации каждого участка МН с обоснованием используемых формул и рекомендуемых значе-

ний поправочных коэффициентов. Представлен пример расчета для одного из современных МН, результаты которого показывают "чувствительность" предлагаемой методики к предусмотренным мерам обеспечения безопасности и разнообразию условий прохождения трассы МН.

### Список литературы

1. Шавкин С. В., Черноплеков А. Н., Гостева А. В., Монахов Р. Е., Ляпин А. А. Расчет частоты аварийной разгерметизации для количественного анализа риска современных магистральных газопроводов // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 3. — Приложение. — С. 1—24.
2. Унковская А. В. Оценка частоты аварийной разгерметизации магистральных нефтепроводов (часть 1) // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 11. — С. 60—72.
3. Annual reports and accidents/incident data for hazardous liquids of Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) Department of Transportation (DOT) U. S. (<http://phmsa.dot.gov/pipeline>).
4. Данные об авариях / Distribution, Transmission and Liquid Accident and Incident Data [Электронный ресурс] // PHMSA. URL: <http://phmsa.dot.gov/portal/site/PHMSA/menuitem.ebdc7a8a7e39f2e55cf2031050248a0c/?vgnextoid=fdd2dfal22ald110VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnnextchannel=430fb649a2dcll0VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnnextfmt=print>. (Дата обращения: 07.08.2014).
5. Дополнение к Специальным техническим условиям проекта (СТУП) "Анализ риска опасных производственных объектов проекта "Сахалин-П" "Береговые газопроводы" (док. № 5600-C-90-04-S-1001-00). Москва, январь 2007.
6. Данные по трубопроводной системе / Distribution, Transmission and Liquid Annual Data [Электронный ресурс] // PHMSA. URL: <http://phmsa.dot.gov/portal/site/PHMSA/menuitem.ebdc7a8a7e39f2e55cf2031050248a0c/?vgnextoid=a872dfal22ald110VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnnextchannel=3430fb649a2dcll0VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnnextfmt=print>. (Дата обращения: 07.08.2014).
7. CONCAWE. Performance of European cross-country oil pipelines, Statistical summary of reported spillages in 2011 and since 1971, Report No. 3/13, CONCAWE, Brussels, April 2013.
8. ERM Group Inc., QRA Report Onshore Facilities. Sakhalin 1 Project, Phase I., Annex D, October 2002. — P. 19.
9. Свод правил СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП П-7—81\* / Минрегион России. — М., 2011.
10. Жулина С. А., Лисанов М. В., Савина А. В. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах // Безопасность труда в промышленности. — 2013. — № 1. — С. 50—55.



A. V. Unkovskaya, Head of Section, e-mail: anna.v.unkovskaya@gmail.com, Gazprom SPG Vladivostok (Vladivostok-LNG Project), Ltd.

## Assessment of Leak Frequency of Cross-Country Oil Pipelines (Part 2)

*Part 2 contains the procedure of calculation of accidental leak frequency of each section of cross-country oil pipeline, taking into account wide assortment of pipes used (diameter, pipe wall thickness); corrosion protection measures; geological, seismic and other conditions of pipeline route. The procedure was formulated basing on the analysis, processing and adaptation of incident database directed by Pipeline and Hazardous Materials Safety.*

*Administration (PHMSA) of the Department of Transportation of the USA (DOT) that is given in detail in the part 1 of the present publication. In order to assess the influence of above-mentioned parameters, the procedure contains recommendations for choosing coefficients adjusting basic frequency in calculations. The justification of a choice of calculating formulas and recommended values of coefficients are stated. The accidental leak frequency distributions of six incident causes are presented: external interference, corrosion, construction/material defect, ground movement, hot-tap made by error, others, — and in accordance with leak type. The publication also includes an example of accidental leak frequency calculation of modern cross-country oil pipeline.*

### References

1. **Shavkin S. V., Chernoplekov A. N., Gosteva A. V., Monahov R. E., Ljapin A. A.** Raschet chastoty avarijnoj razgermetizacii dlja kolichestvennogo analiza riska sovremennyh magistral'nyh gazoprovodov // *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. — 2009. — N. 3. — Prilozhenie. — P. 1–24.
2. **Unkovskaja A. V.** Ocenka chastoty avarijnoj razgermetizacii magistral'nyh nefteprovodov (chast' 1). *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N. 11. P. 60–72.
3. **Annual reports and accidents/incident data for hazardous liquids of Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) Department of Transportation (DOT) U. S.** (<http://phmsa.dot.gov/pipeline>).
4. **Dannye ob avarijah / Distribution, Transmission and Liquid Accident and Incident Data [Elektronnyj resurs] // PHMSA.** URL: [http://phmsa.dot.gov/portal/site/PHMSA/menuitem.ebdc7a8a7e39f2e55cf2\\_031050248a0c/?vgnextoid=fd2dfa122ald110VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnext-channel=3430fb649a2dc110VgnVCM1000009ed\\_07898\\_RCRD&vgnextfmt=print](http://phmsa.dot.gov/portal/site/PHMSA/menuitem.ebdc7a8a7e39f2e55cf2_031050248a0c/?vgnextoid=fd2dfa122ald110VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnext-channel=3430fb649a2dc110VgnVCM1000009ed_07898_RCRD&vgnextfmt=print). (Data obrashhenija: 01.07.2014).
5. **Dopolnenie k Special'nym tehničeskim uslovijam proekta (STUP) "Analiz riska opasnyh proizvodstvennyh ob'ektov proekta "Sahalin-II" "Beregovye gazoprovody" (Doc. № 5600-C-90-04-S-1001-00).** Moskva, janvar' 2007.
6. **Dannye po truboprovodnoj sisteme / Distribution, Transmission and Liquid Annual Data [Elektronnyj resurs] // PHMSA.** URL: [http://phmsa.dot.gov/portal/site/PHMSA/menuitem.ebdc7a8a7e39f2e55cf2\\_031050248a0c/?vgnextoid=a872dfa122a1d110VgnVCM1000009ed07898\\_RCRD&vgnextchannel=3430fb649a2dc110VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnextfmt=print](http://phmsa.dot.gov/portal/site/PHMSA/menuitem.ebdc7a8a7e39f2e55cf2_031050248a0c/?vgnextoid=a872dfa122a1d110VgnVCM1000009ed07898_RCRD&vgnextchannel=3430fb649a2dc110VgnVCM1000009ed07898RCRD&vgnextfmt=print). (Data obrashhenija: 01.07.2014).
7. **CONCAWE.** Performance of European cross-country oil pipelines, Statistical summary of reported spillages in 2011 and since 1971, Report N. 3/13, CONCAWE, Brussels, April 2013.
8. **ERM Group Inc., QRA Report Onshore Facilities. Sakhalin 1 Project, Phase I, Annex D, October 2002.** — P. 19.
9. **Svod pravil SP 14.13330.2011 "Stroitel'stvo v sejmicheskih rajonah. Aktualizirovannaja redakcija SNiP II-7-81\*"**, Minregion Rossii, Moskva 2011.
10. **Zhulina S. A., Lisanov M. V., Savina A. V.** Metodichesкое rukovodstvo po ocenke stepeni riska avarij na magistral'nyh nefteprovodah i nefteproduktprovodah // *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2013. N. 1. P. 50–55.

*Анонс!*

В следующем номере журнала (№ 1-2015) в разделе "Чрезвычайные ситуации" будет опубликована статья:

**С. Г. Ивахнюк, А. Д. Митюхин, О. Ю. Бегак** "Апробация новой методики определения содержания коррозионно-активных элементов в нефти и нефтепродуктах".

УДК 378

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

## **О преподавании медико-валеологических дисциплин будущим учителям основ безопасности жизнедеятельности**

*Медико-валеологическое образование рассмотрено как междисциплинарная программа обучения. Показано, что целью обучения медико-валеологическим дисциплинам является формирование медико-валеологической компетентности. Представлены основные направления развития, происходящие в ценностной, когнитивной и деятельностной сферах личности учащихся, и рассмотрены как методологические ориентиры преподавания медико-валеологических дисциплин. Отражен практико-ориентированный характер компетентностного подхода. Показано, что учебная ситуационная задача, моделирующая ситуацию практической деятельности учителя основ безопасности жизнедеятельности (ОБЖ), выступает эффективным методом формирования его медико-валеологической компетентности. Проведен сравнительный анализ результатов оценки эффективности преподавания медико-валеологическим дисциплин будущим учителям ОБЖ.*

**Ключевые слова:** факультет безопасности жизнедеятельности, медико-валеологические дисциплины, образовательные маршруты, компетентностный подход, медико-валеологическая компетентность, будущие учителя основ безопасности жизнедеятельности.

Необходимость непрерывного совершенствования подготовки педагогических кадров, в том числе квалифицированных специалистов в области безопасности жизнедеятельности (БЖД), выдвигает проблему создания системы медицинской подготовки будущих учителей ОБЖ в контексте компетентностного подхода. Основными чертами компетентностного подхода к подготовке специалистов помимо четкого определения целей профессионально-личностного совершенствования; наличия системы критериев оценки качества образования; создания условий для индивидуализации траектории образования и комплексной проверки знаний и умений являются выявление и формирование компетенций.

Анализ различных подходов к определению понятия "компетентность" в образовательном контексте позволил сформулировать ряд положений, являющихся основополагающими в рассмотрении данного понятия: компетентность понимается как базовое, интегральное качество личности профессионала (специалиста); компетентность рассматривается как результат профессиональной подготовки личности в вузе, включающий профессиональное становление, профессиональное обучение, профессиональное воспитание [1]. Рабочее определение компетентности трактуется авторами как продуктивное поведение человека (личности) в осуществлении какой-либо деятельности.

Ориентация на освоение умений и обобщенных способов деятельности была ведущей в работах таких отечественных педагогов, как М. Н. Скаткин, И. Я. Лернер, В. В. Краевский, Г. П. Шедровицкий, В. В. Давыдов и их последователей. На основе их

идей были разработаны отдельные учебные технологии и учебные материалы.

Проведенный анализ содержательного наполнения компетентностей позволяет отметить, что в отечественной психолого-педагогической науке компетентностный подход обозначился в концепции развивающего обучения и оформляется в рамках педагогики развития. Как показано в работе [2], основные направления развития, возникающие в процессе обучения, осуществляются в личностной, когнитивной и практически-действенной сферах личности учащихся.

Современный уровень состояния разработанности концепции медицинско-валеологических дисциплин (МВД) факультета безопасности жизнедеятельности РГПУ им. А. И. Герцена представлен теоретико-методологической основой, включающей единство теории и социально-правовой практики, позволяющей регулировать, управлять, прогнозировать, не допускать, а в случае возникновения ликвидировать развитие чрезвычайных ситуаций медицинского характера.

Имея комплекс мероприятий, направленных на изменение существующих форм подготовки учителя, создания новых программ обучения валеологической направленности, иного структурирования учебной информации, применения новых технологий возможно формирование медико-валеологической компетентности (МВК) будущего учителя основ безопасности жизнедеятельности. Под МВК рассматривается интегративное (системное) свойство личности педагога, характеризующего его глубокую осведомленность в медико-валеологической и предметной областях знаний, его медицинские умения и навыки, личностный опыт и образованность как специалиста,



нацеленного на перспективность (прогностичность) в работе, открытого динамичному обогащению, уверенного в себе и способного достигать значимых результатов и качества в профессиональной деятельности [3].

Формирование МВК будущих учителей ОБЖ неразрывно связано с проблемой формирования личности безопасного типа поведения (ЛБТП) как у самих студентов, так и у их будущих учеников. Личность безопасного типа — это категория, обозначающая характерологические особенности в человеке по дихотомическому разделению его активности на опасные и безопасные способы самореализации в окружающем мире, содержащая при этом необходимые мотивационные установки, интеллект, эмоции и волевые качества [4]. Кроме того, в понятие ЛБТП входит отражение компетентности в вопросах обеспечения политической, экономической, правовой, социальной, нравственной, физической и другой защищенности человека [5].

На основе системы профессиональных компетентностей будущих учителей ОБЖ, выделенных из основополагающей концепции факультета БЖД [6], разработана система критериев достижения МВК. Рассмотрим их в контексте компетентностного подхода, в соответствии с направлениями развития личности будущего учителя ОБЖ по компонентам:

#### *Ценностный компонент*

1. Установка на здоровый образ жизни.
2. Формирование личности безопасного типа поведения.

#### *Когнитивный компонент*

3. Знание возрастной анатомии, основ гигиены и физиологии.
4. Знание и распознавание угроз, приносящих вред здоровью.

#### *Деятельностный компонент*

5. Владение первой медицинской помощью (ПМП) при неотложных состояниях и травмах.
6. Владение реанимацией при терминальных состояниях.
7. Умение организовать валеологически грамотный учебный процесс.
8. Владение навыками ухода за больными.
9. Владение навыками сортировки и транспортной мобилизации при чрезвычайных ситуациях (ЧС).

Содержание образовательных маршрутов становления МВК бакалавров факультета БЖД формируется на протяжении всего процесса их подготовки, осуществляется поэтапно, носит преемственный характер, отвечает системе достижения МВК. На 1 курсе студенты должны изучать основы анатомии, физиологии и гигиены. После чего целесообразно переходить к изучению основ здорового образа жизни с обсуждением проблем здоровья, болезней, причин и условий их взаимосвязи, а также методов адаптации организма к различным патогенным воздействиям.

Далее, на старших курсах переходят к изучению основ патологии и механизмов развития заболевания. При рассмотрении вопросов частной патологии (инфекционной и неинфекционной) изучаются методы ее предупреждения. Обязательным является рассмотрение причин и механизмов формирования аддиктивного поведения детей и подростков [7]. И, наконец, основы медицины катастроф: поражающие формы ЧС, особенности оказания медицинской помощи при массовых поражениях, включая принципы медицинской сортировки, помощь при массовых отравлениях и радиационных поражениях, транспортных авариях и подобное изучаются на четвертом курсе [8].

Рассмотрим в обобщенном виде содержание и процесс образовательной деятельности, направленной на формирование МВК будущих учителей ОБЖ.

Цель обучения: формирование МВК будущих учителей основ безопасности жизнедеятельности.

Содержание обучения: учебный материал, соответствующий критериям достижения МВК.

Методы: учебные ситуационные задачи.

Средства: тренажеры.

Формы: лекции, практические занятия, отработка практических навыков.

Контроль за результатами деятельности: тесты, контрольные работы, опросы.

Прогнозируемый результат: формирование комплексного взгляда на профессиональную деятельность учителя, знание основных его обязанностей; овладение интегративными теоретическими знаниями медико-валеологических дисциплин; овладение способами практической деятельности, направленной на поддержание и сбережение здоровья в течение всей жизни; закрепление установки на ведение здорового образа жизни; овладение методическими приемами, методами и средствами обучения и воспитания учащихся с использованием медико-валеологических знаний, без нанесения ущерба их здоровью; развитие умений и навыков медицинской само- и взаимопомощи; формирование устойчивой профессионально-педагогической направленности с валеологическим компонентом; формирование удовлетворенности выбранной профессией; формирование готовности к саморазвитию, самосовершенствованию, саморефлексии, к развитию личности безопасного типа поведения.

Для обоснования проектирования и внедрения в педагогическую практику системы формирования МВК экспериментальным путем был проведен сравнительный анализ уровней медико-валеологической компетентности будущих учителей ОБЖ. Стратегия педагогического эксперимента разрабатывалась в русле общих методологических ориентиров (табл. 1).

В эксперименте принимали участие бакалавры 2 и 4 курсов в возрасте 18–25 лет. Для анализа брались равные по количеству человек (35 студентов) группы до и после обучения МВД, в начале 2 курса и в конце 4 курса. Базовое образование студентов ограничивается

**Система методов по выявлению медико-валеологической компетентности у студентов факультета безопасности жизнедеятельности**

| Компоненты МВК | Критерии достижения МВК   | Контрольно-диагностические методы   | Диагностируемые показатели   |
|----------------|---|---|--|
| Ценностный     | Установка на здоровый образ жизни   | Анкеты: "Диагностика установок на здоровый образ жизни", "Отношение студентов к валеогигиеническим знаниям", "Отношение студентов к здоровому образу жизни" | Самооценка готовности к здоровьесбережению   |
|                | Формирование личности безопасного типа поведения  | Анкета: "Мотивы, побуждающие будущих специалистов безопасности жизнедеятельности совершенствовать свою МВК"   | Самооценка мотиваций по совершенствованию личностных качеств для профессионального роста |
| Когнитивный    | Знание возрастной анатомии, основ гигиены и физиологии  | Анкеты: "Мое здоровье", "Отношение студентов к валеогигиеническим знаниям"  | Знание медицинских дисциплин   |
|                | Знание и распознавание угроз, приносящих вред здоровью  | Анкета "Виды угроз, приносящих вред здоровью и первая медицинская помощь при них"   | Знание основных видов угроз  |
| Деятельностный | Владение ПМП при неотложных состояниях и травмах; реанимацией при терминальных состояниях; навыками ухода за больными, Владение навыками сортировки и транспортной иммобилизации при чрезвычайных ситуациях | Анкета "Виды угроз, приносящих вред здоровью и ПМП при них (сортировка и иммобилизация)"  | Владение навыками ухода за больными, основами реанимации, первой медицинской помощи      |
|                | Умение организовать валеологически грамотный учебный процесс  | Анкета "Здоровьеформирующая педагогическая деятельность"  | Владение здоровьеформирующей педагогической деятельностью                                |

средней школой, группы были однородны по полу: примерно 60 % составляли юноши.

После обобщения результатов оценки эффективности формирования МВК будущих учителей ОБЖ был проведен сравнительный анализ с позиций значимости, потребности и затрудненности по отношению к названным выше критериям достижения МВК и по выделенным компонентам. Рассмотрим последовательно данные о сформированности каждого из компонентов МВК.

**Ценностный компонент МВК.** Большая половина из 35 опрошенных студентов 2 курса факультета БЖД оценила значимость критерия "Установка на здоровый образ жизни" и почти стопроцентно подтвердили его значимость 27 выпускников. Затруднились ответить на этот вопрос 17,9 % второкурсников, а по критерию "Формирование личности безопасного типа поведения" (ЛБТП) не смогли сориентироваться 94,4 % студентов 2 курса, по-видимому, никогда ранее не встречавшихся с этим понятием. Значимость и потребность в формировании ЛБТП бакалавры 4 курса обеих групп видят 94,3 и 98,4 % соответственно.

При оценке *когнитивного компонента* "Знание возрастной анатомии, основ гигиены и физиологии" эти знания считают необходимыми обе опрашиваемые группы в — 77,4 и 96,5 % соответственно. Разницы в значимости и потребности в формировании критерия

"Знание и распознавание угроз, приносящих вред здоровью" у студентов сравниваемых групп практически не наблюдалось — 4 и 7 % соответственно.

Анализ *деятельностного компонента* проходил по пяти критериям. Критерий "Владение ПМП при неотложных состояниях и травмах, реанимацией при терминальных состояниях, навыками ухода за больными", по мнению всех студентов, имеет высокую значимость и потребность, что указывает на качественную школьную подготовку по предмету "ОБЖ". Что касается вопросов "Владение навыками сортировки и транспортной иммобилизации при ЧС", то ответы на них вызвали затруднение у студентов 2 курса. Четверокурсники же, наоборот, пройдя курс "Медицина катастроф", уверены в значимости и потребности в этих навыках — 86,7 и 82,7 % соответственно. Значимость и потребность критерия "Умение организовать валеологически грамотный учебный процесс" осознают более половины студентов 2 курса, еще не прошедших дисциплины "Культура здоровья", — 67,4 и 68,7 % соответственно, но при этом испытывают затруднение в ответе на этот вопрос 44,8 % студентов, не столь уверенно ориентируясь в данных понятиях, как студенты 4 курса — выпускники. Последние высоко оценивают значимость и потребность этого критерия (95,2 и 96,4 %), практически не испытывая затруднений при ответах.



Минимальная степень изменения в 23,4 % в позиции "затрудненность" между уровнями 2 и 4 курсов выявлена при определении критерия "Владение навыками сортировки и транспортной иммобилизации при ЧС", что объясняется отменой медико-полевых занятий и отсутствием соответствующей практики. Прогноз на дальнейшее развитие МВК будущих учителей основ безопасности жизнедеятельности выявлен по всем критериям МВК. Потребность в их освоении в ответах студентов превышает 86,7 %.

Уровень МВК будущих учителей ОБЖ определяется к 4 курсу как достаточный (свыше 80 % оценили его значимость и потребность) и высокий (свыше 90 %), но студенты 4 курса испытывают потребность в повторении пройденного материала и расширения практических занятий по медицине катастроф.

Для оценки статистической достоверности расхождения между долевыми показателями использовался  $t$  — критерий Стьюдента. Использование данного критерия предполагает сравнение распределения наблюдаемой величины с распределением Стьюдента. В этом случае табличное значение критерия Стьюдента (критическое) сравнивается с расчетным (фактическим) и на основании этого делается вывод в пользу нулевой или альтернативной гипотезы. Возможны две гипотезы:

1) нулевая гипотеза  $H_0$ , согласно которой разница между распределениями недостоверна; предполагается, что различие недостаточно значительно, и поэтому распределения относятся к одной и той же популяции, а независимая переменная не оказывает никакого влияния;

2) альтернативная гипотеза  $H_1$ , какой является рабочая гипотеза проведенного исследования. В соответствии с этой гипотезой различия между обоими распределениями достаточно значимы и обусловлены влиянием независимой переменной.

Основной принцип метода проверки гипотез состоит в том, что выдвигается нулевая гипотеза  $H_0$  с тем, чтобы попытаться опровергнуть ее и тем самым подтвердить альтернативную гипотезу  $H_1$ . Действительно, если результаты теста, используемого для анализа разницы между средними, окажутся таковы, что позволят отбросить  $H_0$ , это будет означать, что верна  $H_1$ , т. е. выдвинутая рабочая гипотеза подтверждается.

Тот или иной вывод с некоторой вероятностью может оказаться ошибочным, причем эта вероятность тем меньше, чем больше имеется данных для обоснования этого вывода. Таким образом, чем больше получено результатов, тем в большей степени по различиям между двумя выборками можно судить о том, что действительно имеет место в той популяции, из которой взяты эти выборки. Однако обычно используемые выборки относительно невелики, и в этих случаях вероятность ошибки может быть значительной. В гуманитарных науках принято считать, что разница между двумя выборками отражает действительную разницу между соответствующими популяциями лишь в том случае, если вероятность ошибки для этого утверждения не превышает 5 %, т. е. имеется лишь 5 шансов из 100 ошибиться, выдвигая такое утверждение. Это так называемый уровень значимости ( $p$ ). Если этот уровень не превышен, то можно считать

вероятным, что выявленная разница действительно отражает положение дел в популяции. В таблицах критических значений статистических критериев, в том числе Стьюдента, приведены цифры для уровней  $p$  5 % (0,05), 1 % (0,01) или еще более высоких.

Для того чтобы свести к минимуму ошибки, в таблицах в общем количестве данных не учитывают те, которые можно вывести методом дедукции. Оставшиеся данные составляют так называемое число степеней свободы ( $df$ ), т. е. то число данных из выборки, значения которых могут быть случайными. Если имеются две независимые выборки, то число степеней свободы для первой из них составляет  $(n_1 - 1)$ , а для второй —  $(n_2 - 1)$ , где  $n_1$  — число испытуемых 2 курса, а  $n_2$  — выборка испытуемых 4 курса. И поскольку при определении достоверности разницы между ними опираются на анализ каждой выборки, число степеней свободы, по которому нужно будет находить критерий  $t_{\text{крит}}$  в таблице, будет составлять  $(n_1 + n_2) - 2$ .

Расчет статистической достоверности уровней медико-валеологической компетентности будущих учителей основ безопасности жизнедеятельности по критерию Стьюдента производился автоматически с помощью программы STATISTICA 8.0. В результате анализа были получены данные, приведенные в табл. 2.

Статистический анализ формирования МВК (нумерацию критериев см. на с. 62) будущих учителей ОБЖ показал, что с уровнем значимости  $p < 0,05$  и  $df = 148$  получаем  $t_{\text{крит}} = 1,96$ . Так как  $t_{\text{факт}} > t_{\text{крит}}$  во всех вычисленных случаях, то гипотеза  $H_0$  отвергается. Следовательно, значимость, потребность и затрудненность исходного уровня МВК студентов 2 курса статистически достоверно ниже, чем у студентов 4 курса.

Таблица 2  
Статистическое значение уровней медико-валеологической компетентности будущих учителей ОБЖ

| Личностный фактор | Компоненты МВК |                   |             |                   |                |                   |
|-------------------|----------------|-------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|
|                   | Ценностный     |                   | Когнитивный |                   | Деятельностный |                   |
|                   | Критерии       | $t_{\text{факт}}$ | Критерии    | $t_{\text{факт}}$ | Критерии       | $t_{\text{факт}}$ |
| Значимость        | 1              | 10,52             | 3           | 8,34              | 5              | 10,4              |
|                   | 2              | 21,02             | 4           | 12,89             | 6              | 12,6              |
|                   |                |                   |             |                   | 7              | 11,59             |
|                   |                |                   |             |                   | 8              | 11,42             |
|                   |                |                   |             |                   | 9              | 10,77             |
| Потребность       | 1              | 8,58              | 3           | 10,55             | 5              | 12,42             |
|                   | 2              | 14,03             | 4           | 12,3              | 6              | 10,3              |
|                   |                |                   |             |                   | 7              | 17,99             |
|                   |                |                   |             |                   | 8              | 8,34              |
|                   |                |                   |             |                   | 9              | 5,01              |
| Затрудненность    | 1              | 8,041             | 3           | 2,64              | 5              | 11,45             |
|                   | 2              | 33,58             | 4           | 10,43             | 6              | 12,1              |
|                   |                |                   |             |                   | 7              | 16,3              |
|                   |                |                   |             |                   | 8              | 6,02              |
|                   |                |                   |             |                   | 9              | 6,34              |



Полученные данные свидетельствуют о достижении достаточного и высокого уровня МВК будущими учителями ОБЖ, проходившими подготовку в рамках образовательных программ, разработанных в контексте компетентностного подхода к изучению медико-валеологических дисциплин.

#### Список литературы

1. **Акулова О. В.** Компетентностный подход в информационном обществе: Тенденции и проблемы // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Психолого-педагогические науки: Научный журнал. — 2003. — № 3 (6). — С. 17–26.
2. **Кулюткин Ю. Н.** Ценностно-смысловые ориентиры современного образования: Проблемные очерки. — СПб.: СпецЛит, 2002. — 96 с.
3. **Сыромятникова Л. И.** Формирование медико-валеологической компетентности будущих специалистов безопас-

ности жизнедеятельности в педагогическом вузе: Автореф. дисс. канд. пед. наук. — СПб., 2009. — 24 с.

4. **Старостенко А. В.** Организационно-педагогические условия подготовки студентов к преподаванию курса ОБЖ в школе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — СПб., 2001. — 19 с.
5. **Медико-валеологические проблемы** здоровья человека: Учебное пособие / Под ред. В. П. Соломина. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. — 148 с.
6. **Стратегия** профессионального сотрудничества с работодателем в рамках реализации концепции трудоустройства выпускников специальности "Безопасность жизнедеятельности": Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19–22 ноября 2007 года. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2007. — 181 с.
7. **Матусевич М. С., Новожилова А. П.** Методические основы построения программ снижения риска наркотизации в молодежной среде на уровне муниципального образования // Молодой ученый. — 2012. — № 8. — С. 360–364.
8. **Плахов Н. Н.** Безопасность жизнедеятельности: психолого-педагогические основания здоровья // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2012. — № 145. — С. 90–95.

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

## About Teaching Medical Disciplines Valeological for Future Teachers Basis of Life

*Medical and valeological education should be seen as an interdisciplinary training program. To train health valeologicheskoy disciplines is to develop health valeologicheskoy competence. During training, the main directions of development occur in the value, cognitive and activity areas of the individual participants in educational activities and are considered as methodological guidance of teaching health valeologicheskikh disciplines. One of the features of the competence approach is its practice-oriented nature. Situational training task, which simulates the situation of practice teachers basics of life safety, playing an effective method of forming his health valeologicheskoy competence. Summarizing the results of evaluation of the effectiveness of teaching health disciplines valeologicheskoy OBZH future teachers, a comparative analysis was conducted from the standpoint of relevance, needs and difficulty in relation to the selection criteria for achieving competence and areas of personal development.*

**Keywords:** faculty of Life Safety, health valeological discipline, educational trails, competence approach, health valeologicheskoy competence, teachers the basics of life safety

#### References

1. **Akulova O. V.** Kompetentnostnyj podhod v informacionnom obshhestve: Tendencii i problemy. *Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena. Psihologo-pedagogicheskie nauki: Nauchnyj zhurnal.* 2003. N. 3 (6). P. 17–26.
2. **Kuljutkin Ju. N.** Cennostno-smyslovye oriektiry sovremenogo obrazovanija: Problemnye ocherki. SPb.: SpecLit, 2002. 96 p.
3. **Syromjatnikova L. I.** Formirovanie mediko-valeologicheskoy kompetentnosti budushhikh specialistov bezopasnosti zhiznedejatel'nosti v pedagogicheskom vuze: *Avtoref. dis. kand. ped. nauk.* SPb., 2009. 24 p.
4. **Starostenko A. V.** Organizacionno-pedagogicheskie uslovija podgotovki studentov k prepodavaniju kursa OBZh v shkole: *Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk.* SPb, 2001. 19 p.

5. **Mediko-valeologicheskie** problemy zdorov'ja cheloveka: *Uchebnoe posobie / Pod red. V. P. Solomina.* SPb.: Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena, 2004. — 148 p.
6. **Strategija** professional'nogo sotrudnichestva s rabotodatelem v ramkah realizacii koncepcii trudoustrojstva vypusknikov special'nosti "Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti": *Materialy XI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Sankt-Peterburg, 19–22 nojabrja 2007 goda.* SPb.: *Izd-vo RGPU im. A. I. Gercena,* 2007. 181 p.
7. **Matusevich M. S., Novozhilova A. P.** Metodicheskie osnovy postroenija programm snizhenija riska narkotizacii v molodezhnoj srede na urovne municipal'nogo obrazovanija. *Molodoj uchenyj.* 2012. N. 8. P. 360–364.
8. **Plahov N. N.** Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti: psihologo-pedagogicheskie osnovanija zdorov'ja. *Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena.* 2012. N. 145. P. 90–95.



**Аюбов Э. Н.**, канд. техн. наук, доц., начальник, **Скрипник Л. Ю.**, канд. пед. наук, ст. науч. сотр., **Богдашкина Л. Р.**, мл. науч. сотр., e-mail: bogdashkina1990@mail.ru, 4 НИЦ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

## II Международные соревнования "Школа безопасности"

*В статье раскрыты научно-методические и организационные аспекты организации и проведения II Международных соревнований "Школа безопасности". Из данной статьи можно узнать о нововведениях (условия проживания, новые маршруты, новые конкурсы, новые творческие идеи, новые страны), которые были осуществлены согласно сравнительному анализу и доработкам. Рассмотрены предложения по проведению III Международных соревнований "Школа безопасности".*

**Ключевые слова:** Школа безопасности, соревнования, подростки, полевой лагерь, туризм, техника безопасности, подрастающее поколение, формирование культуры безопасности жизнедеятельности, организация и проведение соревнований, состязания и конкурсы

Движение "Школа безопасности" — это школа мужества, выносливости и патриотического воспитания молодежи.

II Международные соревнования "Школа безопасности" прошли со 2 по 11 июля 2014 г. в г. Сочи, столице XXII зимних Олимпийских игр. Юных спортсменов из шести стран мира ожидал калейдоскоп состязаний и конкурсов, в которых они должны были проявить себя с наилучшей стороны. Всех ожидали новые встречи, новый опыт и интересные испытания. В состязаниях ребята поддерживали друг друга, в каждом действии чувствовался командный дух, боевой настрой и "буря положительных эмоций". Лучше всех эти общие чувства выразила в своем девизе команда Хабаровского края: "Побед больших и малых на дистанциях и над собой. Новых знакомств — с людьми и с местностью".

Юные спасатели нашли общий язык в первый день соревнований, продемонстрировав это на "Вечере знакомств", где без слов понимали и поддерживали друг друга. Но, пожалуй, одним из объединяющих лозунгов стала бодрая "кричалка" белорусских участников: "Поддержим команду!", которая звучала на всех соревнованиях и уже из уст участников абсолютно всех команд.

Особенностью II Международных соревнований стало разделение состязательных мероприятий на два вида зачетов — международный и российский. В российском зачете состязались девять команд, победители региональных этапов, в международном — шесть команд из таких государств, как Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Казахстан. Российскую Федерацию в международном зачете представляла команда Республики Марий Эл, в адрес которой хочется сказать немало теплых слов — ребята не только сами активно принимали участие во всех мастер-классах, проводимых между состязаниями, но и провели тренинги для зарубежных команд по обращению со спортивно-туристическим оборудованием.

Традиционно первым этапом соревнований стала "Пожарная эстафета", на которой все команды про-

явили себя наилучшим образом, особенно команда Красноярского края, которая показала лучшее время.

Одним из сложных этапов соревнований стала "Полоса препятствий", в которой наиболее явственно сказались различия в программах подготовки российских и зарубежных команд. Если нашим ребятам требовалось на прохождение полосы в среднем 15—20 мин, то, например, у команды Республики Болгария на преодоление полосы ушло больше 50 мин.

Этап соревнований "Маршрут выживания" проводился в живописном месте — Ахунском ущелье. На данном маршруте юные спортсмены выполняли задания по организации жизнеобеспечения человека в полевых условиях: разведение костра, фильтрация воды, установка палатки и т. д. Этапы, связанные с преодолением естественных препятствий, фактически были "подарены" участникам природой: подъемы и спуск по склону проходили на вертикальном участке выхода скальных пород. Все команды показали слаженность действий и отличное знание техники преодоления препятствий.

"Кросс-эстафета 4 × 1000" проходил в парке "Южные культуры", где юные спортсмены не только преодолели сложную дистанцию, но и насладились красотами окружающей природы.

Меры безопасности на всех этапах были организованы качественно, участников соревнований страховали не только профессиональные спасатели из Южно-регионального поисково-спасательного отряда, но и члены студенческого поисково-спасательного отряда "Донской" из Ростовского государственного университета.

Особенностью проведения отдельных этапов соревнований "Маршрута выживания" и "Полосы препятствий" явился акцент на элементах туризма.

Но не только спортивные состязания ожидали юных участников. В программу испытаний вошли творческие конкурсы, в которых ребята проявили смекалку, артистизм, вокальное мастерство. Юношам и девушкам была предоставлена возможность показать свое умение в игре на музыкальных инстру-

ментах, чтении стихов, демонстрации актерского мастерства и национального фольклора. Творческий конкурс "Визитная карточка" принес почетное первое место команде из Республики Армения, а первенство за лучшее оформление стенгазеты взяли ребята из Болгарии.

Юные спортсмены ловко и профессионально выполняли поставленные на всех этапах задачи. Казалось, для них нет ничего невозможного. Лучше всех справились ребята из Республики Марий-Эл, которые по итогам международного общекомандного зачета заняли первое место. Второе почетное место по праву досталось юным спортсменам из Казахстана, а третье — получили ребята из Республики Беларусь.

В российском общекомандном зачете пальму первенства взяли юные спортсмены из Красноярского края, второе место заслужили ребята из Брянской области, а бронзу получила команда Вологодской области.

В этом году в программу соревнований впервые были включены внеконкурсные мероприятия: фотокурс "Моя команда" и презентация авторских видеороликов "Моя страна, моя команда".

Заслуживает дальнейшего развития проведение таких конкурсов, как: "Костюм спасателя будущего"; визаж-проект "Самые пожарные усы" и др. Ребята не только проявили фантазию, но и подготовили краткую защиту своих проектов.

Стоит отметить, что на II Международных соревнованиях "Школа безопасности" не было проигравших, каждая команда уехала домой с наградой. Для ребят была подготовлена целая серия номинаций.

Команды Республики Беларусь, Армении и Азербайджана радовали всех своими выступлениями не только в конкурсах, но и на досуговых мероприятиях.

Самой любознательной командой стали юные москвичи, которые и были награждены соответствующей номинацией. В номинации "За изобретательность" получила приз команда Ростовской области, а "За стремление к творчеству" — команда Болгарии,

показавшая целый спектакль по мотивам произведения А. С. Пушкина.

В промежутках между сложными, отнимающими много сил и энергии состязаниями, был организован полноценный и продуктивный отдых. Юным спортсменам был предложен целый комплекс культурно-развлекательных мероприятий. Экскурсионная программа была интересной и насыщенной. Дети посетили Олимпийские объекты, дельфинарий, Центр подготовки спасателей на Красной поляне, дендрологический парк "Южные культуры".

Редкие вечера отдыха были насыщены дискотеками и развлекательными мероприятиями, которые организовывали сами ребята.

Закрытие II Международных соревнований "Школа безопасности" прошло невероятно красиво и зрелищно. Черноморская набережная превратилась в театрализованную площадку с выставкой технических средств и демонстрацией возможностей МЧС России. Для участников было организовано представление с привлечением профессиональных артистов, задействован ресурс авиации МЧС России и Государственная инспекция по маломерным судам.

Театрализованное зрелище получилось ярким, праздничным и запоминающимся.

К сожалению, не обошлось без сложностей организационного плана. Несмотря на активное стремление сделать все как можно лучше, в некоторых моментах чувствовалось отсутствие опыта у сотрудников Южного регионального центра в проведении детско-юношеских соревнований такого масштаба. При проведении III и последующих Международных соревнований "Школа безопасности" целесообразно опираться на уже полученный положительный опыт, учитывая и устраняя возникшие недочеты.

А завершить рассказ о II Международных соревнованиях "Школа безопасности" хочется девизом команды Ставропольского края: "Думать только о лучшем, работать только для лучшего и надеяться только на лучшее".

**E. N. Aubov**, Associate Professor, Head, **L. Y. Skripnik**, Senior Researcher,  
**L. R. Bogdashkina**, Junior Researcher, e-mail: bogdashkina1990@mail.ru,  
4 SIC Research Institute of the Russian Ministry for Emergency Situations

## II International Competition "School Safety"

*In this article you can find a review of scientific-methodological and organizational aspects of arrangement and running of II international championship "School of safety". From this article you can learn about innovations (living conditions, new routes, new contests, new creative ideas, new countries), which were carried out according to the comparative analysis and improvements. Reviewed proposals for the holding of the III International competition "School safety".*

**Keywords:** school of safety, competitions, teenagers, field camp, tourism, safety technique, growing up breed, development of life and safety culture, arrangement and running of competitions, contests

**Указатель статей, опубликованных в журнале  
"Безопасность жизнедеятельности" в 2014 году**

**Index of Articles Published in the Journal "Life Safety" in 2014**

**ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

- Артеменков А. А. Физиологическая оценка адаптации студентов к условиям учебного труда. . . . . № 9
- Беленький В. М. Оптимизация профилактических мероприятий в системе управления охраной труда. . . . № 5
- Беленький В. М. Основные разделы базы данных в системе управления охраной труда на промышленном предприятии. . . . . № 4
- Большаков В. В., Голиков Р. А., Суржиков Д. В., Панаиотти Е. А. Анализ ущерба для здоровья населения промышленного центра от загрязнения атмосферного воздуха. . . . . № 4
- Борисова Л. М., Белокурова Е. С., Лопатин С. А. Здоровьесберегающие технологии — как профилактические меры по сохранению и укреплению здоровья студентов вузов. . . . . № 8
- Гаврикова Е. И. Особенности характеристик защитных свойств тканых материалов. . . . . № 8
- Жданыко И. М., Ворона А. А., Чистов С. Д., Филь С. Н. Особенности функционального состояния персонала объектов по уничтожению химического оружия. . . № 10
- Кашинцева Л. В., Соколов Э. М., Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Кашинцева Л. О. Методика расчета и количественной оценки профессионального риска производственных объектов и работников. . . . . № 2
- Кашинцева Л. В., Соколов Э. М., Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Кашинцева Л. О. Методика назначения доплат за работу во вредных условиях труда. . . . . № 8
- Ким К. К., Кияшко М. Н., Спичкин Г. Л., Федотов С. В. Использование природных факторов для задач релаксации. . . . . № 5
- Малаяя К. Р., Милохов В. В., Минько В. М., Русак О. Н., Фаустов С. А., Цаплин В. В., Цветкова А. Д. Специальная оценка условий труда: критический анализ. . . № 12
- Минько В. М. Анализ изменений в правовом обеспечении охраны труда в Российской Федерации. . . . . № 7
- Мясников В. Н., Киппари А. А. Методика обоснования безопасного трудового стажа. . . . . № 3
- Решетова Т. В., Мазурок В. А., Березина Н. Н., Отвагина Т. В. Вредные привычки у врачей: лечение и профилактика. . . . . № 4
- Родимцев С. А., Патрин Е. И., Тимохин О. В., Шапенкова А. А. Оценка шумовых характеристик при работе колосовой молотилки в сопоставимых условиях. . . . . № 10
- Родимцев С. А., Шапенкова А. А., Тимохин О. В., Патрин Е. И. Обоснование эргономических характеристик малагабаритного штангового опрыскивателя тачечного типа. . . . № 12
- Родионов П. В., Мелков Д. Н., Павлов А. С. Анализ состояния травматизма на предприятии "Юргинский машиностроительный завод" за период с 2007 по 2010 годы. . . . . № 8
- Савченко Н. В. Повышение тепловой эффективности кондиционируемой одежды. . . . . № 3

- Сулейманов Р. А., Абдулагимов И. Г., Валеев Т. К., Рахматуллин Н. Р. Особенности состояния здоровья населения, проживающего в условиях сочетанного биологического и химического загрязнения. . . . . № 8
- Ткачук В. А., Матусевич М. С., Сыромятникова Л. И., Ткачук А. А. Оценка функциональных резервов организма специалистов опасных профессий. . . . . № 8

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ  
(ПРОМЫШЛЕННАЯ) БЕЗОПАСНОСТЬ**

- Анахов С. В., Пыкин Ю. А. Электроплазменные технологии: проектирование с учетом факторов безопасности. . . № 10
- Белинский С. О. Воздействие электромагнитных полей низкочастотного диапазона на работников железнодорожного транспорта. . . . . № 10
- Бондарев В. А., Ермаков С. В. Анализ методики формальной оценки рисков. . . . . № 5
- Бондаренко В. В., Шигапов А. М. Оценка масштаба воздействия аварий при перевозке опасных грузов через густонаселенные районы. . . . . № 8
- Власов Е. Н., Мамаев В. К. О совершенствовании всасывающих и выхлопных трактов газоперекачивающих агрегатов. . . . . № 7
- Волохина А. Т., Яковлева О. С. Повышение промышленной безопасности магистральных газопроводов путем совершенствования системы обучения безопасным методам и приемам труда рабочих основных профессий (на примере машиниста технологических компрессоров ООО "Газпром трансгаз Чайковский"). . . . . № 1
- Голованчиков А. Б., Ефремов М. Ю., Дулькина Н. А., Кузнецов А. В. Моделирование электроадсорбционного процесса одновременного поглощения из воздуха двух компонентов. . . . . № 7
- Гришин В. Ю., Мазаник Е. В., Шевченко Л. А. Новые технологии дегазации шахт Кузбасса. . . . . № 3
- Дроконов А. М., Дроконов А. Е. Генерация и методы снижения виброакустической активности в центробежных компрессорах. . . . . № 4
- Иванова М. В., Ансталь Н. С., Глебова Е. В. Выявление и оценка профессионально важных качеств водителей ООО "Газпром трансгаз Самара". . . . . № 12
- Карпов Е. Е., Миронов С. М., Сучков А. А., Карелин А. П., Карпов Е. Ф. Непрерывный контроль возможных утечек природного газа в жилых помещениях. . . . . № 3
- Кирсанов В. В. Оптимизация производственного контроля на опасных химических объектах. . . . . № 12
- Кодолов О. М., Кодолов Г. О., Петрова З. К. Твердеющая закладка в градостроительстве. . . . . № 10
- Ласуков А. А. Исследование влияния ионной имплантации инструмента на вид образующейся стружки для обеспечения ее безопасного удаления из зоны резания. . . № 12
- Левашов С. П. О формировании критериев приемлемости социальных рисков. . . . . № 3

- Павлова З. Х., Азметов Х. А.** Обеспечение безопасности эксплуатации магистральных нефтепроводов на участках соединения труб с запорной арматурой в условиях изменения режима перекачки . . . . . № 10
- Стоян В. Н., Колосюк В. П., Товстик Ю. В.** Повышение взрывобезопасности тупиковых выработок угольных шахт путем совершенствования бесперебойности электроснабжения вентиляторов местного проветривания . . . . . № 1
- Сумарченкова И. А.** Оценка экологических и профессиональных рисков при возникновении аварийных ситуаций в технологическом процессе переработки нефтешламов . . . . . № 8
- Татарин В. Н., Морозов В. Н., Колесников И. Ю., Каган А. И.** Кинематический метод геодинимического районирования при проектировании отработки месторождений подземным способом . . . . . № 7

### ОТРАСЛЕВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Дурнев Р. А., Колеганов С. В.** Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: постановка задачи и замысел решения . . . . . № 9
- Дурнев Р. А., Колеганов С. В.** Комплексная оценка уровня транспортной безопасности: предпосылки и допущения . . . . . № 12
- Финоченко В. А., Финоченко Т. А.** Технологии экологического мониторинга на российских железных дорогах . . . . . № 9
- Швецова-Шилова Т. Н., Полехина О. В., Глухан Е. Н., Афанасьева А. А., Корольков М. В., Орлов А. Ю., Потанин В. А.** Методические подходы к ранжированию опасных химических объектов для определения перечня приоритетных мер по снижению химической опасности . . . . . № 9

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Алексеев Е. В., Пукемо М. М.** Экологические аспекты жизнедеятельности — основа технического прогресса в очистке сточных вод автономных систем канализации . . . . . № 9
- Алексеева М. Н., Перемитина Т. О., Яценко И. Г.** Оценка негативного воздействия аварийных разливов нефти на окружающую природную среду на основе космических снимков . . . . . № 2
- Брындина Л. В., Елагина М. А.** Использование актиноцидов в очистке сточных вод . . . . . № 2
- Гаврикова Е. И., Лактионов К. С.** Применение биофильтров для очистки воздуха на предприятиях агропромышленного комплекса . . . . . № 9
- Газзова Э.Ш., Павлов В.А., Усманов Р.А., Гумеров Ф.М., Мусин Р.З., Фридланд С.В.** Исследование процесса очистки сточных вод производства целлюлозы из соломы рапса двуокисью марганца в сверхкритических условиях . . . . . № 5
- Ермолаева В. А.** Выбор оптимального вида железобактерий для биологической очистки воды от соединений железа . . № 2
- Зиновьев А. П., Зиновьев С. А., Рыжов Г. И., Рыжов И. Г.** Очистка вредных газовых выбросов, паров и сажи в нефтехимических производствах . . . . . № 9
- Ивахнюк С. Г., Митюхина А. Д., Головинский В. С.** Выбор и обоснование приоритетного перечня тяжелых металлов, подлежащих контролю в местах нефтедобычи на морском шельфе . . . . . № 6
- Катин В. Д., Пайметов Н. Г., Косыгин В. Ю.** Разработка и применение нового способа двухступенчатого сжигания топлива в нефтяных печах и котлах для снижения выбросов оксидов азота . . . . . № 5

- Кирсанов В. В.** Влияние объема регенерации на эффективность биологической очистки химических загрязненных вод в аэротенках . . . . . № 9
- Кирсанов В. В.** Оптимальное соотношение возраста активного ила и нагрузок по загрязняющим веществам перед аэротенками, обуславливающее максимальную эффективность биоочистки на примере химического предприятия . . . . . № 3
- Ксенофонтов Б. С., Антонова Е. С.** Модели флотационных и сопутствующих процессов очистки воды . . . . . № 10
- Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Иванов М. В., Петрова Е. В., Виноградов М. С., Воропаева А. А.** Разработка и применение флотокомбайнов для очистки сточных вод . . . . . № 7
- Курамшина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Сафина Г. И., Курамшин Э. М.** Оценка экологической безопасности донных отложений малых рек республики Башкортостан по содержанию тяжелых металлов (Zn, Cu, Ni, Mn) . . № 1
- Лугаськова Н. В., Сафронова Е. Б.** Биологические методы оценки токсичности среды в результате воздействия объектов железнодорожного транспорта . . . . . № 9
- Мальцева В. С., Бурыкина О. В., Сазонова А. В.** Кинетика сорбции кислотных красителей из водных растворов карбонатными породами и отходами кожевенного производства . . . . . № 6
- Михеева Е. В., Нифонтова М. Г.** Торфяные залежи как индикаторы радиоактивного загрязнения . . . . . № 2
- Никитенко Ю. В.** Оценка риска аварийного загрязнения окружающей среды в районах опасных производственных объектов . . . . . № 8
- Петрова О. А., Перемитина С. В., Карибаева М. К.** Экологическая безопасность использования удобрений из осадков сточных вод . . . . . № 4
- Рыбаков Ю. С., Дальков М. П.** Химическая и радиационная безопасность источников пресных вод . . . . . № 5
- Свинцов А. П., Аль-Харам Тами Хаиф** Обеспечение экологической безопасности водных ресурсов путем повышения надежности трубопроводов инфраструктурных систем . . . . . № 2
- Сентяков Б. А., Святский М. А., Святский В. М., Черезов А. Р.** Испытания волокнистых сорбирующих бонов . . . № 4
- Слободян С. М., Куц В. П.** Совершенствование ступенчатых систем пылевой и аэрозольной очистки вредных выбросов . . . . . № 8
- Тараев К. Л., Хамраев С. С., Кадыров А. А.** Рациональная утилизация кубового остатка моноэтаноламинной очистки аммиачного производства . . . . . № 6
- Тунакова Ю. А., Шагидулина Р. А., Новикова С. В., Валиев В. С.** Методология определения нормативов качества для приоритетных загрязняющих веществ в различных средах . . . . . № 7
- Худошина М. Ю., Бутримова О. В.** Автоматизация экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств и систем их применения . . . . . № 1

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Альмов А. В., Лукьянович А. В., Верескун А. В.** Особенности создания системы защиты от ЧС, информирования и оповещения населения на транспорте в Российской Федерации в 2011-2012 годах . . . . . № 3
- Большаков А. М., Захарова М. И.** Анализ риска аварий на резервуарах при низких температурах эксплуатации . . № 2



- Брусницына Л. А., Куликов В. В., Медведев О. А.** Прогнозирование и оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны при взрыве парогазовоздушного облака. . . . . № 7
- Глухов С. В., Глухов А. В.** Автоматизация расчетов зон поражения при авариях на нефтегазовых объектах с помощью обработки в реальном времени данных постов контроля метеоусловий . . . . . № 7
- Гришагин В. М., Пеньков А.И., Шарафиев Р. Р.** Обеспечение безопасности в образовательных учреждениях в случае возникновения чрезвычайной ситуации . . . . . № 9
- Дурнев Р. А., Лукьянович А. В., Котосонова А. С.** Оповещение населения с использованием текстовых сообщений: некоторые практические результаты . . . . . № 1
- Карпов Т. Ю., Руднов В. С.** Современное состояние защитных сооружений гражданской обороны. . . . . № 4
- Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Виноградов М. С., Петрова Е. В., Воропаева А. А.** О возможностях предотвращения подтопления и затопления территорий . . . . . № 6
- Поландов Ю. Х., Барг М. А., Бабанков В. А.** Влияние местоположения газовой плиты на кухне на давление взрыва газа. . . . . № 5
- Твердохлебов Н. В.** Совершенствование понятийного аппарата в области защиты от чрезвычайных ситуаций — объективная необходимость . . . . . № 2
- Трофименко Ю. В., Григорьева Т. Ю.** Усовершенствованная методика оценки защищенности автомобильных мостов от актов незаконного вмешательства. . . . . № 5
- Унковская А. В.** Оценка частоты аварийной разгерметизации магистральных нефтепроводов (Часть 1) . . . . . № 11
- Унковская А. В.** Оценка частоты аварийной разгерметизации магистральных нефтепроводов (Часть 2) . . . . . № 12

## ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Волков Р. С., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А.** Экспериментальное исследование эффективности распыления жидкости при тушении возгораний в помещениях . . . . . № 7
- Михайлова Н.В., Гуцев Н. Д.** Полевые испытания огнетушащих составов различного действия на модельных лесных пожарах . . . . . № 6
- Михайлова Н.В., Гуцев Н. Д.** Результаты лабораторных исследований свойств новых огнетушащих составов для борьбы с лесными пожарами . . . . . № 4
- Новиков В. В., Цопов С. В.** Пожары в жилом секторе: проблемы и пути их решения . . . . . № 1
- Рубцов Д. Н., Рубцов В. В., Клубань В. С., Молчанов С. В., Рубцов Н. Н.** Особенности пожарной опасности нефтяных резервуаров с плавающей крышей . . . . . № 9
- Станкевич Т. С.** Анализ мирового и отечественного рынка программных средств, предназначенных для руководителя тушения пожара . . . . . № 7
- Суркаев А. Л., Каблов В. Ф., Благинин С. И.** Тушение пожаров с использованием ударного воздействия . . . . . № 10
- Суркаев А. Л., Каблов В. Ф., Благинин С. И., Генералов С. А., Кабаков А. П., Кобызев А. Б.** Применение малого авиационного транспорта и современных огнезащитных материалов для создания противопожарных полос . . . . . № 9

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Бутырин В. Н.** Проблемы утилизации твердых бытовых отходов . . . . . № 10

- Ежов В. С.** Утилизация органических компонентов городских и промышленных отходов. . . . . № 9
- Косариков А. Н., Макаров П. В.** Развитие обращения твердых бытовых отходов на постиндустриальном этапе. . . . . № 8
- Ксенофонтов Б. С., Буторова И. А. Петрова Е. В., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Виноградов М. С., Балина А. А.** Бактериальное выщелачивание редкоземельных металлов из золотшлаков ТЭЦ . . . . . № 3
- Худякова Л. И., Войлошников О. В., Тимофеева С. С.** Пути утилизации магнийсиликатных отходов . . . . . № 12
- Юзефович В. И., Петросова М.Р., Пронин И.С.** Задачи и пути решения законодательного обеспечения утилизации и переработки отработанных моторных масел в Российской Федерации. . . . . № 7
- Яценко А. С., Белинский С. О.** Об использовании красного шлама в цементной промышленности. . . . . № 8

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Агошков А. И., Поготовкина Н. С., Лушпей В. П., Васянович А. М., Угай С. М.** Об условиях труда водителей пассажирского автомобильного транспорта г. Владивостока. . . . . № 4
- Гусева А. Ю., Гусакова Н. В.** Определение внешней нагрузки биогенов на Таганрогский залив Азовского моря . . . . . № 1
- Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф., Ноговицын Д. Д., Шенина З. М., Сергеева Л.П.** Обоснование целесообразности использования гелиоустановок в Верхоянском районе Республики Саха (Якутия). . . . . № 6
- Касаткина Е. А., Шумилов О. И., Новикова Т. Б., Храмов А. В.** Воздействие гелиогеофизических, социально-экономических и антропогенных факторов на динамику суицидов на Кольском Севере . . . . . № 9
- Кондратьев В. Б., Корольков М. В., Назаренко Д. И., Афанасьева А. А., Швецова-Шиловская Т. Н., Юрманова С. В.** Комплексное моделирование и прогнозирование распространения загрязняющих веществ в зоне влияния ОАО "Средне-Волжский завод химикатов" . . . . . № 1
- Кузнецова Т. И., Плюснин В. М.** Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона . . . . . № 2
- Наумов В. А., Ахмедова Н. Р., Белова Л. А.** Метод расчета усилий волнового давления в креплениях берегозащитного устройства . . . . . № 10
- Наумов Ю. А.** Атмосферное загрязнение городов Приморского края и проблемы их экологической безопасности . . . . . № 3
- Христофоров Е. Н., Сакович Н. Е., Случевский А. М., Беззуб Ю. В.** Анализ состояния охраны труда в строительной отрасли Брянской области . . . . . № 4

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- Грачев В. А.** Систематизация российского природоохранного законодательства и его гармонизация с международными требованиями — необходимая мера для дальнейшего развития промышленности и энергетики . . . . . № 6
- Мартынюк В. Ф.** Ноосфера и пределы роста (к 70-й годовщине выхода работы В.И. Вернадского "Несколько слов о ноосфере") . . . . . № 6
- Мирмович Э. Г., Чириков А. Г., Арлюк А. А.** Международная организация гражданской обороны и защита населения в современных условиях . . . . . № 4
- Сурова Л. В.** Безопасность человека в социотехнических системах . . . . . № 8

## ОБРАЗОВАНИЕ

- Айзман Р. И., Королев В. А.** Система организации дистанционного обучения по гражданской обороне и защите от чрезвычайных ситуаций для преподавателей ОБЖ . . . № 7
- Аюбов Э. Н., Скрипник Л. Ю., Богдашкина Л. Р.** II Международные соревнования "Школа безопасности" . . . № 12
- Ванаев В. С., Козьяков А. Ф., Пышкина Э. П.** Юдин Евгений Яковлевич — 100 лет . . . № 1
- Ванаев В. С., Пышкина Э. П.** История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н.Э. Баумана с 2012 года. Александров Анатолий Александрович . . . № 10
- Васильев А. В.** Защита окружающей среды нуждается в защите . . . № 7
- Верескун А. В., Жуков В. Н., Юдакова А. А.** Навстречу II Международным соревнованиям "Школа безопасности" . . . № 5
- Ганцева Е. М.** Разработка учебной программы по дисциплине "Надзор и контроль в сфере безопасности" . . . № 1
- Карлов Г. П., Корнев В. М., Харин В. Ф., Жуков А. А., Онисько В. Н., Капустин И. Д.** Совершенствование подготовки и повышения квалификации кадров в области пожарной безопасности на базе пилотного полигона . . . № 3
- Павлихин Г. П., Львов В. А.** Первый опыт подготовки магистров в области охраны окружающей среды в МГТУ им. Н.Э. Баумана . . . № 1
- Пышкина Э. П., Симакова Е. Н.** О методике преподавания дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" . . . № 6
- Русак О. Н.** Пропедевтика безопасности деятельности № 7
- Строкин А. А.** Роль студенческих научно-технических конференций в подготовке специалистов высшей квалификации в области экологической и промышленной безопасности . . . № 3
- Сурова Л. В.** Современные инновационные методы образования как инструмент улучшения его качества . . . № 5
- Сыромятникова Л. И., Матусевич М. С.** О преподавании медико-валеологических дисциплин будущим учителям основ безопасности жизнедеятельности . . . № 12
- Сыромятникова Л. И., Матусевич М. С.** Учебно-методическое сопровождение магистерской программы "Здоровьеформирующие технологии" для будущих педагогов . . . № 10
- Терпигорева И. В., Ганцева Е. М.** Формирование компетенций у студентов при изучении дисциплины "Законодательство в безопасности жизнедеятельности" . . . № 2

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

- Ванаев В. С., Пышкина Э. П.** Федеральный Закон "О специальной оценке условий труда" . . . № 7
- О межгосударственном стандарте** "Материалы звукопоглощающие, применяемые в зданиях. Оценка звукопоглощения" . . . № 8

## ИНФОРМАЦИЯ

- 19-я Конференция ООН** об изменении климата и совещание парламентариев организации ГЛОБЕ (Варшава, 18—22 ноября 2013 г.) . . . № 3
- Васильев А. В.** Четвертый международный экологический конгресс ELPIT: десятилетия традиция высокого качества . . . № 6
- Законодательное** обеспечение охраны и использования подземных вод (по материалам Заседания Высшего экологического совета Госдумы РФ) . . . № 8

- Комитет по науке и наукоемким технологиям Госдумы РФ** приступил к работе над новой редакцией Федерального закона "О науке и государственной научно-технической политике в Российской Федерации" . . . № 6
- Новая книга** . . . № 10
- Об оценке** эффективности средств индивидуальной защиты (СИЗ) (по материалам круглого стола) . . . № 6
- Развитие** законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии Мурманской области . . . № 6
- Решение** Пятого Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды . . . № 2
- Указатель Приложений** к журналу "Безопасность жизнедеятельности", опубликованных в I полугодии 2014 года . . . № 12
- Указатель статей**, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2014 году . . . № 12

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН, № 11

- Красногорская Н. Н., Нафикова Э. В., Белозёрова Е. А., Дубовик И. Е., Шарипова М. Ю.** Оценка геозекологического риска истощения пойменно-руслового комплекса с применением методов геоинформационного моделирования
- Цвиленева Н. Ю., Эйдемиллер Ю. Н., Швец А. С., Яханов А. П.** Анализ техногенного риска при функционировании предприятия нефтепереработки на основе ГОСТ Р 54144-2010 Менеджмент рисков
- Вдовина И. В., Смирнова Т. П.** Доочистка сточных вод горно-обогатительного комбината с использованием элементов природно-техногенных ландшафтов
- Красногорская Н. Н., Зельдова А. И., Мусина С. А., Малкова М. А., Платонова И. М.,** Математическое описание процесса флокуляции металлосодержащих сточных вод гальванического производства с помощью полного факторного эксперимента
- Красногорская Н. Н., Кусова И. В., Мусина С. А.** Усовершенствование технологии очистки сточных вод гальванического производства
- Хатмуллина Р. М., Сафарова В. И., Сафаров А. М.** Эмиссия полициклических ароматических углеводородов в окружающей среде
- Рахман Джамиль А. К. М., Кантор Л. И., Дружинская Е. В., Кантор Е. А.** Мониторинг содержания бенз(а)пирена в 2001—2012 годах в створах реки Уфы
- Смирнова Т. П., Михеева Т. Н., Ступин А. П., Магасумова А. Т., Шайдулина Г. Ф., Сафарова В. И., Кузьмин Р. С.** Исследование хронического токсического действия модельных растворов мышьяка с использованием объектов фито- и зоопланктона
- Шарипова М. Ю., Дубовик И. Е., Красногорская Н. Н., Нафикова Э. В., Белозерова Е. А.** Изменение таксономической структуры сообществ водорослей экотонных при переходе от водной к наземной среде обитания
- Красногорская Н. Н., Нафикова Э. В., Белозёрова Е. А.** Восстановление пропущенных геозекологических данных с помощью элементов искусственного интеллекта (на примере характеристик водосборного бассейна реки Белая)



## Указатель Приложений к журналу "Безопасность жизнедеятельности", опубликованных в I полугодии 2014 года

## Index of Application Published in the Journal "Life Safety" in I Half-Year 2014

**Вяльцев В.М.**, Вяльцев А.В., Кондаков К. В., Фролов А. В.  
Становление горноспасательного дела в Донбассе.  
Исторический очерк. . . . . № 3

**Мальшев В. П., Бондаренко Я. В., Бронникова Г. А., Бронникова Л. В., Буканин В. А., Каверзнева Т. Т., Малаян К. Р., Никулин А. Н., Струйков Г. В.** Основные принципы составления тестов по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности". . . . . № 2

**Особенности** создания корпуса для реакторной установки БРЕСТ-ОД-300 . . . . . № 5

**Пронин И.С.** 2013 год – год охраны окружающей среды в России: проблемы, анализ, законодательные инициативы . . . . . № 4

**Рахманов Б. Н., Кибовский В. Т.** Оценка степени опасности и ослепляющего действия лазерных изделий, работающих на открытых пространствах в видимой и ближней ИК областях спектра . . . . . № 1

**Тарасов В. И.** Об оценке эффективности фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания рабочих . . . . . № 6

### Информационное сообщение

30 октября 2014 года на кафедре "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н.Э.Баумана состоялась Международная акустическая конференция, посвященная столетию Е.Я. Юдина, выдающегося советского акустика, ученого, педагога и организатора науки.

В конференции участвовали более 40 представителей различных организаций.

Прозвучавшие на конференции доклады были посвящены решению актуальных теоретических и практических проблем различных направлений технической акустики.

Результаты конференции были обобщены в печатном издании:

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Е. Я. ЮДИНА. 30 ОКТЯБРЯ 2014 ГОДА / ПОД РЕД. А.И. КОМКИНА. — М.: МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА, 2014. — 305 с.**

### Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова.*

Технический редактор *Е. М. Патрушева.* Корректор *Т. В. Пчелкина*

Сдано в набор 02.10.14. Подписано в печать 12.11.14. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1214.

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 ед солшунз".

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